

UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES EXPERIMENTALS
MÀSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

***ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA RECOGIDA
SEPARADA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS
EN NIKKI (BENÍN)***

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTORA

Esther Barreda Albert

DIRECTORA

Maria del Mar Carlos Alberola

Leonor Hernández López

Castelló, Octubre de 2019

“Si las mujeres bajaran los brazos, el cielo se caería.” (Proverbio africano)

Índice General

1. Introducción	18
1.1. Contexto	18
1.1.1. OAN International	18
1.1.2. Nikki	18
1.1.2.1. Ubicación.....	18
1.1.2.2. Demografía y datos sociales.....	19
1.1.2.3. Datos económicos de Nikki.....	21
1.1.2.4. Transporte y comunicación.....	22
1.1.2.5. Relieve	26
1.1.2.6. Tipo de suelo	27
1.1.2.7. Clima	28
1.1.2.8. El cambio climático y su impacto en Nikki.....	28
2. Objeto.....	29
3. Alcance.....	29
4. Antecedentes.....	29
4.1. Problemática de la gestión de residuos	29
4.2. Impactos de la gestión de residuos.....	32
4.3. Proyectos anteriores en Nikki sobre gestión de residuos	34
4.4. Restricciones.....	35
5. Disposiciones legales y normas aplicadas	36
6. Programas de cálculo	36
7. Definiciones y abreviaturas	38
8. Situación global de la recogida de residuos en países en desarrollo	39
8.1. Prerrecogida.....	39
8.1.1. Selección del número de fracciones de residuos	39
8.1.2. Depósito para almacenamiento de los residuos mixtos y orgánicos	40
8.1.3. Depósito para almacenar plásticos, especialmente para las bolsas.....	42
8.2. Recogida primaria.....	44
8.2.1. Nivel de almacenamiento (<i>Storage Level – SL</i>)	44
8.2.2. Tipos de vehículos utilizados	50
8.2.3. Tipos de contenedores utilizados.....	75
8.3. Estaciones de transferencia.....	79
8.3.1. Sistemas de transferencia utilizados.....	80
9. Situación actual en Nikki.....	88
10. Requisitos de diseño	88

11.	Análisis de soluciones	89
11.1.	Composición de los residuos en Nikki	89
11.1.1.	Caracterización de los residuos en las viviendas	93
11.2.	Prerrecogida	100
11.2.1.	Selección del número de fracciones de residuos	100
11.2.2.	Depósito para los residuos mixtos y orgánicos.....	101
11.2.3.	Depósito para los plásticos	102
11.3.	Recogida primaria	103
11.3.1.	Nivel de almacenamiento (<i>Storage Level – SL</i>).....	103
11.3.1.1.	Recolección residuos mixtos	105
11.3.1.2.	Recolección de residuos plásticos.....	105
11.3.1.3.	Recolección de residuos orgánicos	106
11.3.2.	Vehículos a utilizar	106
11.3.2.1.	Residuos mixtos	107
11.3.2.2.	Residuos plásticos.....	108
11.3.2.3.	Residuos Orgánicos	109
11.3.3.	Tipo de contenedores	109
11.3.3.1.	Residuos mixtos	111
11.3.3.2.	Residuos plásticos.....	112
11.3.3.3.	Residuos orgánicos	112
11.3.4.	Frecuencia de recogida.....	112
11.3.4.1.	Residuos mixtos	113
11.3.4.2.	Residuos plásticos.....	115
11.3.4.3.	Residuos orgánicos	118
11.3.5.	Volumen y número de contenedores.....	121
11.3.5.1.	Precio de los contenedores	121
11.4.	Estación de transferencia.....	122
11.4.1.	Punto de transferencia	122
12.	Planificación.....	124
13.	Análisis de viabilidad	125
13.1.	Análisis de viabilidad técnica.....	125
13.2.	Análisis de viabilidad económica.....	125
13.3.	Análisis de viabilidad medioambiental y social	127
14.	Consideraciones finales y mejoras.....	129
15.	Bibliografía	130
	Presupuestos.....	135

Anexo I:	146
Análisis geoespacial	146
1. Análisis del número de patios y casas por barrio	148
2. Estudio de las casas más cercanas a los patios	153
3. Estudio de las paradas de vehículos más próximas a los patios	156
Anexo II:	162
Cálculo del volumen del contenedor	162
1. Cantidad generada de residuos por patio	164
1.1. Generación de residuos en viviendas	164
2. Número de contenedores por patio.....	168
3. Volumen de los contenedores en los patios.....	170
Anexo III:	174
Frecuencia de recogida y cálculo del número de vehículos	174
1. Datos introducidos en el programa ArcGIS para la obtención de las diversas rutas 176	
1.1. Preparación cartografía para el análisis de red.....	176
1.2. Jornada laboral y tiempo máximo de conducción permitida	177
1.3. Capacidad máxima del vehículo	178
1.4. Costes de la ruta	178
2. Frecuencia de una vez a la semana	179
2.1. Residuos mixtos	179
2.1.1. Sector 1	179
2.1.2. Sector 2.....	181
2.1.3. Sector 3.....	182
2.1.4. Sector 4.....	184
2.1.5. Sector 5.....	185
2.1.6. Sector 6.....	186
2.1.7. Total	188
2.2. Residuos plásticos.....	189
2.2.1. Sector 1	189
2.2.2. Sector 2.....	190
2.2.3. Sector 3.....	191
2.2.4. Sector 4.....	192
2.2.5. Sector 5.....	193
2.2.6. Sector 6.....	194
2.2.7. Total	195

3.	Frecuencia de dos veces a la semana.....	196
3.1.	Residuos mixtos	197
3.1.1.	Sector 1	197
3.1.2.	Sector 2.....	199
3.1.3.	Sector 3.....	201
3.1.4.	Total	202
3.2.	Residuos plásticos.....	204
3.2.1.	Sector 1	204
3.2.2.	Sector 2.....	205
3.2.3.	Sector 3.....	207
3.2.4.	Total	208
3.3.	Residuos orgánicos	210
3.3.1.	Sector 1	210
3.3.2.	Sector 2.....	211
3.3.3.	Sector 3.....	213
3.3.4.	Total	214
4.	Frecuencia de tres veces a la semana.....	216
4.1.	Residuos mixtos	217
4.1.1.	Sector 1	217
4.1.2.	Sector 2.....	220
4.1.3.	Total	221
4.2.	Residuos plásticos.....	223
4.2.1.	Sector 1	223
4.2.2.	Sector 2.....	225
4.2.3.	Total	226
4.3.	Residuos orgánicos	228
4.3.1.	Sector 1	228
4.3.2.	Sector 2.....	230
4.3.3.	Total	231
Anexo IV:.....		235
Rutas de los vehículos.....		235
1.	Rutas de los vehículos utilizados para los residuos mixtos con una frecuencia de tres veces a la semana	237
1.1.	Sector 1	237
1.2.	Sector 2	252

2. Rutas de los vehículos utilizados para los residuos plásticos con una frecuencia de tres veces a la semana	263
2.1. Sector 1	263
2.2. Sector 2	275
3. Rutas de los vehículos utilizados para los residuos orgánicos con una frecuencia de tres veces a la semana	284
3.1. Sector 1	284
3.2. Sector 2	297

MEMORIA

Índice de la Memoria

1. Introducción	18
1.1. Contexto	18
1.1.1. OAN International	18
1.1.2. Nikki	18
2. Objeto.....	29
3. Alcance.....	29
4. Antecedentes.....	29
4.1. Problemática de la gestión de residuos	29
4.2. Impactos de la gestión de residuos.....	32
4.3. Proyectos anteriores en Nikki sobre gestión de residuos.....	34
4.4. Restricciones.....	35
5. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	36
6. Programas de cálculo	36
7. Definiciones y abreviaturas.....	38
8. Situación global de la recogida de residuos en países en desarrollo	39
8.1. Prerrecogida.....	39
8.1.1. Selección del número de fracciones de residuos.....	39
8.1.2. Depósito para almacenamiento de los residuos mixtos y orgánicos	40
8.1.3. Depósito para almacenar plásticos, especialmente para las bolsas.....	42
8.2. Recogida primaria.....	44
8.2.1. Nivel de almacenamiento (<i>Storage Level – SL</i>)	44
8.2.2. Tipos de vehículos utilizados	50
8.2.3. Tipos de contenedores utilizados.....	75
8.3. Estaciones de transferencia.....	79
8.3.1. Sistemas de transferencia utilizados.....	80
9. Situación actual en Nikki.....	88
10. Requisitos de diseño.....	88
11. Análisis de soluciones	89
11.1. Composición de los residuos en Nikki	89
11.1.1. Caracterización de los residuos en las viviendas	93
11.2. Prerrecogida	100
11.2.1. Selección del número de fracciones de residuos	100

11.2.2.	Depósito para los residuos mixtos y orgánicos.....	101
11.2.3.	Depósito para los plásticos	102
11.3.	Recogida primaria	103
11.3.1.	Nivel de almacenamiento (<i>Storage Level – SL</i>).....	103
11.3.2.	Vehículos a utilizar	106
11.3.3.	Tipo de contenedores	109
11.3.4.	Frecuencia de recogida.....	112
11.3.5.	Volumen y número de contenedores.....	121
11.4.	Estación de transferencia.....	122
11.4.1.	Punto de transferencia	122
12.	Planificación	124
13.	Análisis de viabilidad	125
13.1.	Análisis de viabilidad técnica.....	125
13.2.	Análisis de viabilidad económica.....	125
13.3.	Análisis de viabilidad medioambiental y social	127
14.	Consideraciones finales y mejoras	129
15.	Bibliografía	130

1. Introducción

1.1. Contexto

En este apartado se pretende exponer el contexto en el que se desarrolla este proyecto. En primer lugar, se explica qué es OAN International y las actividades que lleva a cabo, y en segundo lugar se presenta el contexto de la comuna de Nikki, perteneciente al país de Benín (África).

1.1.1. OAN International

OAN International, es una organización sin ánimo de lucro fundada en 2014 con el objetivo de mejorar las condiciones de vida de la población de Nikki (Benín).

Sus líneas de acción se basan en tres pilares fundamentales.

El primero es el diagnóstico. En este realizan una investigación mediante entrevistas sobre las necesidades que tiene la ciudadanía, integrando así a la población de Nikki y teniendo siempre en cuenta sus costumbres y su cultura.

El segundo es el de concienciar. Para ello, realizan conferencias, talleres y cursos en las universidades para transmitir lo que ocurre en Nikki.

Por último, es el de actuar. En este caso, actúan de cuatro maneras diferentes: mediante los TFG o TFM, mediante los comités de investigación, o a través del departamento de marketing.

Actualmente, OAN International está formada por 120 socios y más de 40 voluntarios y ha llevado a cabo proyectos de investigación y de implementación real, consiguiendo impactos reales sobre la situación actual de la ciudadanía.

1.1.2. Nikki

En este apartado se expondrán los puntos más importantes en cuanto al contexto de Nikki.

1.1.2.1. Ubicación

El municipio de Nikki tiene una superficie de 3.171 km². Se encuentra en el departamento de Borgou, a 529 km de Cotonú (capital económica de Benín) y a 115 km de Parakou. Es uno de los distritos administrativos más antiguos del departamento de Borgou y está limitado al norte por la comuna de Kalalé, al sur por el de Pèrèrè, al este por la República Federal de Nigeria y al oeste por las comunas de Bembèrèkè y N'Dali como se muestra en la Imagen 1.

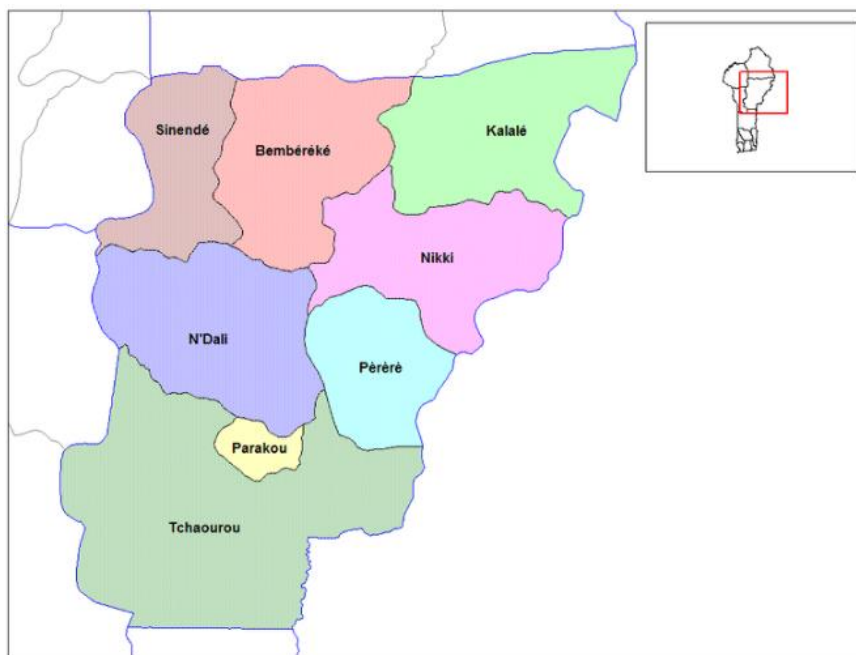


Imagen 1: Localización de Nikki. Fuente: Wikipedia

1.1.2.2. Demografía y datos sociales.

El municipio de Nikki tiene aproximadamente 359 aglomeraciones agrupadas en 90 ciudades o barrios, ubicadas en los siguientes distritos o *arrondissement*: Biro, Gnonkourokali, Ouenou, Nikki, Serekali, Suya y Tasso (ver Tabla 1 e Imagen 2 para más información).

De esta manera, la administración local está formada por tres niveles: la comuna, el *arrondissement* (o distrito) y la ciudad.

Asimismo, la población se agrupa en forma de *ménage*, grupos de cuatro o cinco casas alrededor de un patio común donde conviven conjuntamente diversas familias. Dentro de cada hogar, existe una media de 8.8 personas según los datos más recientes del 2002 (Republique Du Benin).

Distritos	Número de aldeas administrativas	Número de aglomeraciones
Biro	8	34
Gnonkourokali	10	38
Ouenou	12	65
Serekali	12	45
Suya	7	18
Tasso	10	54
Niki	31	105
Comuna de Nikki	90	359

Tabla 1: Organización administrativa de la comuna de Nikki: número de ciudades y aglomeraciones por distrito. Fuente: Plan desarrollo comunal 2017-2021 (PDC) (Republique Du Benin, 2017-2021)

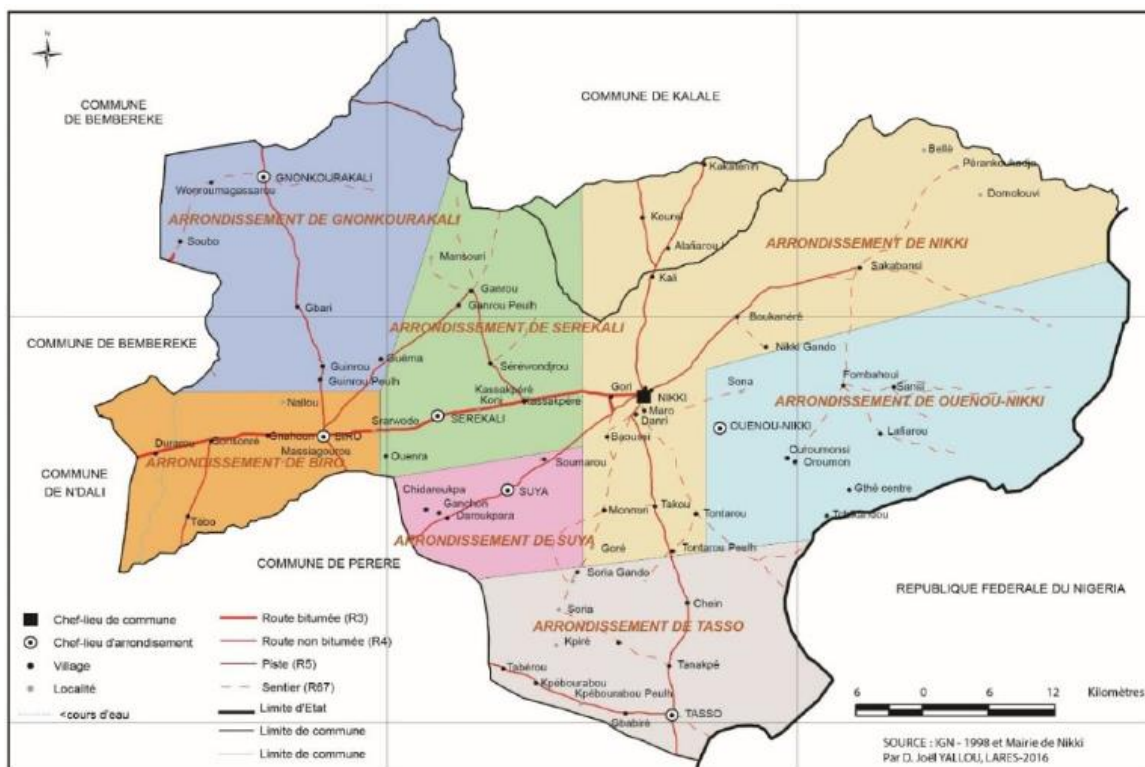


Imagen 2: División administrativa de Nikki. Fuente: Plan desarrollo comunal 2017-2021 (PDC) (Republique Du Benin, 2017-2021)

Del último censo general de población y vivienda registrado en 2013, se describe que la comuna de Nikki tiene 151,232 habitantes, de los cuales 75,339 son hombres, (el 49.82% de la población) y 75,893 mujeres (el 50.18% de la población).

En cuanto a la densidad de la población de la comuna de Nikki, este ha aumentado de 48 habitantes/km² en 2013 a 55 habitantes/km² en 2018, una evolución de 7 habitantes/km² en 5 años. Es decir, la población de la comuna Nikki ha aumentado de 151.232 habitantes en 2013 a 174.593 en 2018, un aumento del 15,44% en 5 años.

La distribución por distrito indica una alta concentración de la población en la ciudad principal de la comuna, que es en este caso Nikki (ver Tabla 2 para más información), y que, con 66 109 habitantes, alberga al 44% de la población en 2013 contra el 46% en 2002. Los otros seis distritos comparten el 56% restante con proporciones que van del 12% para Tasso al 5% para Suya.

Distrito	Número de habitantes
Comuna	151232
Biro	12650
Gnonkourakali	13825
Ouenou	17154
Serekale	15804
Suya	7807
Tasso	17883
Nikki	66409

Tabla 2: Repartición de la población por *arrondissement*. Fuente: Plan desarrollo comunal 2017-2021 (PDC) (Republique Du Benin, 2017-2021)

En cuanto a otras características socioculturales, la mayor parte de su población pertenece a la etnia Peulh (44.7%) y un 40.3% pertenece a la etnia Botonou. Los demás grupos étnicos son los Gwa u Otamari (4.6%), Dendi (3.6%), los Yoruba los Gannukeebe o Gando, o los Fon. Por otro lado, se considera el “Islam Negro” como religión dominante, con un 81% de practicantes. A pesar de ello, existe un 10.8% de población cristiana y la cultura africana está presente en ambas religiones.

Las personas más vulnerables son los niños menores de 5 años (20,7%), los mayores de 60 años (2,4% de la población) y los discapacitados (alrededor de 856 personas).

En cuanto a las desigualdades de género, éstas se encuentran muy presentes en toda la comuna de Nikki. Las mujeres ocupan una posición secundaria dentro de los hogares, tienen acceso limitado a suelos fértiles y a recursos financieros, no están representadas en los órganos de toma de decisiones (únicamente hay 2 mujeres dentro de los 19 puestos del consejo comunal) y no tienen derecho a heredar las tierras de su cónyuge.

1.1.2.3. Datos económicos de Nikki

La población de Nikki es especialmente pobre. Se caracteriza por una elevada desigualdad en el acceso a los servicios sociales básicos, escasez de medidas de protección ambiental, inseguridad alimentaria, débil tasa de alfabetización y viviendas insalubres sin ningún tipo de saneamiento.

La agricultura y la ganadería son la principal actividad que realiza la población de la comuna. Más del 70% de la población activa de la Comuna vive de la agricultura, lo que representa más del 75% del sector primario. La actividad principal de este sector primario se basa en la producción agrícola de algodón y mandioca. Respecto a la ganadería, esta se encuentra en plena expansión y se caracteriza por la cría de ovejas, cabras y aves de corral. Sin embargo, el principal problema del sector son las fuertes sequías que la zona de Nikki sufre y que está provocando una desertización progresiva del suelo de cultivo. Asimismo, el comercio y la transformación de productos agrícolas como el karité o la soja, son actividades económicas que gozan de gran popularidad.

La ciudad también está llena de recursos hídricos con una veintena de embalses, lo que facilita el desarrollo de las actividades pesqueras.

Por lo que respecta a la actividad industrial, la comuna de Nikki posee una gran planta de producción de algodón. Esta planta brinda una gran cantidad de ofertas de trabajo y contribuye a la movilización de recursos fiscales de la Comuna.

El sector de servicios también se está expandiendo, gracias a la artesanía, el comercio, los hoteles y el turismo. De hecho, la artesanía es el tercer sector más importante, compuesto por varios oficios como la albañilería, la carpintería, la fontanería, la peluquería, la soldadura, etc. Todo ello gracias al aumento de la electrificación de la comuna.

Por otro lado, la situación de la Comuna de Nikki en relación con Nigeria, con el que comparte fronteras comunes, ofrece la posibilidad de realizar actividades comerciales transfronterizas y las actividades de tránsito de productos agrícolas y gasolina, entre otros. La pavimentación de la carretera N'Dali-Nikki- Tchikandou (de aproximadamente 78 km de largo) facilita las transacciones comerciales.

En cuanto al turismo, su época más importante ocurre en la festividad anual de GAANI, el cual atrae a turistas durante este período, convirtiéndose en un lugar de atracción turística y cultural.

Además, el municipio cuenta con importantes activos en términos de infraestructura y facilidades de mercado (tiendas, carnicerías, mercados de ganado, mercados ordinarios, estaciones de autobuses, vagones de productos agrícolas, etc.).

1.1.2.4. Transporte y comunicación

La comuna tiene 65 km de carretera pavimentada en buen estado, de éstas, 5 km de pavimentación se encuentran en el centro de Nikki. En cuanto a carreteras sin pavimentar, existen 132 km de carreteras secundarias. El resto de la red vial está formada por pistas rurales. Estas pistas están en un estado avanzado de degradación, con la excepción de 74.65 km de pistas desarrolladas en 2014 y 2015 con fondos del PASTR (ver Imagen 3 para una mayor claridad).

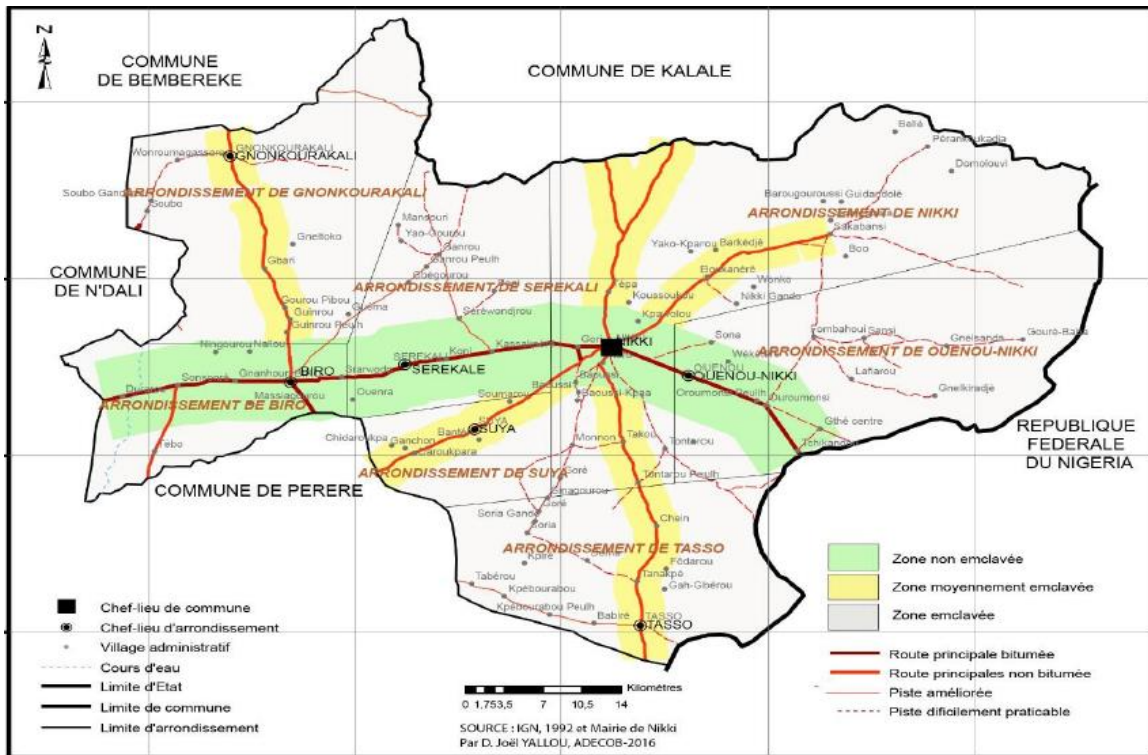


Imagen 3: Infraestructuras viarias y grado de aislamiento de las localidades. Fuente: Plan desarrollo comunal 2017-2021 (PDC) (Republique Du Benin, 2017-2021)

En cuanto a las calles de la ciudad de Nikki, la gran mayoría de éstas son sin pavimentar, estrechas y se deterioran en la estación de lluvias (observar como ejemplo la diferencia entre la Imagen 4 e Imagen 5).



Imagen 4: Caminos en mal estado en Nikki en temporada de lluvias. Fuente: OAN Internacional.



Imagen 5: Caminos típicos en Nikki. Fuente: OAN Internacional

1.1.2.5. Relieve

Nikki tiene un relieve accidentado en comparación a las regiones del sur de Benín, que varían entre 0 y 504 metros sobre el nivel del mar. Este relieve está compuesto de planicies y colinas alternadas, cuyas pendientes varían entre el 2 y el 4%. Los suelos son cultivables, siendo el área total cultivada de aproximadamente el 65.8% del área total del municipio. (Ver Imagen 6.)

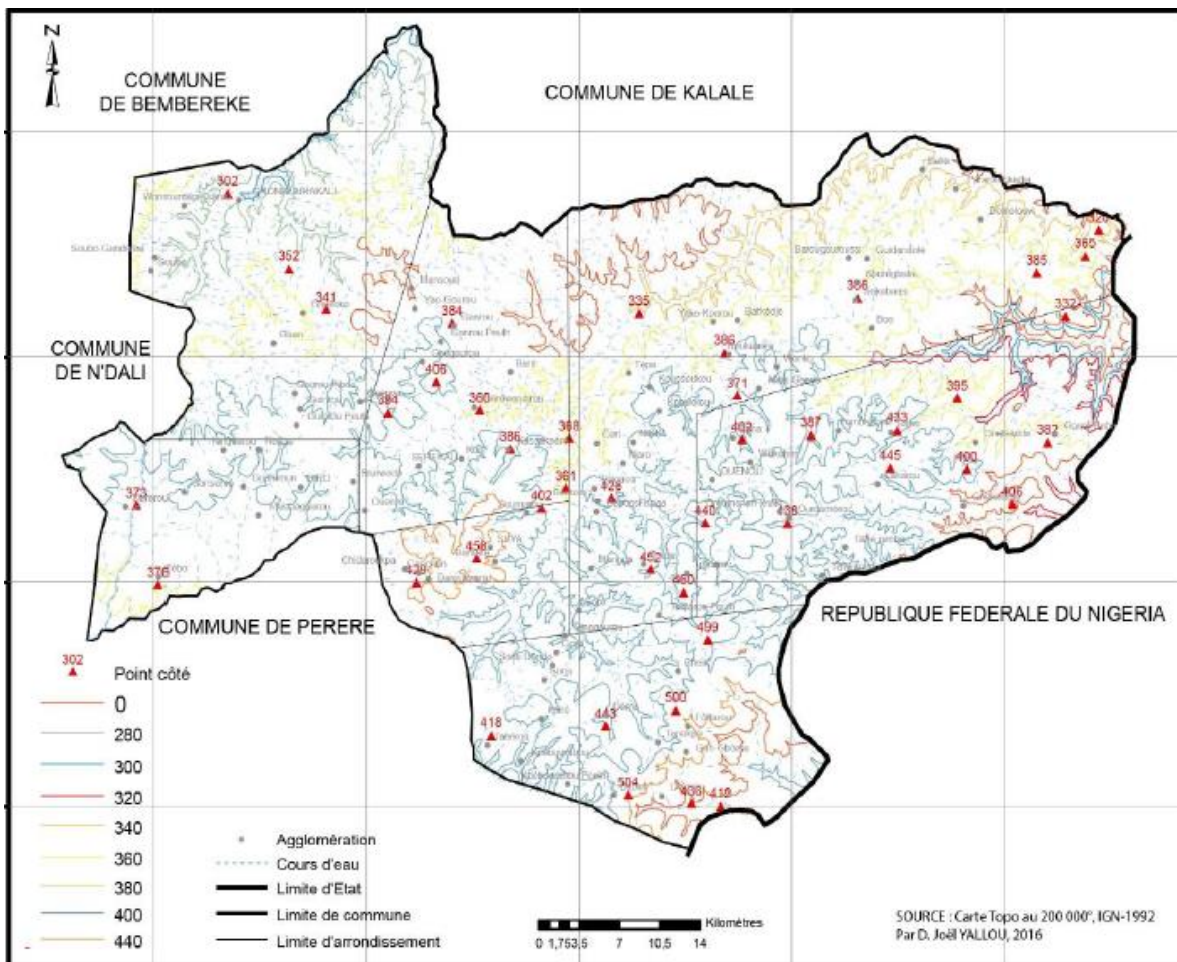


Imagen 6: Relieve de la comuna de Nikki. Fuente: Plan desarrollo comunal 2017-2021 (PDC) (Republique Du Benin, 2017-2021)

1.1.2.6. Tipo de suelo

Los suelos del municipio de Nikki se derivan de la evolución de formaciones sedimentarias recientes y aptas para la agricultura. Estos son suelos relativamente profundos (de 1 a 4 metros), bien drenados al menos un metro de profundidad.

Cinco tipos de suelos caracterizan el territorio (ver Imagen 7). El suelo que predomina es el de tipo ferruginoso tropical, cuya porosidad y permeabilidad son generalmente buenas.

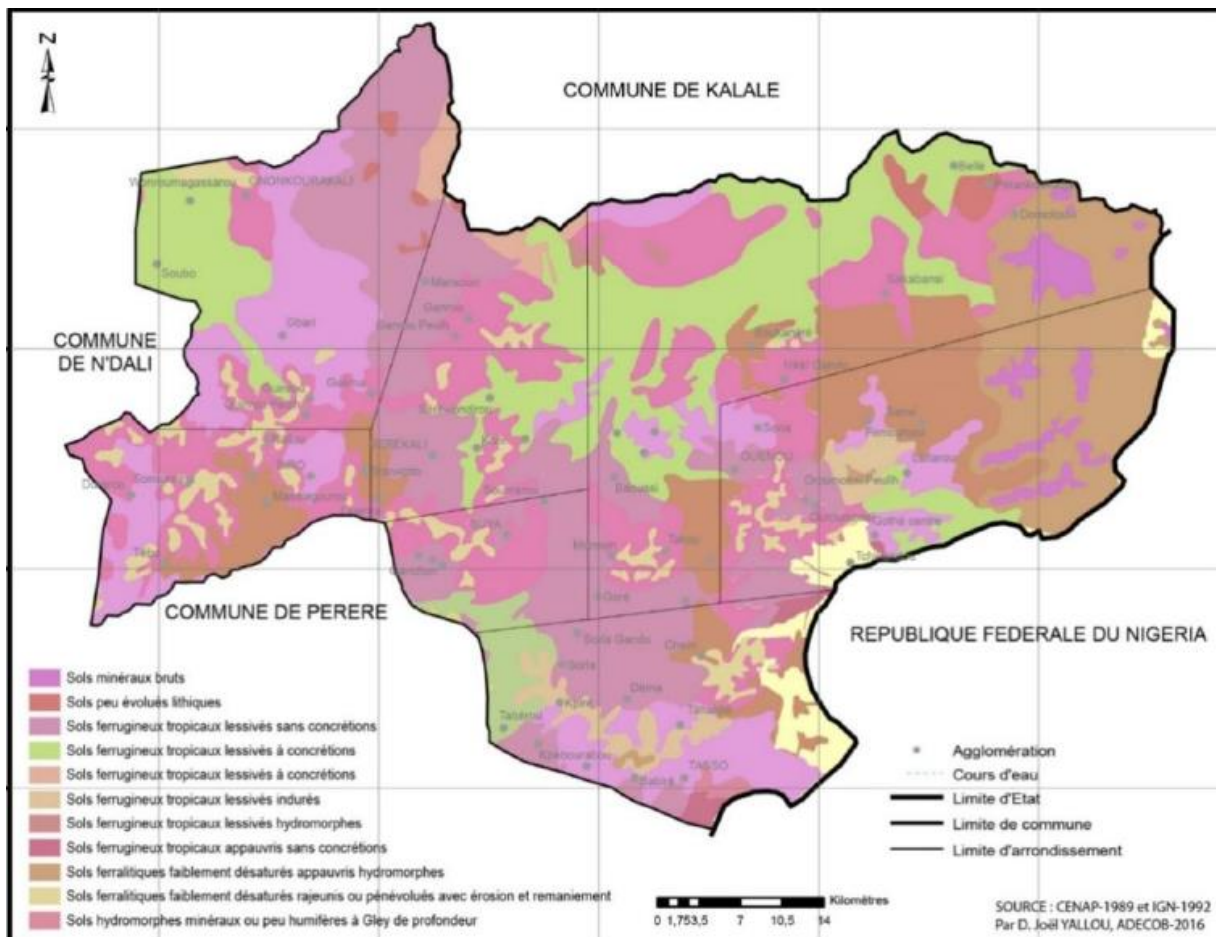


Imagen 7: Tipos de suelo de la comuna de Nikki. Fuente: Plan desarrollo comunal 2017-2021 (PDC) (Republique Du Benin, 2017-2021)

No obstante, la degradación de la tierra y los bajos rendimientos de los productos agrícolas son los problemas que hoy ponen en peligro el desarrollo e incluso la supervivencia de la gente de la comuna Nikki. La pérdida de fertilidad de la tierra cultivada se debe a:

- La inexistencia de un control sobre las técnicas de cultivo adaptadas por los agricultores.
- La acción de rebaños trashumantes.

-La explotación forestal; como es la producción de madera para energía doméstica, edificios y mobiliario.

-Los últimos incendios de matorrales.

-El mal uso de los productos fitosanitarios.

1.1.2.7. Clima

El clima del municipio de Nikki es de tipo sudano-guineano, caracterizada por una estación lluviosa y una estación seca. La temporada de lluvias se extiende mayo a octubre, y la estación seca de noviembre a abril.

El nivel anual de lluvias registrado varía de entre 1.100 mm y 1.300 mm, y el régimen del viento depende bastante de la latitud.

Durante la estación seca, sopla de norte a este el viento de Harmattan, un tipo de viento seco y cálido que es el responsable de la gran disminución de la humedad relativa a partir del mes de diciembre.

1.1.2.8. El cambio climático y su impacto en Nikki

La comuna de Nikki tiene un clima sudano-guineano con una estación lluviosa y una estación seca. Este clima se ve perturbado hoy por las consecuencias de los cambios climáticos que se manifiestan con una temperatura alta (38-39 ° C), una disminución de la lluvia de mayo a octubre (625,03 mm en mayo y 308 mm en octubre) y un viento fuerte al principio y al final de las lluvias.

Los efectos del cambio climático son: el aumento de temperaturas, un mayor viento caliente, la falta de agua, la desecación de las vías fluviales, invasión de insectos, falta de alimentos para animales, frecuencia de ciertas enfermedades (resfriados, meningitis, malaria), hambruna, inundaciones, desarraigo de árboles, movimiento de tierras de cultivos, etc.

2. Objeto

El objetivo general de este proyecto es el de redactar y diseñar una propuesta adaptada al contexto de la ciudad de Nikki (Benin, África) sobre la recogida de residuos urbanos, con el fin de que se logre una mejora en la problemática que existe actualmente en la gestión de residuos de la ciudad. La recogida de residuos urbanos es hoy en día inexistente en este municipio. Con una recogida bien estructurada de los residuos se mejoraría la limpieza de las calles y, por tanto, la salubridad de las personas

Con el fin de alcanzar el objetivo general, a continuación, se establecen los objetivos específicos que van a contribuir a su consecución:

- Analizar las diversas alternativas, los errores y los éxitos de otros proyectos sobre la recogida de residuos en otros países empobrecidos o en vías de desarrollo.
- Analizar el estado actual de la comuna de Nikki en cuanto a la gestión de la recogida de residuos, estudiando los sistemas actuales y anteriores, así como los problemas que presentaron.
- Comparar las diversas alternativas que puede haber para Nikki y escoger la más apropiada.

3. Alcance

El alcance de este proyecto incluye la recogida de las al menos dos de las fracciones de residuos de los hogares más cuantiosas de la ciudad de Nikki, como son los plásticos y la fracción resto, desde la prerrecolecta hasta un punto de transferencia adecuado.

4. Antecedentes

4.1. Problemática de la gestión de residuos

La gestión de residuos sólidos es uno de los problemas ambientales más complejos en los países en desarrollo, donde los servicios suelen ser sumamente deficientes, especialmente en los asentamientos de bajos ingresos. En Benín, se recogen menos del 42% de los residuos generados, tal y como se observa en la Imagen 8.

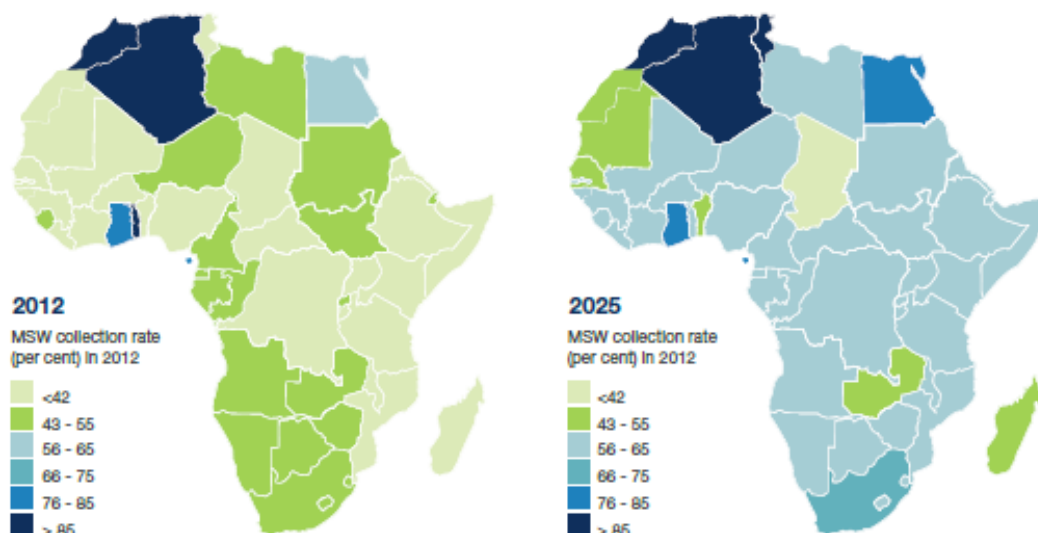


Imagen 8: Ratio de recogida de los residuos sólidos municipales (en porcentaje) en 2012 y en 2025.
Fuente: (UNEP (2018). Africa Waste Management Outlook. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya., s.f.)

El rápido crecimiento urbano, acompañado por la creciente densidad de población, el aumento de la generación per cápita de desechos sólidos y la falta de terrenos convenientemente ubicados para la eliminación de desechos (en Imagen 9 se observa un proyecto fallido en Nikki de un vertedero), apuntan a un rápido empeoramiento de los problemas ya significativos de la gestión de residuos sólidos.



Imagen 9: Proyecto fallido de un vertedero local. Fuente: OAN Internacional

Actualmente en Nikki no existe ningún control sobre la gestión de residuos. Los desechos generados se trasladan a ciertos puntos de algunas calles próximas a las viviendas: en espacios abiertos, en vías de acceso (ver Imagen 10), en cursos de agua (ver Imagen 13) o en “vertederos” improvisados (tal y como se observa en la Imagen 11). Una vez se acumulan los residuos, la gran mayoría de éstos se queman en el mismo lugar con los consiguientes problemas de contaminación que esto conlleva.



Imagen 10: Zona común basuras en vías. Fuente: OAN Internacional



Imagen 11: Vertedero improvisado de Sakabansi. Fuente: OAN Internacional

Algunos de los residuos más contaminantes, como es por ejemplo el aceite en los talleres mecánicos, se depositan en el suelo del mismo taller, mientras que las baterías se revenden en talleres grandes de Parakou. En áreas de mayor problemática y alta generación de residuos como es el hospital, se incineran la mayor parte de los residuos.

4.2. Impactos de la gestión de residuos

Se ha comprobado que los residuos adecuadamente gestionados tienen impactos positivos en el medio ambiente, la salud humana y la economía (Rybczewska-Bańejowska 2013). Cuando no se manejan los desechos sólidos, se produce una grave contaminación ambiental, que a su vez tiene graves efectos nocivos para la salud humana y el medio ambiente.

Entre otras consecuencias se encuentran (UNEP., 2018):

Impactos ambientales

La descomposición de los desechos sólidos en espacios abiertos, vertederos no controlados o drenaje de aguas pluviales y la quema a cielo abierto de los desechos tienen un impacto negativo en el medio ambiente, incluida la contaminación del suelo, el agua (fresca y marina) y el aire (Abul 2010, ONU-Hábitat 2010; PNUMA 2011, Kafando et al. 2013, Sankoh et al. 2013).

Además, estos “vertederos” improvisados son invadidos por animales que dispersan los desechos, los cuales sirven como criaderos de vectores de enfermedades, principalmente moscas y ratas.

El lixiviado de la descomposición de la basura se filtra hacia el suelo y las fuentes de agua cercanas, y la contaminación resultante de los alimentos, el agua y el suelo puede tener graves consecuencias ambientales.

Algunos desechos también contienen sustancias químicas tóxicas (por ejemplo, metales pesados) y contaminantes orgánicos persistentes (COP), que son persistentes en el medio ambiente, pueden viajar largas distancias y es probable que se acumulen en la fauna y la flora y en la cadena alimentaria.

Impactos en la salud humana

Los impactos de los desechos sólidos en la salud humana son variados y dependen de numerosos factores, que incluyen la naturaleza de los desechos, el método de eliminación, la duración de la exposición, la exposición de la población y la disponibilidad de la intervención de mitigación.

Los impactos pueden variar desde efectos psicológicos leves hasta morbilidad severa, discapacidad o muerte (ver Imagen 12).

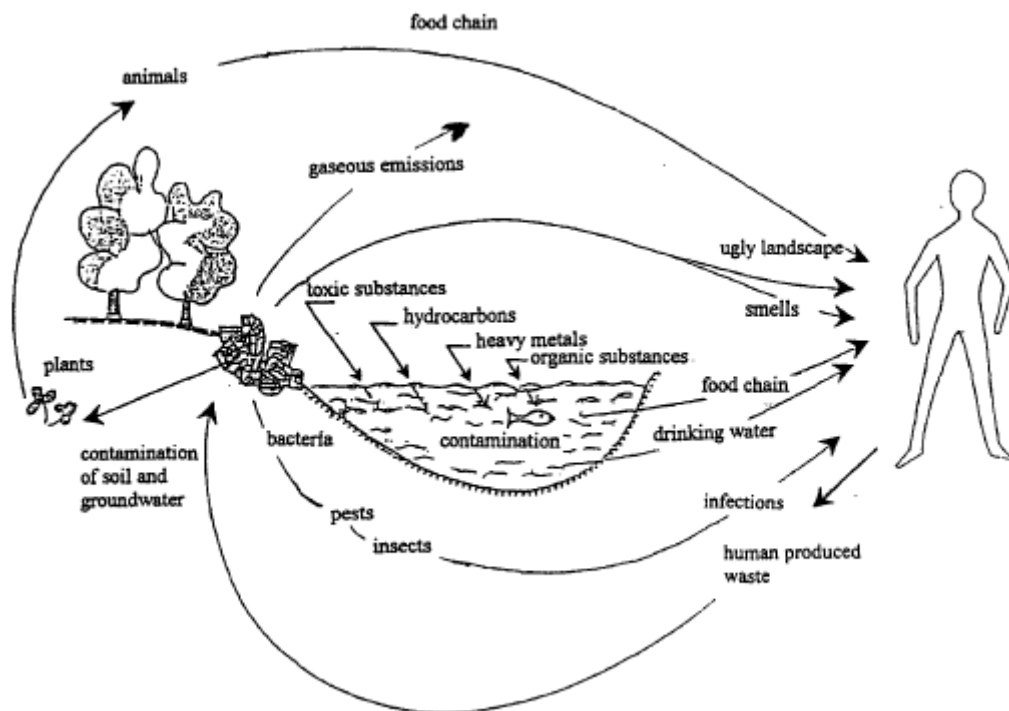


Imagen 12: Rutas de exposición a peligros causados por vertederos abiertos incontrolados.
Fuente: Solid waste landfills in middle- and lower-income countries: a technical guide to planning, design, and operation. Philip Rushbrook, Michael Pugh.

Los residuos no recolectados que se dejan cerca de las casas, en las calles, en los mercados o en los desagües abiertos (en estos bloquean y estancan el agua fomentando la reproducción de mosquitos tal y como se observa en la Imagen 13) pueden convertirse en un caldo de cultivo para los organismos portadores de enfermedades como el mosquito, lo que a su vez puede producir casos de malaria y dengue (AfDB 2002, Hoornweg y Bhada-Tata 2012, Mangizvo y Wiseman 2012, Okot-Okumu 2012, Ziraba et al. 2016).



Imagen 13: Alcantarillado superficial. *Fuente: OAN International*

Los equipos eléctricos y electrónicos desecho (WEEE-Waste electrical and electronic equipment) contienen sustancias tóxicas como plomo, mercurio y éteres de difenilo polibromados. Cuando se desmantela de manera inadecuada, WEEE expone a los que están en contacto con productos químicos con el potencial de causar graves consecuencias para la salud. Otros impactos en la salud incluyen trastornos respiratorios causados por la inhalación de sustancias tóxicas de la quema de RSU (Residuos Sólidos Urbanos).

Impactos económicos

Tradicionalmente, se ha recomendado el manejo adecuado de los residuos sólidos con el fin de proteger la salud humana y el medio ambiente (Soos 2017). Sin embargo, la experiencia en los países desarrollados ha demostrado también que tiene el potencial de generar ingresos y de, por tanto, generar empleo directo para hombres y mujeres a través de la reutilización, el reciclaje y la recuperación (Woroniuk y Schalkwyk 1998, Soos 2017).

La prevención, reutilización, reciclaje y recuperación desechos también tiene el potencial de abordar la problemática del agotamiento de los recursos nacionales y mundiales (PNUMA 2015). Los desechos deben considerarse como un recurso que debe incorporarse a la agenda desarrollo humano y al desarrollo urbano en los países africanos.

Actualmente en Nikki no se está aprovechando lo suficiente estos recursos para favorecer la economía de la ciudad y generar empleos.

4.3. Proyectos anteriores en Nikki sobre gestión de residuos

Por lo que respecta a los proyectos anteriores sobre recogida de basuras llevados a cabo en Nikki, únicamente se realizó un proyecto de gestión de residuos y que resultó fallido.

La principal causa fue la falta de fondos debido a que las personas no pagaban las correspondientes tasas. Costaba 3 millones de CFA por mes y a cada hogar se le pedía 300 CFA. Además, el sistema no tenía ningún tipo de tratamiento posterior de los residuos, únicamente recogían los residuos y eran depositados en otro lugar.

Ahora tienen pequeños contratos a título privado con el hospital y la maison de la Gaaní pero que en ningún momento es aplicable al resto de Nikki.

4.4. Restricciones

En general, dentro del continente africano, se pueden encontrar diversos factores que restringen el sistema de gestión de residuos. Tales factores incluyen (UNEP., 2018):

Falta o debilidad de la legislación y su aplicación.

Aunque la mayoría de los países africanos han ratificado los MEAs (*multilateral environmental agreement*) sobre desechos y productos químicos, en general no los han incorporado a las leyes nacionales (UNEP 2014). Y mientras que la mayoría de los países africanos tienen alguna legislación para gestionar el residuo, el incumplimiento de esta legislación da lugar a una cultura de impunidad y debilita la eficacia de la gestión desechos en general (UNEP 2014). Como resultado, los comerciantes de residuos aprovechan los débiles controles para realizar movimientos transfronterizos ilegales de residuos peligrosos.

Baja conciencia pública y actitudes negativas.

La limitada conciencia pública sobre el manejo y reciclaje adecuado de los desechos, y la mala gestión de los residuos domésticos, son limitaciones importantes para la gestión integrada de residuos en África. Los problemas típicos incluyen (i) un bajo nivel de conciencia pública; (ii) participación limitada de los hogares como partes interesadas clave en la prestación de servicios; (iii) una concepción comunitaria de eliminación de residuos como un servicio de bienestar que debe ser brindado como un servicio social gratuito por el gobierno; (iv) retrasos en el pago de las cuotas de recaudación por parte de los hogares; y (v) una relación informal entre los hogares y los recolectores que conduce a la falta de pago de los servicios (Poswa 2001, Jatau 2013, Chengula et al. al. 2015).

Además, las normas sociales que se centran en los hombres para la toma de decisiones en los procesos de consulta comunitaria a menudo no toman en cuenta la igualdad de género, descuidando así las necesidades de las mujeres. "A menos que se tomen medidas explícitas para garantizar la participación de las mujeres, sus prioridades, responsabilidades y necesidades en cuanto a la generación y gestión de residuos no serán escuchadas". (Woroniuk y Schalkwyk 1998: 1).

Inestabilidad política y conflictos.

Se ha demostrado que los problemas de gestión de residuos son peores en los países africanos afectados por conflictos e inestabilidad política (Mwesigye et al., 2009). Los conflictos crean entornos favorables para el movimiento transfronterizo ilegal de desechos y una falta general o deficiente de gobernabilidad y capacidad institucional para apoyar una mejor gestión de desechos en países y ciudades africanas (Clayton 2005, Wilson 2007, Ognibene 2007, Lambrechts y Hector 2016).

Otros factores

Otros factores pueden incluir: una provisión presupuestaria insuficiente para la recolección y eliminación de desechos, equipos de operación inadecuados y/o que funcionan mal, falta de participación pública efectiva y marcos inadecuados de gobernanza de gestión de desechos, entre otros.

Por lo que respecta ya específicamente a la ciudad de Nikki, al pertenecer a un país empobrecido de África, se pueden observar las siguientes restricciones, muy semejantes con las mencionadas anteriormente:

- El presupuesto económico
- La gran falta de datos necesarios para desarrollar este proyecto.
- La falta de legislación ambiental.
- El mal estado de las vías de circulación.
- Falta de personal cualificado.
- El problema de la conciencia ambiental. En Nikki no se ve como algo prioritario esta problemática, ni desde el seno de la sociedad ni desde el ayuntamiento. Esta falta de conciencia suele ir acompañada de la falta de un mecanismo de cumplimiento efectivo para garantizar el uso correcto de las instalaciones de almacenamiento de residuos

5. Disposiciones legales y normas aplicadas

Respecto a la normativa aplicable en la recogida de residuos en Nikki, no existe actualmente ninguna legislación que lleve un control sobre esta.

Únicamente se ha encontrado una ley que puede afectar a la recogida de residuos que entró en vigor a principios de 2019: *Loi n° 2017-39 DU 26 decembre 2017*. Esta ley prohíbe la producción, importación, exportación, comercialización, posesión, distribución y uso de bolsas de plástico no biodegradables en la República de Benin.

Esta ley se introdujo con el fin de reducir significativamente el problema de las bolsas de plástico en las calles de Nikki.

6. Programas de cálculo

En este proyecto se van a utilizar los programas de cálculo ArcGIS, Excel y Presto.

El ArcGIS es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica (SIG). Se puede pensar en el sistema ArcGIS como en una infraestructura para elaborar mapas y poner la información geográfica a disposición de los usuarios dentro de un departamento, por toda una organización, entre varias organizaciones y comunidades de usuarios o en Internet, para cualquier usuario interesado en acceder a ella. En general, esta herramienta permite:

- Crear, compartir y utilizar mapas inteligentes
- Compilar información geográfica
- Crear y administrar bases de datos geográficas
- Resolver problemas con el análisis espacial
- Crear aplicaciones basadas en mapas
- Dar a conocer y compartir información mediante la geografía y la visualización

El Excel es un programa informático desarrollado por la empresa Microsoft y que forma parte de Office que es una suite ofimática que incluye otros programas como Word y PowerPoint. Excel se distingue de todos los programas ofimáticos porque permite trabajar con datos numéricos. Con los números que se almacena en Excel, se pueden realizar cálculos aritméticos básicos y también se pueden aplicar funciones matemáticas de mayor complejidad, o utilizar funciones estadísticas. Excel facilita en gran medida el trabajo con números y permite analizarlos fácilmente y generar reportes con herramientas como los gráficos y las tablas dinámicas. Pertenece a la categoría de programas informáticos conocida como *hojas de cálculo*.

El Presto es un programa integrado de gestión y control de costes para edificación y obra civil. Comprende las necesidades de los agentes que intervienen en todas las fases:

- Profesionales que redactan proyectos
- BIM Managers
- Directores de ejecución de obra y Project Managers
- Empresas constructoras y promotoras

Presto está orientado a facilitar la estandarización, la reutilización y el intercambio de datos entre los distintos agentes de la edificación. Toda la información se mantiene integrada en el presupuesto, desde la planificación hasta las certificaciones, incluyendo el control económico de la obra, la información de los sistemas de gestión de la calidad y la documentación de la obra terminada, proporcionando un entorno compartido y ordenado de gestión del conocimiento.

7. Definiciones y abreviaturas

-Ruta: Una ruta especifica las características del vehículo y del conductor, además de representar la travesía entre depósitos y órdenes. En Network Analyst, vehículos, rutas y conductores son sinónimos y el término ruta se utiliza para englobar a los tres.

-Órdenes o paradas: Cada una de las paradas en las que se recogen los residuos.

-Depósitos: En ArcGIS un depósito es una ubicación desde la que sale un vehículo al comienzo de su día laborable y a la que vuelve al final del mismo. También, los depósitos son las ubicaciones donde se cargan los vehículos (para las entregas) o se descargan (para las recogidas). En algunos casos, un depósito también puede actuar como ubicación de renovación donde el vehículo puede descargarse o volverse a cargar y seguir realizando entregas y recogidas. En este caso, el depósito actúa como comienzo y final del día laborable, y como ubicación descarga del vehículo.

-Reanudaciones de ruta: especifica los depósitos intermedios que pueden visitar las rutas de un análisis de problema de generación de rutas para vehículos para volver a descargar los residuos que están recogiendo.

-Distancia de viaje total para la ruta: es la distancia total recorrida por el vehículo en dicho itinerario.

-Tiempo de servicio total: es el tiempo de servicio total empleado en todas las órdenes en la ruta.

-Tiempo de viaje total para la ruta: es el tiempo total empleado en los viajes por dicho vehículo o ruta, es decir, es el tiempo total de conducción del vehículo en dicho itinerario.

-Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta: El tiempo de servicio total empleado en todas las visitas de renovación en la ruta.

-Número de visitas al depósito: equivale al número de visitas a depósitos para llevar a cabo la reanudación de ruta.

-Duración total de la ruta: Es como se indica, la duración total de la ruta. Esto incluye los tiempos de viaje, así como los tiempos de servicio y de espera en órdenes y depósitos. En este caso, la duración total de la ruta es la suma de los valores del tiempo de servicio total, tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta y el tiempo de viaje total para la ruta.

-Número de paradas asignadas a la ruta: es la cantidad de paradas que tiene que recorrer el vehículo en dicho itinerario.

-Coste de horas de trabajo normales: Es el coste de horas de trabajo normales, que no son horas extra.

-Coste de trabajo en horas extra: es el coste de trabajo en horas fuera de la jornada laboral habitual.

-Coste de distancia: se obtiene multiplicando los valores de campo distancia de viaje total para la ruta y el coste por unidad de distancia.

- Coste operativo total de la ruta: en este caso es la suma de los valores de coste de horas de trabajo normales, coste de trabajo en horas extra y coste de distancia

8. Situación global de la recogida de residuos en países en desarrollo

En esta sección se van a desarrollar las diferentes soluciones que se han aplicado en otros países en vías de desarrollo en las etapas de prerrecogida, recogida primaria y recogida secundaria.

8.1. Prerrecogida

Esta etapa es realizada por el generador de residuos e incluye las operaciones de separación, almacenamiento y procesamiento de los residuos desde el origen hasta su disposición en el punto de recogida.

8.1.1. Selección del número de fracciones de residuos

En este apartado se analizarán los diferentes tipos de separación en origen. Entre las más comunes se encuentran las que se citan a continuación y que se pueden observar en la Imagen 14:

- Residuos sin fraccionar: son basuras sin clasificar, se encuentran mezclados.
- Separación en dos fracciones: separación en materia fermentable y resto.
- Separación en tres fracciones: clasificación de los residuos en fermentables, materiales ligeros y resto.
- Separación en cuatro fracciones: agrupación en papel-cartón, vidrio, plásticos y resto.

Sin fraccionar	Totales 
Dos fracciones: Materia fermentable y Resto	Fermentables  Resto 
Tres fracciones: Materia fermentable, Materiales ligeros, Resto	Fermentables  Resto  Ligeros 
Separación específica: Materiales específicos y Resto	Resto  Específicos 

Imagen 14: Tipos de fraccionamiento en origen. Fuente: (Gallardo, A.; Bovea, M.D.; Colomer, F.J.; Carlos, M.; Prades, M., INGRES Ingeniería de Residuos. Dpto. de Ingeniería Mecánica y Construcción. Universitat Jaume I, 2009)

8.1.2. Depósito para almacenamiento de los residuos mixtos y orgánicos

En primer lugar, comentar que la provisión de contenedores puede ser responsabilidad de la agencia de recolección, del dueño de casa, o puede ser promovida por una campaña de educación pública.

Para el caso de almacenamiento desechos en las viviendas existe una gran variedad de contenedores sencillos utilizados hoy en día a nivel global en los países en desarrollo, tal y como se muestra en la Imagen 15 e Imagen 16:

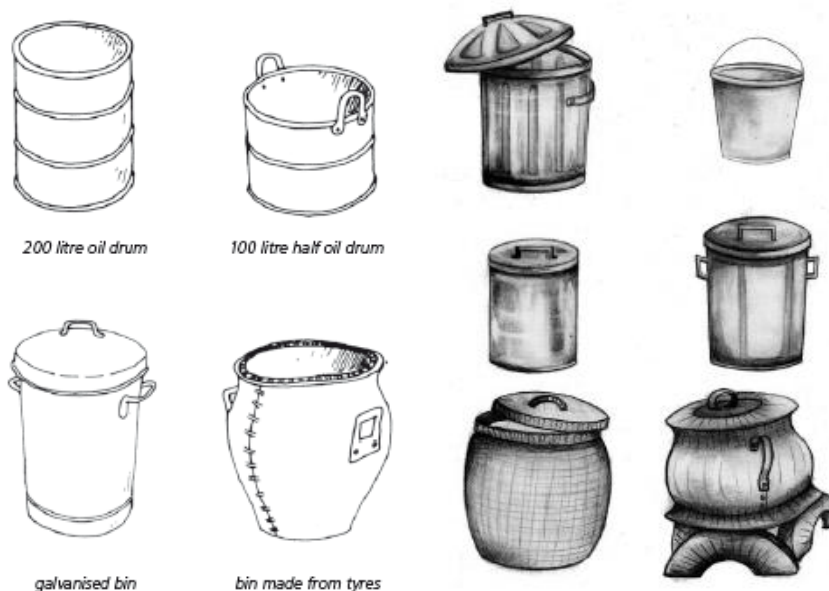


Imagen 15: Contenedores utilizados en algunos países en desarrollo. Fuente: (Waste Aid, 2017)



Imagen 16: Diferentes tipos de contenedores utilizados para almacenar los residuos en los países en vías desarrollo. Fuente: (UN-HABITAT, 2010)

- **Bolsas de plástico**

Las bolsas de plástico son adecuadas ya que la humedad no traspasa el envase si no se rasga la bolsa y son relativamente limpias y fáciles de manejar. Una desventaja es que los perros y los gatos pueden rasgarlos fácilmente, y otra es que los objetos afilados pueden perforarlos fácilmente y puede causar lesiones a la persona que los lleva. En ciertos países (mediante el pago de un precio mayor) el dinero de la compra de las bolsas de plástico se usa para pagar el servicio de recolección de residuos.

- **Cajas de cartón**

Las cajas de cartón pierden fuerza cuando se mojan debido a los residuos que contienen, o cuando entran en contacto con la lluvia o la humedad del suelo.

- **Contenedores de metal o de plástico**

Algunos contenedores de metal improvisados tienen bordes irregulares que pueden cortar las manos que los levantan.

Los contenedores de plástico y de acero galvanizado con tapa se usan comúnmente en áreas de ingresos medios y altos, pero son relativamente caros y, por lo tanto, pueden ser robados. Además, debido a su precio, es posible que no se lo puedan permitir en países empobrecidos.

También, hay depósitos de plástico muy comunes en casas (cubos de plástico), de poca capacidad y que son económicos.

- **Contenedores hechos de neumáticos**

Los contenedores fabricados con neumáticos usados de automóviles y camiones, tienen capacidades que van desde los 30 hasta los 80 litros. Son más eficientes cuando está diseñado con tapa para evitar insectos y olores. Tienen un bajo coste económico.

- **Bidones**

Los bidones de aceite de doscientos litros son utilizados como contenedores de almacenamiento por los hogares y locales comerciales e institucionales. Sin embargo, son muy pesados de manejar y no facilitan la carga rápida en los vehículos de recolección. No es raro verlos volcarse para vaciar su contenido en la carretera, de modo que los residuos se puedan cargar en el camión de recolección con una pala o rastrillarlos en cubos pequeños o cestas. Este es un sistema lento, laborioso y antihigiénico que resulta en una mala utilización del vehículo y una baja productividad laboral. El hecho de que rara vez tengan tapa también los hace muy poco atractivos para una aplicación generalizada.

Una mejora del anterior es cortar los bidones en dos y soldar los mangos a ellos. Otra desventaja puede estar en el hecho de que los bidones son cilíndricos, tienen sus lados paralelos (no tienen forma cónica). Por lo tanto, cuando los desechos se compactan dentro puede ser difícil tirarlos, especialmente si los bidones están un poco deformados o dañados.

- **Cestas de madera o junco, y sacos de polietileno o textiles**

Las cestas de madera o junco, al igual que los sacos de polietileno o textiles, son económicos pero tienen el inconveniente de que los lixiviados producidos por los residuos pueden filtrarse entre los orificios del recipiente. No obstante, son una solución muy factible para el caso de residuos reciclables como son los plásticos.

8.1.3. Depósito para almacenar plásticos, especialmente para las bolsas

Para el caso de plásticos, se podrían utilizar también los contenedores comentados para los residuos mixtos y orgánicos. No obstante, si se desea algo más específico para el almacenaje de bolsas, se encuentran estas dos posibilidades:

- **Gancho Suiro**

Por un lado, se podrían almacenar las bolsas mediante un gancho largo que está siendo ya usado con éxito en otros proyectos de separación de residuos en Nepal por Practical Action (ver Imagen 17 como ejemplo). En este gancho, llamado Suiro, simplemente se enganchan las diversas bolsas de plástico para su almacenaje (en la Imagen 18 se muestra su forma simple).



Imagen 17: Ejemplo de gancho Suiro en Nepal. Fuente: (Practical Action, 2008)

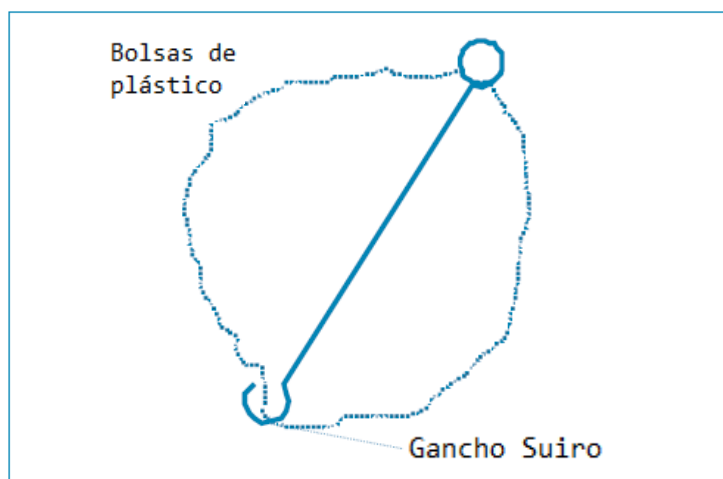
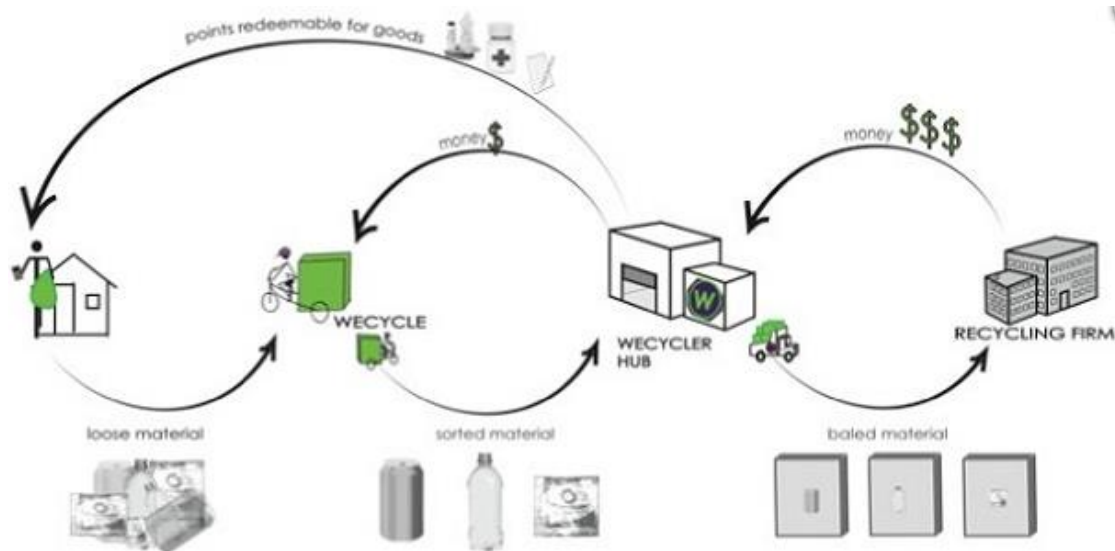


Imagen 18: Gancho Suiro utilizado para colgar y almacenar las bolsas de plástico. Fuente: (Practical Action, 2008)

- **Sacos de polietileno o textiles**

Por otro lado, se podrían proporcionar sacos de polietileno o textiles, por ser más económicos, para almacenar los plásticos. De este modo, al recogerse periódicamente, la persona que recolecta la parte de plásticos coloca directamente el saco lleno en el vehículo, proporcionando otro saco vacío a la persona generadora. Esto incrementa la comodidad e higiene de la persona que lo recoge (de esta forma sólo ha de colocar el saco dentro del vehículo).

Añadir, además, que se podría pesar los desechos y proporcionar como un sistema de puntos canjeable por incentivos en función de los kilos de plástico que se proporciona. De este modo se motiva a que la población separe los residuos en el origen. Este método es aplicado por WeCyclers en Nigeria (ver Imagen 19).



Wecycler Business Model (Bits)

Imagen 19: Modelo de negocio de WeCycler (Nigeria). Fuente: (WeCyclers, s.f.)

8.2. Recogida primaria

La recogida primaria es aquella que recolecta los residuos que producen los generadores de basuras, en este caso, en las viviendas. La basura recogida se transporta y se almacena hasta lo que se llama un punto de transferencia, o es llevada directamente a una planta de tratamiento.

Para saber cómo se lleva a cabo esta etapa, a continuación, se expondrá un análisis de cuáles son los métodos de recogida usados, además de los vehículos y contenedores utilizados.

8.2.1. Nivel de almacenamiento (*Storage Level – SL*)

Dependiendo del tipo de prerrecolecta escogido, de forma general se siguen unos ciertos criterios de la situación de los puntos de recogida en función de la distancia (Gallardo, A.; Bovea, M.D.; Colomer, F.J.; Carlos, M.; Prades, M., INGRES Ingeniería de Residuos. Dpto. de Ingeniería Mecánica y Construcción. Universitat Jaume I, 2009):

-Recogida puerta a puerta: Las personas que generan los residuos no transportan los residuos a un punto de recogida en concreto, son los servicios de recogida de basuras los que se trasladan a cada una de las viviendas para recolectar los residuos. Es decir, la situación de cada punto de recogida se encuentra en cada puerta o local.

-Recogida mediante contenedores comunes en la vía pública:

-Recogida por contenedor: La distancia máxima del punto de situación del contenedor a cualquier patio ha de ser de 30 metros como máximo.

-Recogida en áreas de aportación: La distancia máxima es de 250 metros. La ubicación de los contenedores se realiza en función del grado de recuperación que se desea alcanzar.

-Recogida en establecimiento: La ubicación de los puntos de recogida se realiza en función del grado de recuperación que se quiera alcanzar.

-Recogida en instalación: La ubicación de los puntos de recogida se realiza en función del grado de recuperación que se quiera alcanzar

En África, una buena recolección de residuos y de servicios de transporte a menudo sólo se encuentra en los centros de las ciudades, mientras que los servicios en los suburbios suelen ser pobres. En los centros urbanos, la recolección de residuos de puerta a puerta es la práctica más común. Tradicionalmente, los servicios de recolección de residuos son provistos por los sectores público y privado, como los municipios o contratistas privados. Sin embargo, el papel del sector informal y las organizaciones de base comunitaria (OBC) en la recolección de residuos es igualmente importante en muchos países africanos. (UNEP (2018). Africa Waste Management Outlook. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.)

Por otro lado, señalar que, tal y como se indica en (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010), el costo de la recolección del almacenamiento comunitario es menor que la recolección de cada vivienda, siempre que las cantidades de residuos no se dispersen en las calles y que no sea necesario reemplazar los contenedores con frecuencia.

Por tanto, no sólo se debe tener en cuenta el factor de distancia entre vivienda y punto de recogida de residuos, si no también de los stakeholders implicados. Entre estos, los recicladores pueden estar preocupados por si tienen acceso a los desechos, tanto en términos de su ubicación como del tiempo durante el cual podrán trabajar con ellos. También existe una preocupación general sobre los aspectos ambientales generales, que incluyen:

-Si los residuos serán dispersados por el viento, los animales, los niños o los recolectores de residuos antes de ser recolectados.

-Sobre el olor o la contaminación causada por los residuos mientras se espera su recolección y, a este respecto, la proximidad a las casas o negocios.

-Con respecto a la apariencia de los residuos y cualquier obstrucción que pueda causar al tráfico o peatones.

-Por último, si los insectos y las ratas podrán reproducirse en o cerca de las instalaciones de almacenamiento.

Es por todo ello que se debe también tener en cuenta los factores sociales, en particular con respecto al acceso de extraños a la propiedad privada. En este sentido, generalmente se depositan los residuos en tres lugares (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010):

-En la calle, a poca distancia de la propiedad del generador.

-En la calle, en el límite de la propiedad.

-Dentro de la propiedad.

- **En la calle**

-Contenedores comunitarios:

En este sistema, las viviendas llevan sus residuos a lugares predeterminados donde suele haber algún tipo de instalación de almacenamiento comunitario. Los vehículos de recolección recogen estos sitios a intervalos frecuentes, generalmente una vez al día o cada dos días, para eliminar los desechos acumulados.

La principal ventaja de este método de recolección es que reduce considerablemente el número de contenedores a vaciar. Sin embargo, la concepción de ahorro económico debido a la reducción del número de contenedores podría resultar falsa, puesto que si los contenedores están muy separados la cooperación pública podría ser deficiente, lo que hace que las personas tiren los residuos al suelo para evitar tener que llevarlos al contenedor. Si esto sucede, la tarea de recolección se transferirá al servicio de barrido de calles (en caso de existir), que suele ser más caro que la recolección de residuos en contenedores. Por lo que los residentes locales deben participar en las decisiones que afectan la ubicación de los contenedores.

El espacio en el que deben ubicarse las instalaciones de almacenamiento depende de la medida en que una comunidad esté dispuesta a cooperar en su uso adecuado al llevar sus desechos a los contenedores, en lugar de tirarlos en la calle o en parcelas abiertas más cercanas a sus hogares o las empresas. Por lo general, los contenedores deben estar espaciados para que la distancia entre dos contenedores no supere los 200 metros (algunos estudios en América del Sur demostraron que 160 metros es la distancia máxima sobre la cual los residentes, a menudo niños, están dispuestos a traer sus desechos).

En áreas congestionadas, es posible que no se puedan ubicar contenedores a distancias convenientes. En áreas de viviendas tradicionales, donde los contenedores de la comunidad sólo pueden ubicarse en lugares donde hay suficiente espacio para el propio contenedor y para el acceso adecuado del vehículo de recolección (como es por ejemplo en las calles principales), la distancia desde algunas viviendas hasta el contenedor más cercano puede ser considerable. No obstante, los residentes pueden estar acostumbrados a llevar sus residuos hasta el contenedor en el camino hacia la escuela o cuando van a recoger agua.

Este sistema proporciona un nivel de servicio relativamente bajo a un bajo costo. Es apreciado por los residentes que no desean almacenar sus residuos en sus viviendas, porque pueden sacar sus desechos al contenedor de la calle en cualquier momento.

La empresa de recolección puede recolectar los desechos en cualquier momento del día o de la noche para adaptarse a su conveniencia.

En algunas ciudades, los contenedores ubicados en la calle se consideran inaceptables porque los residuos están siempre presentes y visibles en las calles, lo que da a las calles un aspecto desordenado. Los residentes y los comerciantes pueden quejarse por el hecho de tener un contenedor cerca de sus instalaciones debido a los efectos que puede provocar en la salud, los problemas de olor, la presencia de perros, gatos y aves, u otras razones estéticas. Pero también, quieren que el contenedor esté lo suficientemente cerca para que los niños puedan llevar los desechos al contenedor sin cruzar una calle concurrida o caminar un largo camino.

La quema de desechos en contenedores ubicados en la calle, puede ser un problema grave cuando los contenedores se quedan sin servicio por un período de tiempo prolongado. Si no se recolectan frecuentemente los residuos, éstos pueden empezar a pudrirse y a atraer a moscas, causando además problemas de olor. En tales situaciones, existe una tendencia a que los propietarios de los hogares cercanos quemen los residuos para prevenir estos problemas. Sin embargo, esto puede causar un problema aún más grave, ya que la quema de desechos a baja temperatura, especialmente si los desechos contienen materiales plásticos, liberan gases que contienen dioxinas y furanos que son peligrosos para la salud.

La legislación para prevenir la quema de contenedores debería introducirse y aplicarse rigurosamente en todos los países. Además, la quema de contenedores, para el caso de recipientes de metal, daña el recubrimiento protector que evita la corrosión y, para el caso de los recipientes de plástico, se derriten y se destruyen por completo. Por lo tanto, es esencial que cualquier contenedor ubicado en la calle se vacíe con regularidad, cada dos días o, como máximo, cada tres días, antes de que los desechos comiencen a descomponerse y que los hogares se quejen. En los países más fríos una colección semanal puede ser aceptable.

-Sistema de recolección de bloques (*block collection system*):

Este método de recolección se utiliza en muchos países. En este sistema, un vehículo de recolección recorre una ruta determinada, a una frecuencia de recogida de generalmente cada dos o tres días, y se detiene en unos lugares seleccionados. En estos lugares específicos, hacen sonar una campana o reproducen música mientras conducen para informar a las viviendas de su llegada. Al escuchar la señal, los dueños de las casas traen su basura a los camiones y se la entregan a los trabajadores, que vacían los contenedores y se los devuelven a los dueños de las casas. A veces los residentes vacían los residuos en el vehículo ellos mismos.

De este modo no existen contenedores en lugares públicos. La productividad del vehículo y la mano de obra de este sistema son entre baja y media. El tiempo en cada lugar debe ser el suficiente para que les dé tiempo a los residentes o a sus sirvientes a sacar sus residuos, de lo contrario, los residuos se depositarán en la calle.

- **En el límite de la propiedad – nivel de acera**

El equipo de recolección recoge los residuos en contenedores, bolsas y otros recipientes que se han dejado en la carretera. Los residentes y los comerciantes deben ser informados de antemano sobre los días en que se realizará la recolección para que puedan sacar sus desperdicios a tiempo para la recogida en la calle. Este sistema requiere un servicio de recolección muy regular y bien organizada, para que los miembros de la familia sepan cuándo sacar sus desechos. Los retrasos en el servicio de recolección provocan que los residuos se queden fuera por más tiempo, lo que aumenta las posibilidades de que se dispersen. Cuando la recolección es irregular, es común ver los contenedores colocados permanentemente en el exterior, con una mayor incidencia de la dispersión de desechos por los trabajadores informales y animales, y un mayor riesgo de que los contenedores sean robados o dañados.

También existen problemas cuando los residentes no participan de manera adecuada. Es frecuente que los residentes se quejen de que el servicio de recolección se ha negado a hacer su trabajo, cuando en realidad la responsabilidad es de los propios residentes por no dejar sus residuos para la recolección en el momento correcto.

La recolección a nivel de acera también se puede utilizar junto con el sonido de una campana u otras señales para invitar a los hogares a sacar sus contenedores de residuos. Esta opción podría reducir algunas de las desventajas del sistema relacionados con la dispersión de los desechos debido a los animales y el robo de contenedores, o reducir los accidentes de tráfico causados por los contenedores con ruedas. Ciertos vehículos de basura, tales como carros con ruedas de acero traccionados por personas y vehículos compactadores, señalan efectivamente su llegada a través del ruido que hacen durante el funcionamiento normal y, donde se han utilizado tales vehículos, se ha observado una mayor eficiencia. Por otro lado, los hogares que no tienen a nadie en casa cuando llegan los recolectores pueden dejar sus contenedores antes de salir de casa.

- **Dentro de la propiedad**

-Recolección en patios traseros:

Este sistema requiere que los habitantes no hagan más que almacenar sus desechos fuera en los patios traseros. El equipo de recolección entra en cada propiedad, saca el contenedor, vacía los desechos en el vehículo de recolección y devuelve el contenedor a su lugar, colocando de nuevo la tapa.

La falta de participación de los miembros de la familia en el proceso de recolección conlleva a un aumento de los costes de mano de obra para poder entrar en todos los locales, y a frecuentes retrasos mientras se espera la apertura de las puertas. Cuando los costes de mano de obra son altos, este método puede ser dos veces más caro que la recolección a nivel de acera. Este método se está volviendo menos común en los países industrializados y rara vez se practica en los países en desarrollo. En algunas comunidades, la intrusión en la privacidad y la seguridad impide la consideración de este método como una posible opción.

Además, este método puede ser asequible sólo si la recolección es poco frecuente, generalmente una vez por semana. Los intervalos de recolección más frecuentes, necesarios en climas cálidos, dan como resultado una baja productividad del vehículo y, por lo tanto, costes muy altos.

-Recogida en edificios de apartamentos:

Existen dos opciones más para edificios de apartamentos de varias plantas. Una es proporcionar almacenamiento en el exterior o en la planta baja, desde donde el servicio de recolección puede recoger los residuos. Los residuos pueden ser depositados a estos contenedores por los propios residentes, por el cuidador del edificio o por medio de tolvas de basura verticales que tienen aberturas en cada piso para que los residentes puedan tirar los residuos hasta los contenedores situados en la planta baja. No obstante, estos canales han resultado ser muy problemáticos en muchas situaciones, debido a que pueden bloquearse las basuras en el conducto y a que pueden tener problemas de olor, fomentando la cría de cucarachas. Es por ello que el conducto debe tener la superficie interior lisa y deben de ser limpiados regularmente.

Otra alternativa es que los trabajadores del servicio de limpieza recolecten las basuras de cada apartamento individual, ya sea recogiendo los desechos que dejan los residentes afuera de cada puerta o tocando las puertas para pedir a los residentes que entreguen sus desechos. Esto es claramente muy laborioso, pero ha demostrado ser sostenible en áreas de clase media de El Cairo.

En la Tabla 3 se muestra un resumen de los métodos de recolección anteriormente explicados, en la que se muestra las ventajas y desventajas de cada uno de éstos.

Descripción	Contenedores comunitarios	Sistema de recolección de bloques	Nivel de acera	Dentro de la propiedad
Cooperación de los dueños de la casa en el transporte de contenedores de basura o bolsas	Sí	Sí	Sí	No
Cooperación de los propietarios en el vaciado de contenedores de basura	Sí	Opcional	No	No
Necesidad de servicio programado	No	Opcional	Sí	No
Acceso de los recicladores a los residuos	Muy alto	Ninguno	Alto	Ninguno
Tamaño medio de la tripulación (excluyendo el conductor)	1-2 (portátil) 2-4 (estacionario)	Entre 1-2	Entre 1-4	Entre 2-6
Denuncias por allanamiento	No	No	No	Sí
Nivel de servicio	Bajo	Justo	Bueno	Bueno
Coste de la recogida por hogar	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto

Tabla 3: Comparación de varios métodos de recolección de residuos

8.2.2. Tipos de vehículos utilizados

En este punto se van a explicar algunos de los vehículos que típicamente se utilizan para el servicio de recogida de basuras en los países en desarrollo (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010).

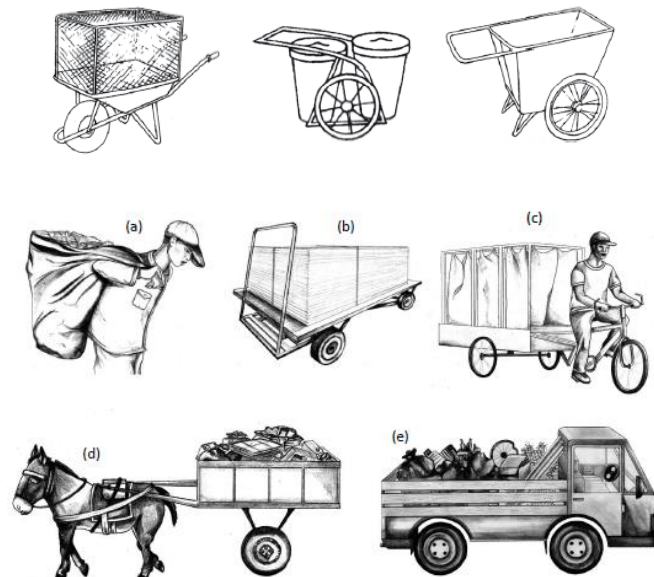


Imagen 20: Tipos de vehículos de recogida utilizados en diferentes países en vías desarrollo.
Fuente: (Waste Aid, 2017)

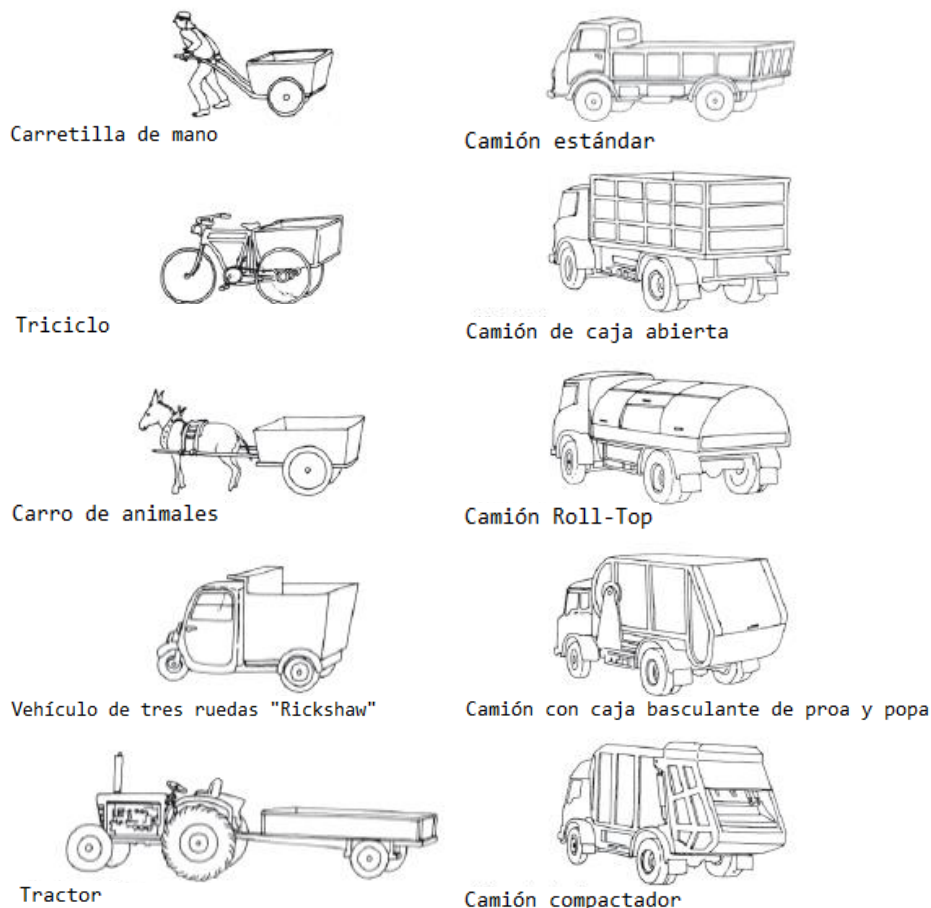


Imagen 21: Diferentes tipos de vehículos utilizados en diversos países en desarrollo. Fuente: (UN-HABITAT, 2010)

- **Carros por tracción humana**

Se pueden utilizar vehículos traccionados por personas tal y como se observa en la Imagen 20 e Imagen 21. Con éstos, se consiguen ahorros económicos en cuanto al precio de adquisición del vehículo y el ahorro de gasolina. Son apropiadas cuando las distancias de recorrido son cortas (por lo general hasta 1 km) y no hay pendientes pronunciadas. Pueden ser la única opción factible en áreas de viviendas de alta densidad donde los vehículos más grandes no pueden operar o en áreas con tráfico muy congestionado. Sin embargo, también posee ciertos inconvenientes como son entre otros:

-La baja velocidad, con el consecuente problema de una menor tasa de recolección por día.

-Los kilos a transportar, puesto que suponen un mayor esfuerzo para las personas que transportan el carro y puede provocar secuelas de salud a largo plazo. Esto también implica tener que realizar mayores viajes hasta la estación de transferencia, lo que conlleva a un aumento del tiempo desplazamiento.

Por último, recalcar que, en muchos países, los carros de mano mal diseñados dan como resultado un trabajo más costoso para los operadores, una baja eficiencia laboral y una imagen deficiente para la ciudad. Es por ello, que los carros deben de estar bien diseñados, de manera que las ruedas sean lo suficientemente grandes para que sean más fáciles de empujar. Por otro lado, en otros países pintan los carros para dar una mejor imagen, además de proporcionar uniformes a los trabajadores con el fin de crear una buena imagen para la ciudad y aumentar la higiene y seguridad de los trabajadores (Ver diferencias entre Imagen 22, Imagen 23 e Imagen 24).



Imagen 22: Recogida mediante tracción humana en Hanoi (Vietnam). Fuente: (UN-HABITAT, 2010)



Imagen 23: Recogida mediante tracción humana en la Ville de Lomé (Togo). Fuente: (TOPANOU, 2012)



Imagen 24: Recogida separada en Bangalore, India. Fuente: (Silke Rothenberger, Christian Zurbrügg, Iftekhar Enayetullah, A. H. Md. Maqsood Sinha, 2006)

- **Triciclos de carga**

En este método una persona tracciona una bicicleta que tiene enganchada un remolque para depositar los residuos. La carga la pueden llevar en la parte delantera (Ver Imagen 25) o en la trasera (Ver Imagen 26), sin embargo, es preferible llevarla en la trasera debido a que éstos se suelen llenar más de lo debido, y la delantera impide ver al trabajador hacia dónde se dirige.

Los triciclos con carga suelen tener un alcance de alrededor de 2 km, ya que pueden pedalear hasta el área de recolección y, si están bien diseñados, llevarlos cuando están cargados a una pequeña estación de transferencia. La introducción de pequeñas estaciones de transferencia debería mejorar en gran medida la eficiencia de la recolección de triciclos. En algunas culturas no se acepta que las mujeres monten triciclos.

Para cargas más grandes, implica un mejor diseño del remolque y de las ruedas. Al diseñarlo, se debe prestar especial atención a la higiene y a la seguridad para transferir los desechos del carro a la siguiente etapa de transporte.

Las ventajas e inconvenientes más significativos son los mismos que la anterior propuesta, con la diferencia de que la bici puede ir a una velocidad mayor. No requieren permiso de conducir.

Este sistema es utilizado en Nigeria por WeCyclers de manera exitosa para transportar los plásticos para su servicio de recolección de plástico (Ver Imagen 27).



Imagen 25: Triciclos utilizados en China con la carga en la parte delantera. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)



Imagen 26: Triciclos utilizados en China con la carga en la parte trasera. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)



Imagen 27: Triciclos utilizados en WeCyclers. Fuente: WeCyclers.

- **Carros por tracción animal**

Se trata de carros traccionados por animales. Burros, mulas, caballos y búfalos se utilizan para tirar cargas en muchos países. Los carros de animales pueden ser efectivos en la recolección de desechos para distancias de hasta 5 km. Se debe prestar atención al diseño de los carros y al arnés para minimizar las cargas que los animales deben soportar y para simplificar la inclinación en el vaciado del remolque (Ver como ejemplo en Imagen 28). En comunidades con pendientes pronunciadas y caminos de acceso no pavimentados, los burros y las mulas pueden transportar los desechos en alforjas (un contenedor a cada lado). No necesitan de permiso de conducir.

Las ventajas y desventajas más significativas son similares al anterior vehículo (en cuanto a velocidad y kilos a transportar), no obstante, en algunos proyectos de países en vías de desarrollo se dejaron de utilizar este tipo de carros debido a la elevada mortalidad de los animales.



Imagen 28: Mejora de los carros por tracción animal en Pakistán. A la izquierda se muestra el problema existente con los animales a la hora de descargar los residuos. A la derecha la solución finalmente adaptada. Fuente: (UN-HABITAT, SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE WORLD'S CITIES. WATER AND SANITATION IN THE WORLD'S CITIES, 2010)

- **Motocultor**

Los motocultores han sido adaptados para su uso como vehículos de recolección de residuos en países como Sri Lanka, Ghana y Kenia (Ver Imagen 29). Estos tractores pueden recorrer distancias de hasta 8 km. Las velocidades lentas (hasta 20 km / h), la falta de suspensión y la limitada capacidad de transporte de desechos, provocan que no se haga de éste un uso más amplio. No obstante, pueden desempeñar un papel útil como vehículos de recolección primarios donde existen distancias cortas.

La baja velocidad del motor les da a estos vehículos una vida larga y sin problemas y un consumo de combustible muy pequeño. En algunos países, se debe obtener una "aprobación de tipo especial" antes de que puedan utilizarse legalmente en las carreteras. En general, el remolque puede ser levantado manualmente por dos hombres para vaciarlo en los contenedores de los puntos de transferencia.

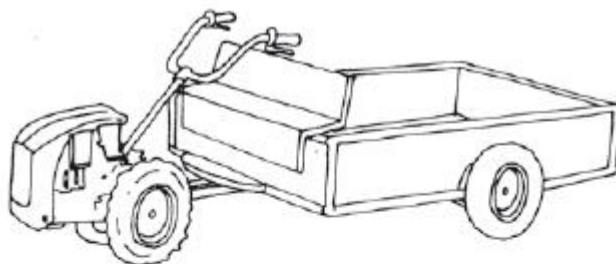


Imagen 29: Motocultor adaptado a la recolección de residuos. Fuente: (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

- **Triciclo motorizado**

Este es un tipo de vehículo fácil de encontrar en Nikki (Ver ejemplos en Imagen 30, Imagen 31 e Imagen 32). Tiene como principales ventajas que está motorizado, puede albergar en su remolque pesos que se encuentran alrededor de los 1000kg y puede entrar en calles más estrechas y difíciles de acceder (en comparación a otros vehículos como es el camión o el tractor).



Imagen 30: Triciclo motorizado típico utilizado en la Villa D'Abomey-Calavi (Benin). Fuente: (TOPANOU, 2012)



Imagen 31: Triciclo motorizado utilizado por Vicfold Recyclers para la recogida de plásticos en Nigeria. Fuente: (Vicfold Recyclers, s.f.)



Imagen 32: Triciclos motorizados utilizados en Vietnam. Fuente: (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

También, añadir que tal y como se observa en Imagen 33, en caso de lluvias existe la posibilidad de incorporar una cabina para evitar que el conductor se moje.



Imagen 33: Triciclo motorizado con protección para la lluvia. Fuente: (Afribaba, s.f.)

- **Automóvil de tres ruedas: “Rickshaw”**

Se utilizan en muchos países asiáticos y comienzan a aparecer en varios países africanos. Tienen las ventajas de tener un ancho reducido y una velocidad relativamente alta (hasta 30 km /h) y, por lo tanto, pueden operar en centros urbanos con mucho tráfico dentro de un radio de aproximadamente 5 km a partir de una estación de transferencia.

Las versiones anteriores de este vehículo estaban equipadas con motores de gasolina de dos tiempos que tenían consumos de combustible relativamente altos y causaban bastante contaminación del aire. Las versiones actuales están equipadas con motores diesel de un solo cilindro, el cual es más económico, o con motores de cuatro tiempos que son menos contaminantes. Estos vehículos son muy adecuados para su uso con estaciones de transferencia pequeñas y se pueden vaciar inclinando el remolque manualmente con la mano o con simples cilindros basculantes hidráulicos (Ver Imagen 34).

Los inconvenientes de este tipo de vehículo son las ruedas pequeñas (que pueden no ser adecuadas para carreteras muy dañadas) y la falta de espacio en la cabina para los trabajadores.

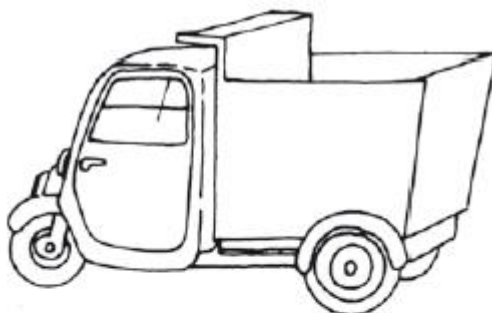


Imagen 34: Ejemplo de *Rickshaw* adaptado a la recolección de residuos. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

- **Vehículos satélite**

Los vehículos de este tipo han demostrado ser muy confiables en varias ciudades egipcias. La capacidad de alta inclinación del remolque permite que estos camiones descarguen directamente en grandes contenedores de transferencia.

El pequeño tamaño de las ruedas y la baja altura del chasis dan como resultado alturas de carga bajas y convenientes, lo que permite una carga rápida, pero no son adecuados para carreteras con baches muy graves debido a su pequeña distancia al suelo. Con anchos de solo 1,5 m, pueden llegar a muchas áreas donde los vehículos más grandes no pueden ir y son muy buenos en condiciones de tráfico pesado (ver Imagen 35).



Imagen 35: Descarg de un vehículo satélite a un punto de transferencia de mayor capacidad.
Fuente: (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

- **Tractores agrícolas con remolque:**

Debido al uso generalizado y al costo relativamente bajo de los tractores agrícolas en los países en desarrollo, el tractor y el remolque convencional abierto es una combinación común.

Los tractores tienen vidas útiles más largas que los camiones debido a sus bajas velocidades y su construcción simple. También, tienen un menor consumo de combustible y menores costes de mantenimiento, en comparación con los camiones. Además, generalmente es posible restaurar completamente un tractor a un coste mucho menor que un camión.

Los tractores agrícolas se utilizan con mucha frecuencia para la recolección de desechos en los países en desarrollo debido a su fiabilidad y costo relativamente (ver Imagen 36). Aunque a veces se critica su velocidad más lenta (normalmente 30 km/h), puede perfectamente transitar con el tráfico urbano, pero son más lentos que el resto de tráfico en las carreteras que conducen a los sitios de eliminación.

Los sistemas de tractores generalmente se consideran apropiados para distancias de hasta 20 km, pero en ocasiones se han utilizado para distancias de 40 km y más. Los tractores deben estar equipados con asientos seguros y cómodos para el conductor.

También hay tractores más pequeños que miden aproximadamente un metro de ancho y pueden tirar de remolques de ancho similar. Los vehículos de este tipo se pueden utilizar en callejones estrechos (este tipo de vehículos se usan en la Ciudad Vieja de Jerusalén).



Imagen 36: Tractor agrícola utilizado para la recolección desechos. Fuente: (UN-HABITAT, SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE WORLD'S CITIES. WATER AND SANITATION IN THE WORLD'S CITIES, 2010)

No obstante, a pesar de las ventajas que ofrece un tractor con remolque, carece de la maniobrabilidad necesaria en calles estrechas con esquinas cerradas. En caso de querer mejorar su maniobrabilidad, el remolque puede equiparse con una barra de tracción de “cuello de cisne” (para mayor claridad, ver Imagen 37). El peso adicional mejora la tracción de las ruedas traseras, reduciendo el deslizamiento. Esta modificación de la distribución del peso hace que un tractor convencional sea tan efectivo como un tractor de cuatro ruedas sobre terreno blando, a un costo considerablemente menor. Con esta distribución de peso modificada, un tractor y un remolque pueden viajar en terrenos blandos donde un camión podría "atascarse".



Imagen 37: Tractor agrícola con remolque de “cuello de cisne” adaptado. Fuente: (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

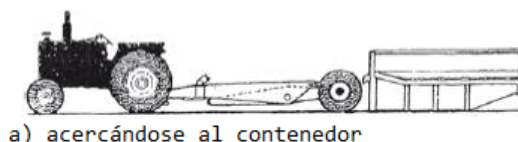
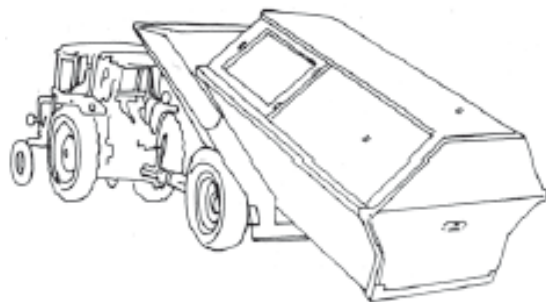
- **Tractores agrícolas con contenedor**

Los tractores se pueden usar para recoger desechos cargando un contenedor en los brazos de elevación estándar, en la parte trasera de un tractor (ver Imagen 38). Es necesario el uso de contrapeso en la parte delantera del tractor para contrarrestar las cargas traseras. Pueden acceder por calles estrechas y dañadas.

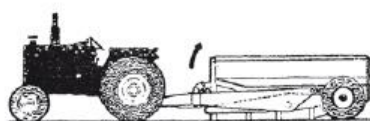


Imagen 38: Tractor con un contenedor acoplado a la parte trasera. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

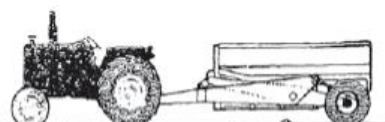
También, se pueden cargar con contenedores de mayor volumen utilizando remolques especiales para cargarlos. En este caso, el sistema hidráulico del tractor se utiliza tanto para recoger el contenedor como para vaciar el remolque de los residuos sin que el conductor tenga que abandonar el asiento del tractor (ver Imagen 39).



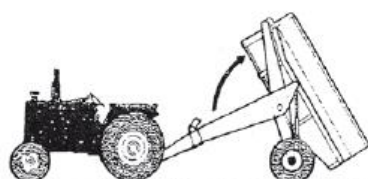
a) acercándose al contenedor



b) recogiendo el contenedor



c) transportando el contenedor



d) vaciando el contenedor



Imagen 39: Ejemplo de tractor agrícola con contenedores de mayor volumen adaptados a su parte trasera. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries*, 2010)

Normalmente, un tractor y un remolque de contenedores no cuestan más de la mitad del coste de un camión con la misma capacidad (pero la velocidad del tractor es significativamente menor en una larga distancia). Generalmente, se puede esperar que los cálculos de costes muestren que los tractores que cargan con contenedores sean más económicos para distancias de hasta 15 km.

- **Camión de caja abierta**

Estos son extremadamente lentos y poco higiénicos para cargar, ya que los desechos deben pasar del nivel del suelo a un trabajador que se encuentra dentro del camión, o deben de ser lanzados por medio de palas (ver Imagen 40). Ambas operaciones de carga son antihigiénicas. Aunque este tipo de vehículo se usa ampliamente en los

países en desarrollo, donde están fácilmente disponibles y, a menudo, se ensamblan localmente, son, quizás, el menos rentable de todos los vehículos no compactadores.



Imagen 40: Ejemplo de camión de caja abierta. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

La velocidad de carga lenta causada por las altas alturas de carga hace que se requiera un número excesivo de estos vehículos. También hay una tendencia a que la basura y los desperdicios sueltos se desprendan de la parte superior de la caja del camión mientras viajan, a menos que se indique a los cargadores que aseguren una red o una lona sobre la carga.

Si la carga se apila por encima de los lados de un camión con caja abierta, y permanece por encima de ellos al final del viaje, incluso después de que la vibración haya reducido el volumen de la carga, puede haber problemas para descargar el vehículo cuando los residuos golpean el portón trasero, como se muestra en Imagen 41(a). Este problema se puede evitar levantando la parte superior del portón (ver Imagen 41 (b) (c)). Un enfoque alternativo es usar dos puertas traseras con bisagras en los lados de la caja del camión (Imagen 41 (d)), siempre que estén bien sujetas a los lados de la caja antes de inclinarse (si no están bien sujetos, se balancearán hacia atrás cuando la caja se incline, pudiendo causar lesiones graves a las personas que se encuentren cerca de ellos, o dañándose si llegan al suelo y son empujados hacia abajo por el mecanismo de inclinación).

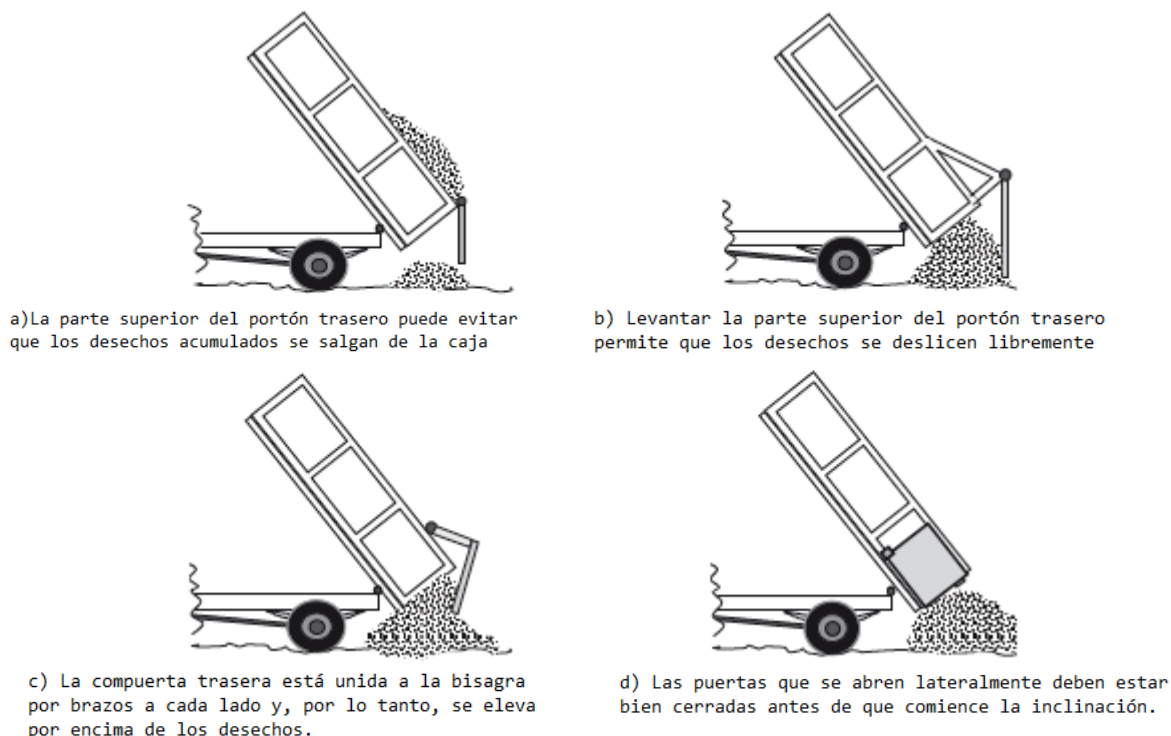


Imagen 41: Diversas maneras descargar un remolque. Fuente: (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

Estas últimas consideraciones también pueden ser relevantes a otros tipos de vehículos de recogida no compactadores.

Por otro lado, es preferible utilizar camiones en los que se pueda inclinar la caja para vaciar los residuos. Los vehículos que no tienen la posibilidad de inclinar la caja para vaciar los residuos pueden tener una altura de carga inferior a la de aquellos con cajas basculantes, pero el tiempo adicional que se tarda en descargarlos manualmente y los riesgos adicionales para la salud de los/as trabajadores/as hacen que estos vehículos sean incluso menos aceptables. Por lo que es preferible utilizar camiones en los que se pueda inclinar la caja.



Imagen 42: Descarga manual de un camión sin posibilidad de inclinar la carga. Fuente: (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

- **Vehículos de carga lateral "roll-top"**

Estos vehículos generalmente tienen tapas en forma de medio cilindro en la caja y se pueden cargar desde cada lado a través de puertas correderas curvas (ver Imagen 43). Este tipo de vehículo es, quizás, la forma más común de vehículo especializado de recolección de residuos que se encuentra en los países en desarrollo. Estos vehículos rara vez llevan cargas razonables de residuos. Muy a menudo, el chasis del camión usado está diseñado para transportar cargas útiles de 5 toneladas o más, pero los vehículos rara vez alcanzan una carga útil real de más de 2 toneladas.

Las alturas de carga están determinadas por el tamaño de las ruedas del camión y la altura lateral de la caja. En camiones grandes, con caja alta, los cargadores no pueden alcanzar el centro de la caja y cargarla completamente, y por lo tanto, la caja del vehículo debe construirse sobre un chasis pequeño con diámetros de rueda pequeños y anchos de caja reducidos. En la mayoría de los países en desarrollo, las principales ventajas son el bajo costo de capital y la fácil fabricación local.

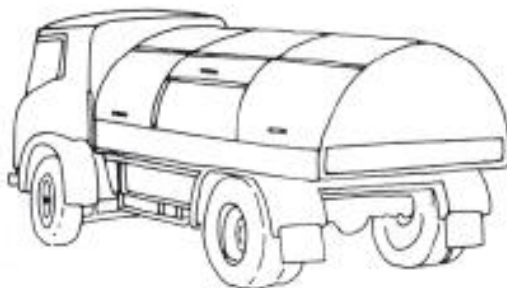


Imagen 43: Ejemplo de camión de carga lateral roll-top. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

Cuando se utilizan contenedores de almacenamiento de residuos excesivamente pesados, como bidones de aceite de 200 litros, se pueden requerir hasta cinco trabajadores para cargar los desechos, y al menos uno de ellos debería estar dentro del vehículo durante la operación de carga. Esta práctica es antihigiénica y peligrosa y no puede justificarse, incluso si hay un aumento en la productividad del vehículo.

La productividad del vehículo se reduce drásticamente cuando requieren que los desechos se tiren al suelo antes de cargarlos en el vehículo utilizando cestas. La productividad de estos vehículos es más alta cuando los desechos se almacenan en

contenedores de capacidad generalmente no superior a 80 litros para facilitar la carga. A medida que estos vehículos se vuelven más viejos, sus puertas correderas a menudo se dañan o corroen y no pueden cerrarse. Como resultado, los residuos pueden caerse del vehículo al estar en movimiento.

- **Camiones cerrados de carga frontal**

Estos vehículos, conocidos como "*tipacks*", son bastante comunes en algunos países del sur de África. Tienen una obertura delantera en el cuerpo del camión, a través de la cual se cargan los desechos (ver Imagen 44). Los desechos se pasan a un trabajador que se encuentra en la plataforma de la parte frontal de la caja y va llenando el camión, cuando la sección frontal está llena, la caja se inclina hacia atrás con las puertas traseras cerradas, de modo que los desechos se deslizan hacia la parte posterior. Luego se baja el cuerpo y se repite la operación hasta que el vehículo está lleno. La caja del camión se vacía abriendo las puertas traseras e inclinando la caja.

Estas cajas pueden tener grandes capacidades, pero son lentos para cargar, ya que hay espacio para acomodar a una sola persona en la plataforma y la velocidad de carga depende de esta persona. No se pueden usar grandes contenedores de almacenamiento, ya que el peso de los contenedores llenos no debe ser demasiado para una sola persona y el espacio donde trabaja ésta está restringido. Sin embargo, la productividad del vehículo es considerablemente más alta que la del camión de caja abierta.

La caja es fácil de producir localmente en los países en desarrollo y tiene la ventaja de estar cerrada, lo que evita que los desechos se caigan al suelo cuando el vehículo está en movimiento.



Imagen 44: Ejemplo de camión de carga frontal. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries*, 2010)

- **Camión con caja basculante de proa y popa.**

Este diseño de carrocería combina una carga trasera fácil y proporciona una gran capacidad, y hay muchas situaciones en países en desarrollo donde este sistema ofrece varias ventajas.

Se pueden fabricar en la mayoría de los países en desarrollo sin más instalaciones que la simple maquinaria para cortar, soldar y doblar chapas de acero, y se puede instalar en cualquier chasis de camión disponible localmente.

La caja funciona inclinándose en dos direcciones: hacia el frente para transferir los desechos al frente del cuerpo, creando así espacio para una mayor carga, y hacia la parte posterior para la descarga (consulta Imagen 45).

Si bien el vehículo rara vez se ha utilizado en los países en desarrollo, es quizás uno de los vehículos más adecuados y rentables para manejar el tipo y la naturaleza de los desechos que se generan en los países en desarrollo en la actualidad. Por lo tanto, se recomienda que se preste más atención a este sistema. En general, este tipo de vehículo es adecuado para el manejo de desechos con densidades superiores a 250 kg/m³.

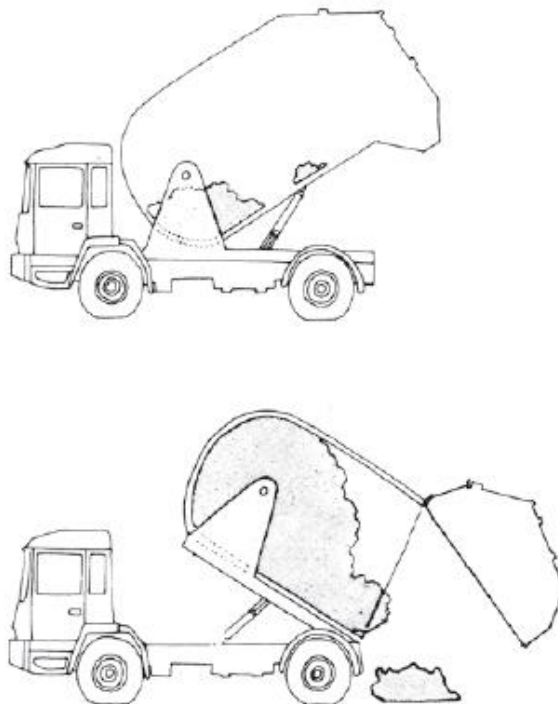


Imagen 45: Ejemplo de vehículo de proa y popa. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

- **Camión con sistema de elevación de carga lateral**

Este sistema se usa comúnmente en China con contenedores estandarizados de alrededor de 100 litros de capacidad. Los contenedores se desplazan hacia el lado del vehículo, a la parte delantera, donde el mecanismo de elevación los recoge y descarga su contenido a través del techo de la caja. Cuando la parte delantera está llena, la caja se inclina con la puerta trasera cerrada, de modo que los desechos se deslizan hacia atrás y la carga puede continuar. Este es un sistema simple y efectivo en el que se utilizan pequeños contenedores con ruedas (ver Imagen 46), no obstante, el suministro de contenedores estandarizados para el almacenamiento primario de todos los desechos sólidos en el área de recolección puede ser muy costoso (recolección puerta a puerta).

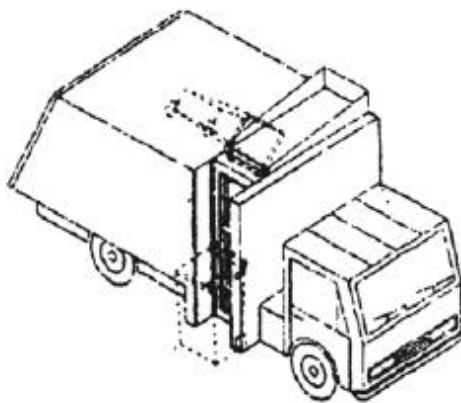


Imagen 46: Camiones de carga de residuos lateral. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

- **Sistema de grúa-volquete**

Este sistema fue desarrollado en Gaza como una mejora en un diseño local que utiliza una grúa hidráulica para llegar desde el camión para recoger y vaciar contenedores (ver Imagen 47). La grúa puede levantar contenedores de 1,0 m³ y puede ser operada por una sola persona (aunque normalmente el conductor tiene un asistente). Se puede usar de manera segura si los contenedores no están ubicados debajo de cables aéreos (ya que el brazo de la grúa se extiende por encima del camión). La carrocería del camión se puede fabricar en la mayoría de los países en desarrollo, pero la grúa hidráulica es un elemento especializado que debe importarse. Este es bastante caro, por lo que es esencial que la grúa elegida sea de un modelo que esté disponible en el país en cuestión.

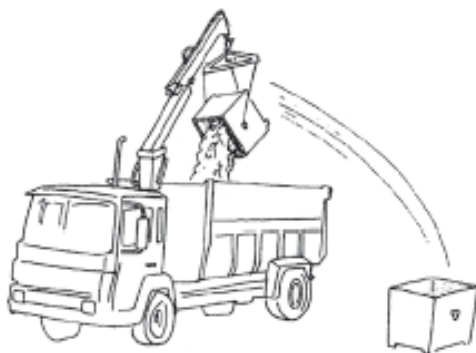


Imagen 47: Camión con grúa incorporada para la descarga de residuos. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

- **Camiones grúa (*Skiplift*)**

El sistema *skiplift* utiliza dos brazos y cadenas de elevación accionados hidráulicamente para recoger los contenedores (ver Imagen 48). El conductor o un asistente deben bajar del camión para sujetar las cadenas al contenedor, de modo que el contenedor pueda levantarse sobre la plataforma del camión.

El ancho del contenedor está restringido por el espacio entre los dos brazos de elevación y la altura está limitada por la barra transversal que une las partes superiores de los brazos. Estas restricciones de ancho y altura limitan el tamaño máximo del contenedor a aproximadamente 6 m³, por lo que generalmente se puede obtener una carga útil completa cuando el contenedor está lleno con desechos de alta densidad. Los vehículos de recogida de contenedores suelen tardar menos de dos minutos en recoger y depositar los contenedores y la misma cantidad de tiempo para inclinar su carga. Por lo tanto, los camiones *skiplift* pueden ser extremadamente productivos, manejando diez o más cargas cada día, dependiendo de las distancias de transporte.

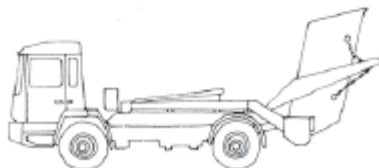
Si los contenedores abiertos se usan para desechos municipales, deben cubrirse con una red o lona cuando se transportan, y esta operación aumenta significativamente los tiempos de recolección y vaciado. Los contenedores abiertos y cónicos se pueden apilar, y algunos camiones pueden transportar dos contenedores cargados, uno dentro del otro, cuando el inferior no está completamente lleno.



a) recogiendo el contenedor



b) transportando el contenedor



c) volcando el contenedor



Imagen 48: Ejemplo de camión grúa. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

- **Sistemas *roll-on* y *hooklift***

Estos sistemas tienen un brazo operado hidráulicamente que está equipado con un gancho que encaja en la parte frontal del contenedor (ver Imagen 49).

Pueden recoger contenedores de mayor capacidad que los camiones *skiplift* anteriormente explicados y, por lo tanto, son más adecuados para los desechos municipales. Son capaces de manejar hasta 20 m³, de acuerdo con la capacidad de carga útil del camión. Se han empleado con éxito pequeños camiones GVW de 5 toneladas con contenedores de 4 m³ en Yemen para atender a comunidades más pequeñas. Requieren poco espacio de maniobra.

Con camiones de tres y cuatro ejes, son posibles contenedores de hasta 30 m³, pero tales sistemas son extremadamente costosos y, casi nunca, son apropiados para los países en desarrollo, a menos que sean vehículos de transporte secundario que deben cubrir distancias muy largas.

Los contenedores abiertos deben cubrirse con una red o lona cuando las cargas están siendo transportadas, y colocar esta lona sobre la carga se suma al tiempo de recogida y descarga.

Generalmente, para cada camión hay una persona que es responsable de asegurar de que el acceso sea claro y de barrer los desechos sueltos alrededor del contenedor.

La longitud del espacio requerido por un contenedor de 6 m de largo se calcula en 23 metros en la Imagen 50, lo que limita en gran medida el uso de dichos contenedores en áreas del centro de la ciudad.



a) enganchando el contenedor



b) levantando el contenedor



c) transportando el contenedor



d) vaciando el contenedor



Imagen 49: Camión Hooklift. Fuente: (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

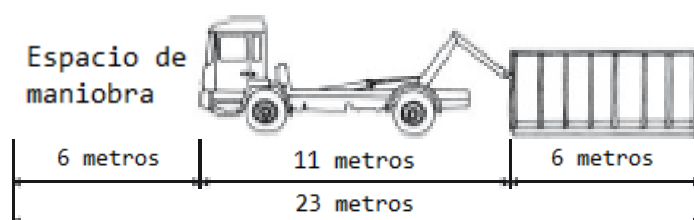


Imagen 50: Longitud requerida para un camión tipo hooklift. Fuente: (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

- **Micrabin**

Conocido como *Micrabin*, diseñado para transportar contenedores pequeños para distancias cortas y operar en condiciones difíciles de carretera, calles estrechas y en áreas congestionadas (ver Imagen 51). Se está utilizando con gran éxito en las islas Maldivas. Puede ir a una velocidad máxima de 20 km / h. Los brazos operados hidráulicamente pueden recoger contenedores de 2.0 m³.

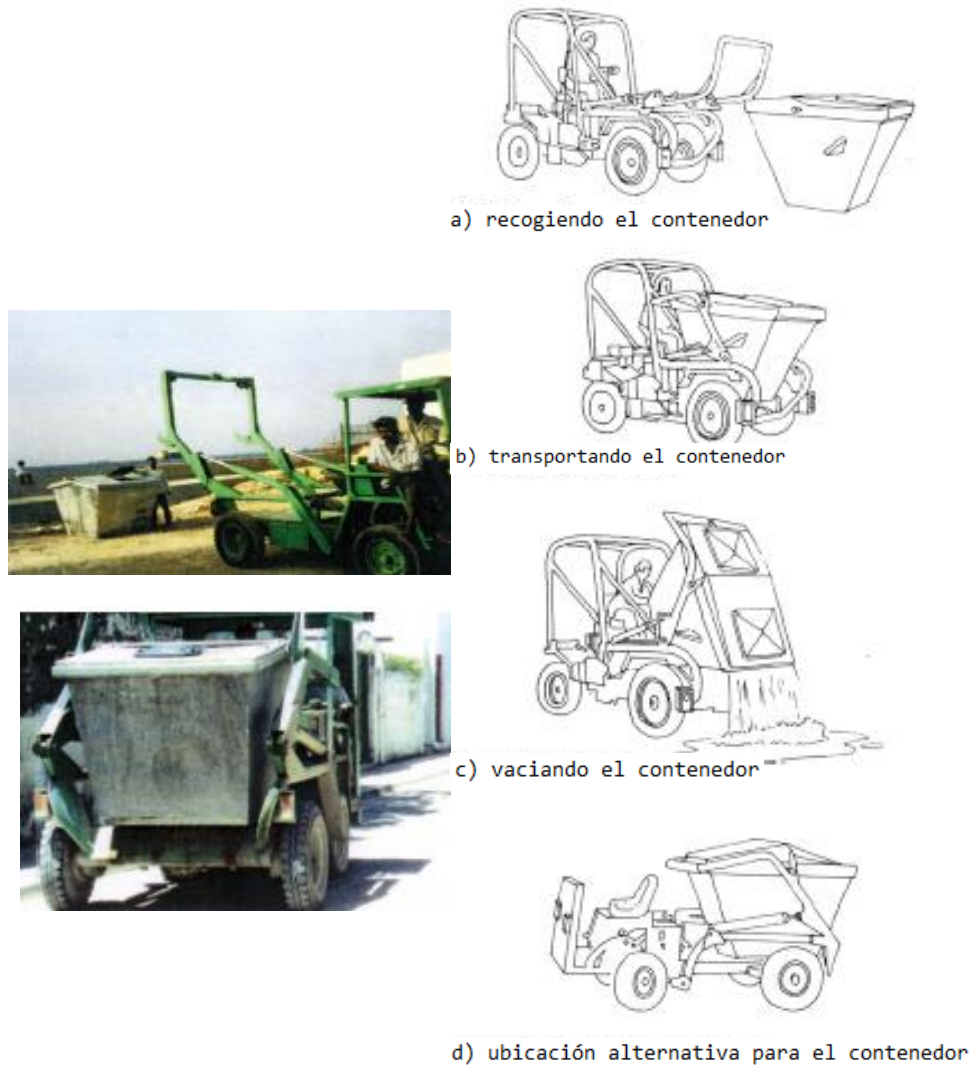


Imagen 51: Ejemplo de Micrabin. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

- **Camión compactador de basura**

Este es el típico vehículo utilizado para la recogida de basuras en países desarrollados (ver Imagen 52). Ofrece la función de comprimir los desechos para conseguir una mayor capacidad de almacenado. Al igual que los camiones explicados anteriormente, tiene como inconvenientes el precio y su tamaño.



Imagen 52: Ejemplo de recogida de residuos mediante un camión compactador. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

Además, tales vehículos no son adecuados para su uso en la mayoría de los países en desarrollo donde los desechos en su estado natural ya son muy densos (en el caso de Nikki, la densidad se encuentra en un rango de alrededor de 400- 500kg/m³), por lo que se tiene un ratio de compresión de los residuos muy bajo.

8.2.3. Tipos de contenedores utilizados

Para el caso de la recogida puerta a puerta, ya se han comentado en la sección 8.1 Prerrecogida los tipos depósitos más comunes que se utilizan. Para el caso de contenedores en la vía pública, los que más se utilizan son los siguientes (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*):

- **Depósitos fijos:**

-Búnkers de hormigón y tubos de hormigón: Estos dos tipos de instalaciones de almacenamiento se han probado con frecuencia y han fallado constantemente. Los desechos a menudo se dispersan por la instalación y atraen a los insectos, roedores y animales y no se proporciona protección contra la lluvia (ver Imagen 53).

Además de crear problemas estéticos y de salud, las instalaciones de almacenamiento de residuos fijos son operativamente inadecuadas. Los residuos deben eliminarse rastrillando sobre el suelo y cargándolos en cestas antes de llevarlos al vehículo. Esto suele ser poco saludable y es una tarea que consume mucho tiempo, lo que limita la productividad tanto del trabajo como de los vehículos. El uso continuado de este tipo instalaciones de almacenamiento fijos no puede justificarse.



Imagen 53: Depósitos fijos comunitarios. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

- **Depósitos no fijos:**

Una solución mejor que la anterior, que es mucho más eficiente e higiénica y está creciendo rápidamente en popularidad, es el contenedor portátil. Los tamaños europeos estándar de contenedores de dos ruedas tienen una capacidad de 80 a 240 litros y los contenedores de cuatro ruedas tienen una capacidad de 660, 880, 1,100 y 1,500 litros.

Por lo general, son de plástico, pero también pueden ser de chapa de acero galvanizado (ver Imagen 54). Estos contenedores se vacían con un equipo de elevación mecánica instalado en el camión de recolección y luego se reemplazan en el mismo lugar.

A pesar del actual auge de los contenedores que incorporan ruedas, éstos tienen también inconvenientes, entre los que se encuentran los siguientes:

- Tienen el problema de que el terreno en el que se ubiquen los contenedores pueda ser blando o desigual y en tales casos puede ser muy difícil mover un contenedor.

- La alta densidad de los desechos en muchos países en desarrollo puede desgastar y dañar las ruedas rápidamente.

- El reemplazo de estos contenedores tienen un alto coste económico.

- Existe el riesgo de que los contenedores sean movidos a lugares no autorizados.

- Los contenedores portátiles de pequeña capacidad son susceptibles de ser volcados por los recicladores informales que buscan materiales recuperables.



Imagen 54: Diferentes tipos de contenedores no fijos. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries*, 2010)

- **Depósitos intercambiables**

Los sistemas de contenedores intercambiables se utilizan de varias maneras en la recogida primaria (ver Imagen 55):

-Como un contenedor comunitario para desechos domésticos

Los residentes y los comerciantes traen sus desechos a los contenedores. Los sistemas de contenedores intercambiables vienen en una variedad de tamaños, y es muy importante seleccionar un tamaño de contenedor adecuado (prestando especial atención a la altura de carga), de acuerdo con la población que se va a servir. Los contenedores intercambiables convencionales son demasiado grandes para la mayoría de las situaciones y resultarían poco rentables debido a las pequeñas cargas transportadas. Los sistemas de contenedores para desechos que contienen material biodegradable deben operarse en un horario regular con recolección a intervalos de no más de dos días para evitar problemas con insectos, roedores u olores. (Este intervalo

más corto es necesario porque los desechos que se colocan en los contenedores pueden haber estado almacenados en los hogares por algún tiempo y comenzar a descomponerse).

-Como contenedor en un sistema de transferencia

Los desechos recolectados en casas y tiendas por pequeños vehículos de recolección, como carros de mano y rickshaws de tres ruedas, se pueden cargar en contenedores intercambiables. En la recogida secundaria, las grandes operaciones de transferencia a menudo usan contenedores grandes, a veces con compactación, para transportar grandes cantidades de desechos a grandes distancias. Si el sistema funciona bien, siempre hay un contenedor disponible para recibir los desechos de la colección primaria, sin que haya que esperar. El vehículo que retira los contenedores también puede pasar poco tiempo esperando.

-Como contenedor para los mercados

Los mercados generalmente producen grandes cantidades de desechos que se generan continuamente a lo largo de la jornada laboral. Los grandes contenedores intercambiables pueden ubicarse en dichos mercados y vaciarse cada noche o con mayor frecuencia si es necesario.

-Para desechos industriales e institucionales

Muchos desechos de industrias e instituciones no son biodegradables, por lo que se pueden recolectar con menos frecuencia que los desechos domésticos, ya sea en forma regular o a pedido del generador. Los residuos de construcción y demolición y algunos residuos industriales son mucho más densos que los desechos municipales, y en tales casos se debe tener cuidado al dimensionar los contenedores para garantizar que la carga útil no sea excesiva.

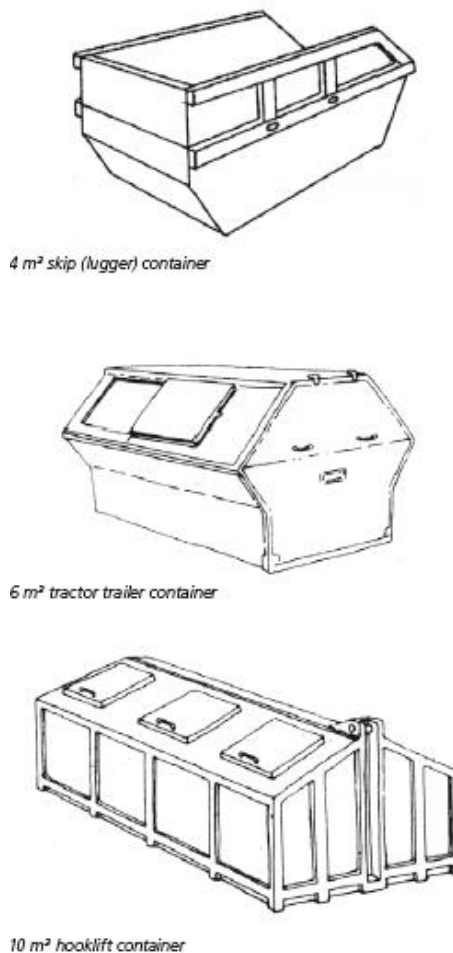


Imagen 55: Ejemplos de depósitos intercambiables. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

8.3. Estaciones de transferencia

Las estaciones de transferencia están formadas por un conjunto de instalaciones y equipos que dan la posibilidad de transferir los residuos sólidos desde vehículos de recogida de menor capacidad a vehículos o contenedores de mayor capacidad. Estos últimos vehículos están diseñados para el transporte de grandes cargas de residuos y recorrer largas distancias hasta el sitio correspondiente.

Estas estaciones de transferencia se suelen utilizar en la recogida secundaria. Esta recogida secundaria comprende la recolección de residuos desde el punto de transferencia hasta la disposición final o planta de tratamiento.

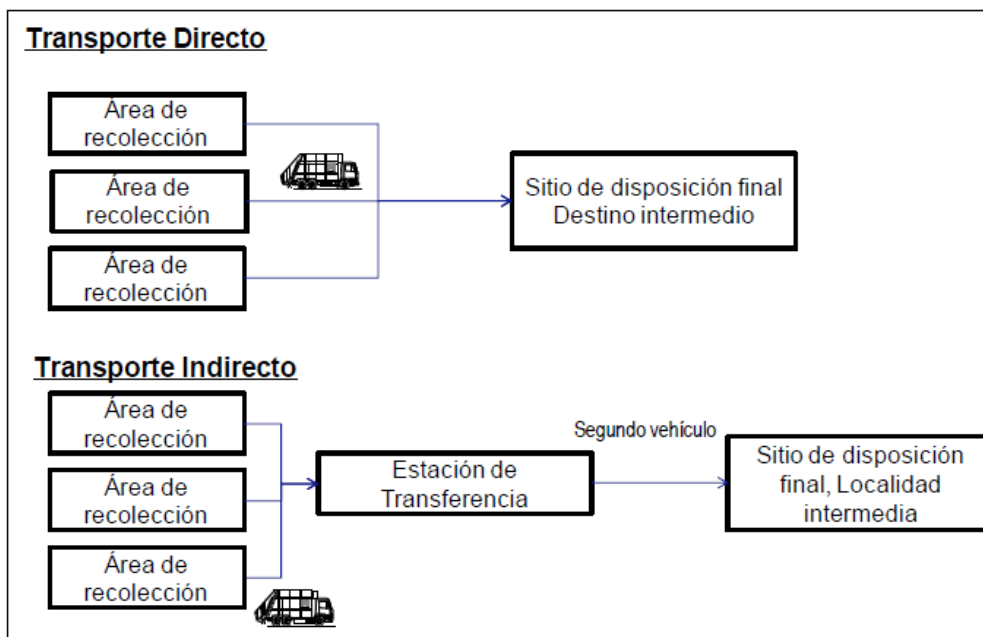


Figura 1: Métodos de transporte. Fuente: (Manual de Recolección y Transporte de los Residuos Sólidos)

8.3.1. Sistemas de transferencia utilizados

A continuación, se exponen los diversos tipos de sistemas de transferencia que puede haber (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010):

- **Sistema de encuentro**

Este método de transferencia no tiene infraestructura para la operación de transferencia. En su lugar, los conductores de los vehículos de recolección primaria reciben instrucciones de esperar el vehículo de transporte secundario en una ubicación particular y en un momento determinado.

Si bien no hay inversiones de capital involucradas en este acuerdo, existen deficiencias operativas muy importantes que resultan en altos costos operativos por tonelada de desechos transferidos. O bien el camión espera a que lleguen los recolectores primarios, o los recolectores primarios deben esperar al camión (ver Imagen 56). Pase lo que pase, se pierde tiempo y la productividad se resiente.



Imagen 56: Cola de triciclos en la recolección primaria realizada mediante sistema de encuentro en HO Chi Minh City, China. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

- **Carga desde el suelo**

En su forma más básica, una estación de transferencia puede consistir en tan sólo una porción plana de tierra sobre la cual el vehículo de recolección primario descarga los residuos, para luego cargarlos en el vehículo de transporte secundario. A pequeña escala, los desechos se pueden cargar manualmente, utilizando rastrillos y cestas o palas, pero este método es ineficiente y antihigiénico.

A menudo, se utilizan palas cargadoras para depositar estos residuos en camiones o contenedores grandes (ver Imagen 57), pero este método puede ser ineficiente si las palas cargadoras sólo funcionan por un corto tiempo cada día debido a la pequeña cantidad de desechos, o a los largos períodos en que los camiones viajan hacia el lugar de la disposición final y vuelven.



Imagen 57: Carga de un camión de residuos procedentes del suelo. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010*)

Este método de transferencia sólo debe considerarse como una medida de emergencia a corto plazo, debido al desorden que crea y al costo de operación de la pala cargadora.

Además, al depositarse los residuos en el suelo, existe la problemática de que se pueda contaminar el suelo debido a la filtración de lixiviados, entre otros. Por lo que es razonable realizar inversiones que maximicen la eficiencia y minimicen la contaminación a largo plazo.

Por último, los sitios de manejo de residuos de este tipo refuerzan la creencia de que todas las instalaciones de manejo de desechos son sucias, poco saludables y desordenadas, por lo que refuerzan la oposición pública a todas las nuevas instalaciones de manejo de residuos sólidos.

- **Estaciones de transferencia de nivel dividido**

Las estaciones de transferencia de nivel dividido normalmente tienen rampas para que los vehículos de recolección primaria puedan subir y descargar sus cargas, ya sea directamente en contenedores o en vehículos de transporte secundario (ver Imagen 58 e Imagen 59).



Imagen 58: Descarga directamente a un contenedor mediante la transferencia de nivel dividido en Bangladesh. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries*, 2010)



Imagen 59: Descarga directamente al camión mediante la transferencia de nivel dividido. Fuente: (UN-HABITAT, *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries*, 2010)

La rampa debe de tener la correcta inclinación para que un vehículo cargado pueda subirla; esto es especialmente importante en el caso de vehículos traccionados por personas o animales.

Las estaciones simples de transferencia en carretera pueden comprender una rampa y un contenedor o una rampa y un remolque.

Hay una serie de problemas fundamentales con todos los tipos de sistemas de rampa, incluyendo que:

- Estos sistemas ocupan grandes áreas de tierra, por lo que generalmente se ubican lejos del centro de la ciudad y de áreas densamente pobladas donde los valores de la tierra son altos, y se construyen en áreas marginales con valores de tierra más bajos. Esto, a su vez, resulta en distancias de viaje excesivamente largas para los vehículos de recolección primaria, lo que resulta en una reducción de la eficiencia del vehículo de recolección primaria y en la imposibilidad de usar ciertas opciones de vehículos de recogida de corto alcance, como carros de mano y triciclos manejados mediante la fuerza de personas.

- Los problemas de ruido y olfato son comunes a menos que el sitio se mantenga escrupulosamente limpio, y el papel y el plástico pueden ser movidos por el viento a propiedades de vecinos. Por estas razones, se puede esperar que los residentes se opongan a tener una estación de transferencia en su vecindario (incluso si la estación de transferencia se construyó antes de que hubiera alguna casa en la vecindad). La oposición pública a abrir estaciones de transferencia es otra razón por la que están ubicadas lejos de las áreas urbanas. El costo de cerrar completamente una gran estación de transferencia sería muy alto.

-Las estaciones de transferencia de compactación son muy costosas y tienen altos costes de energía. No hay razón para compactar los desechos si las cargas económicas se pueden transportar sin compactación.

- **Estaciones de transferencia pequeñas (STS) tipo foso y elevador**

Se suele pensar que las estaciones de transferencia requieren mucho espacio y tienen problemas con el ruido, la basura y los olores. Por lo que, como resultado, se ubican lejos de las áreas residenciales y comerciales, a cierta distancia de donde se generan los desechos, lo que resulta en mayores costes de recolección.

Sin embargo, un sistema que evolucionó originalmente en China y luego se desarrolló aún más cuando se introdujo en otros países (como es por ejemplo Vietnam y Egipto) ha cambiado esta forma de pensar. Ahora existen pequeñas estaciones de transferencia (ver Imagen 60) cerca de donde se generan los desechos, pudiendo incluso incorporarlas en las plantas bajas de los edificios de gran altura situados en el centro de la ciudad. Este nuevo enfoque utiliza múltiples estaciones de transferencia en el centro de la ciudad en lugar de una o dos estaciones de transferencia más grandes fuera de la ciudad. Como resultado, las distancias que recorren los vehículos de recolección primaria se reducen en gran medida, y los vehículos de recolección primaria más económicos y pequeños que los vehículos más grandes se pueden volver a utilizar.

Las estaciones de transferencia pequeñas trabajan sobre los siguientes principios:

-Un polipasto eléctrico deposita grandes contenedores abiertos en un pozo (o fosa) en el suelo, de modo que la parte superior del contenedor esté al nivel del suelo.

-Los vehículos de recolección de todo tipo pueden inclinar sus cargas directamente en los contenedores, sin la necesidad de mecanismos especiales de alta inclinación.

-La capacidad del contenedor se ajusta a la capacidad de los camiones de la recogida secundaria, con cierta capacidad de reserva para que siempre se puedan lograr cargas completas. Los contenedores pueden tener capacidades de hasta 30 m³ o más, dependiendo de la densidad de los desechos y el tipo de camión utilizado. Las densidades típicas de los residuos en los países en desarrollo permiten cargas de hasta 15 toneladas por contenedor en un chasis de camión 6 x 4 sin compactación alguna.

-Las células de pesaje en el fondo del foso determinan el peso de los residuos en el contenedor para que los contenedores puedan llenarse hasta su capacidad de carga máxima sin sobrecargar los camiones. Por lo tanto, cada carga de contenedores utiliza el 100% de la capacidad óptima de cada camión, lo que reduce el número de cargas al sitio de eliminación y aumenta la vida útil del camión.

-Las celdas de pesaje electrónicas en la parte inferior de las fosas también se pueden usar para registrar las cargas de cada vehículo de recolección principal, lo que permite el monitoreo de las operaciones de recolección, un sistema de pago por peso para la recolección y el aumento de la eficiencia del vehículo de recolección.

-Hay espacio junto a cada fosa para almacenar contenedores vacíos o llenos, pudiendo apilar hasta tres de alto. Este espacio permite que una estación de transferencia de doble fosa almacene hasta diez cargas de contenedores (incluidos los contenedores en las fosas y los contenedores en los dos vehículos de transporte secundario). Por lo tanto, la capacidad de almacenamiento suele ser de entre 100 y 150 toneladas de desechos, dependiendo de la capacidad de los camiones y contenedores utilizados.

-El polipasto puede levantar un contenedor lleno de un pozo y apilar dos o tres contenedores al lado del pozo, sin la necesidad de un vehículo. El polipasto también se utiliza para elevar los contenedores a los camiones de transporte de recogida secundaria.

-El espacio necesario para este tipo de estación de transferencia es muy pequeño, por lo general alrededor de 20 m por 10 m para un sistema de doble fosa y de 12 m por 8 m para un solo sistema de fosa. Esto significa que la estación de transferencia se puede ubicar en un sitio pequeño cerca del lugar donde se realiza la recolección primaria, lo que resulta en distancias de recolección cortas y una mayor eficiencia del vehículo de recolección primaria.

-En China es común ver estas estaciones de transferencia integradas en los dos pisos inferiores de los edificios de apartamentos de gran altura, oficinas, etc.

-La práctica en China es lavar la estación de transferencia cada día con una manguera de agua a alta presión, y todas las aguas residuales drenan a los pozos desde donde se bombean a una alcantarilla. Por lo tanto, no hay olores, insectos o roedores con este sistema.

-Este sistema de transferencia no es caro. En Egipto, por ejemplo, una estación de transferencia de doble fosa de este tipo, con una capacidad de almacenamiento de 100 toneladas de residuos, se construyó en 2005 con un coste total de construcción de 105,000 \$, y una estación de transferencia de un solo pozo de 50 toneladas / día costó 55,000 \$. La ubicación de la estación de transferencia en el centro de la ciudad o en áreas residenciales puede reducir en gran medida los costes primarios de recolección.

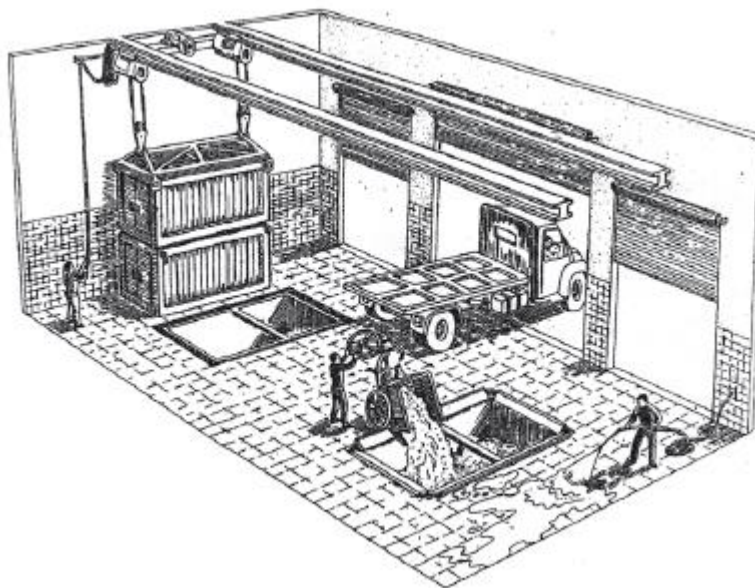


Imagen 60: Pequeña estación de transferencia de tipo foso más eficiente e higiénica. *Fuente: (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)*

Este tipo de estación de transferencia es muy apropiado en áreas urbanas congestionadas donde el mejor medio de recogida primaria es usar carros de mano, triciclos, carros de animales o pequeños vehículos motorizados con un rango limitado, y la experiencia en China ha demostrado que no hay problemas de olor o de que se disperse la basura.

La necesidad de construir una estructura permanente puede parecer una desventaja, especialmente para aquellos que sólo se preocupan por las medidas a corto plazo, pero los pisos superiores del edificio se pueden alquilar o utilizar como oficinas. Además, si finalmente se opta por otro tipo de sistema de transferencia, la planta baja podría usarse fácilmente para otros fines como tiendas.

Este sistema de transferencia de residuos no se considera el mejor para todos los casos. Por ejemplo, si los camiones pueden recolectar los residuos desde el punto de generación y transportarlos fácilmente a un sitio de eliminación cercano, no es necesaria una estación de transferencia de ningún tipo.

- **Sistemas de transferencia de contenedor a contenedor**

Este es un sistema que se está introduciendo en ciudades más pequeñas en la región del Lago Victoria de África Oriental; es un sistema que utiliza tractores agrícolas estándar con remolques especialmente diseñados (tractores agrícolas con contenedor explicados en la sección 8.2.2 de este documento; ver Imagen 39: Ejemplo de tractor agrícola con contenedores de mayor volumen adaptados a su parte trasera. *Fuente:* para más información).

Los tractores y remolques especiales de bajo costo pueden proporcionar un sistema flexible de recolección y transporte de residuos para satisfacer todos los requisitos de las ciudades con solo una fracción del capital y los costos operativos de un sistema de camiones.

El tractor con el remolque recoge los contenedores de transferencia cuando están llenos, los transportan al lugar de eliminación y los vacían inclinándolos. El uso de grandes contenedores de transferencia reduce la cantidad de viajes al sitio de disposición a un tercio.

9. Situación actual en Nikki

En cuanto al tema de recogida de basuras en la ciudad de Nikki, tal y como se ha comentado en el apartado 4. Antecedentes de este documento, actualmente no existe ningún tipo de gestión de residuos urbanos por parte del Ayuntamiento. Únicamente tienen pequeños contratos a título privado con el hospital y la maison de la Gaaní, pero que en ningún momento es aplicable al resto de Nikki.

Como planes futuros, se va a construir un incinerador con el fin de eliminar los residuos peligrosos del hospital de Nikki y de los centros de salud de los pueblos. Asimismo, el Gobierno ha proporcionado un fondo de ayuda a Nikki con el que quieren sacar a concurso público para que una empresa privada se encargue de la recogida de basuras.

También, para 2019 quieren usar los fondos del FADEC (Fond d'Appui au Développement des Communes) para hacer un estudio que resuelva, por un lado, los problemas de colecta, y por otro lado los de tratamiento. Además, consideran desde el Ayuntamiento que es muy necesaria la vertiente sancionadora, tanto para la sensibilización como para la financiación de proyectos de gestión de residuos.

Por otro lado, en cuanto al tema de separación y reciclaje, existe en Nikki un comerciante que acumula grandes cantidades de plásticos. Éste compra los plásticos usados y la ferralla a niños que lo recogen en la calle para venderlo luego en Cotonou, donde los separan y los reutilizan. Este no es el único comercio, hay otra persona que también se dedica a ello y que incluso tiene un negocio más grande.

Por último, comentar que, tal y como se expone en el apartado 6. Programas de cálculo, se ha utilizado el programa ArcGIS, que es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica (SIG). No obstante, actualmente en Nikki no existe ningún mapa georreferenciado, por lo que ha sido necesario digitalizar manualmente toda la red de calles, la ubicación de las viviendas, la ubicación de los patios y la ubicación de los puntos de recogida de residuos. Para ello, se ha hecho uso como mapa de base el OpenStreetMap disponible en el ArcGIS. De este modo, se han dibujado manualmente un total de 3418 líneas trazadas para las calles, 6996 puntos para las viviendas, 1752 puntos para los patios y 813 puntos para la ubicación de los puntos de recogida, todos ellos, con sus respectivos datos de generación de residuos, número de contenedores y tiempos de descarga, entre otros.

10. Requisitos de diseño

Dada la información sobre el contexto de Nikki y sobre los problemas de adaptación e implementación encontrados en diferentes países en vías desarrollo, se presentan en este apartado un listado de los requisitos de diseño de necesario cumplimiento para una mejor adaptación al contexto:

- El presupuesto económico inicial debe ser bajo al igual que su mantenimiento.
- El proyecto debe de ser sostenible en el tiempo a nivel económico, social y medioambiental.

-La obtención de los vehículos, así como de su mantenimiento y reemplazamiento de piezas debe de poder realizarse localmente o lo más próximo posible a Nikki. Además, los vehículos deben ser los adecuados según el estado de las vías de circulación.

-Al existir una baja conciencia ambiental, la distancia entre las viviendas y la ubicación de los contenedores debe ser la apropiada para que la población utilice estos servicios.

-El proyecto debe de estar en línea con el contexto de Nikki.

11. Análisis de soluciones

11.1. Composición de los residuos en Nikki

En este caso, no existen datos sobre la caracterización de residuos en Nikki. Sin embargo, se va a realizar una comparación socio-económica con otras comunas de Borgou que tienen dichos datos (puesto que todas ellas son parecidas a este nivel) para utilizarlos en el caso de Nikki.

En este caso, se comparará las características socio-económicas de Nikki con las comunas de Bémberéke y Parakou. La principal razón de compararlo con estas dos es que la generación de residuos puede variar según si se encuentra en la estación seca o de lluvias. Estas estaciones aparecen en función de la zona geográfica en la que se encuentre el núcleo de población, tal y como se muestra en el mapa que se expone más abajo en la imagen 62. Por lo tanto, a pesar de tener datos de otros estudios de lugares como son la Ville de Bohicon y la Ville d'Abomey-Calavi, entre otros, se comparará únicamente con Bémberéké y Parakou por encontrarse en la misma zona y, por consiguiente, tener el mismo clima.

- **Número de habitantes**

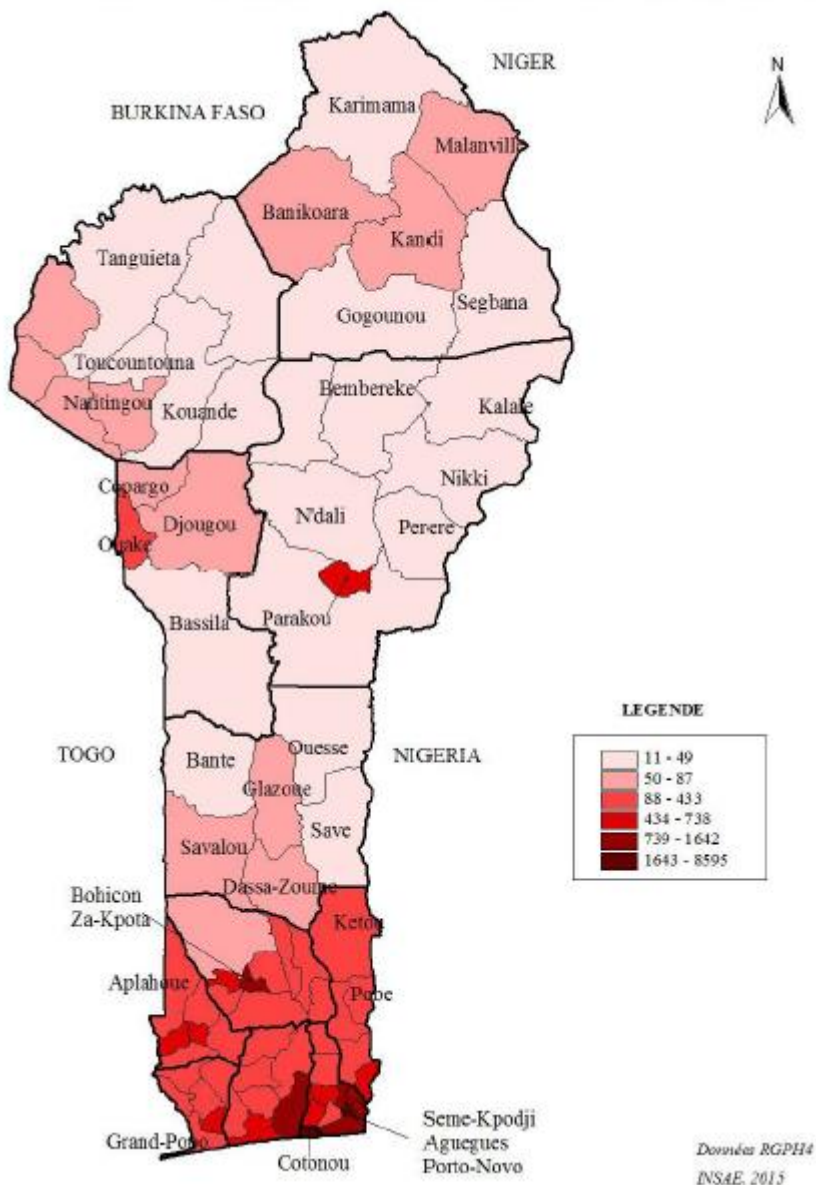


Imagen 61: Densidad de población por comuna de Benín. Fuente: (INSAE)

NIKKI

En el último Censo General de Población y Vivienda (RGPH4) de 2013, el municipio de Nikki tiene 151,232 habitantes, con un promedio de 8.8 personas por hogar. La distribución por distrito indica una alta concentración de la población en la ciudad principal de la comuna que, con 66.109 habitantes, alberga al 44% de la población en 2013 frente al 46% en 2002.

BÉMBÉRÉKÉ

Bembéréké tiene 24,594 habitantes, o el 26% de la población de toda la comuna (94,580 habitantes) en 2002. En el censo de 2013 (RGPH-4), el municipio tenía 131,255 habitantes, con una media de 9.1 personas por vivienda.

PARAKOU

En el último Censo general de población y vivienda en 2013 (RGPH4), la población de Parakou se estimó en 255.478 habitantes para 32,849 hogares, una densidad de 577 habitantes/km² y un promedio de aproximadamente 8 personas por hogar.

- Clima

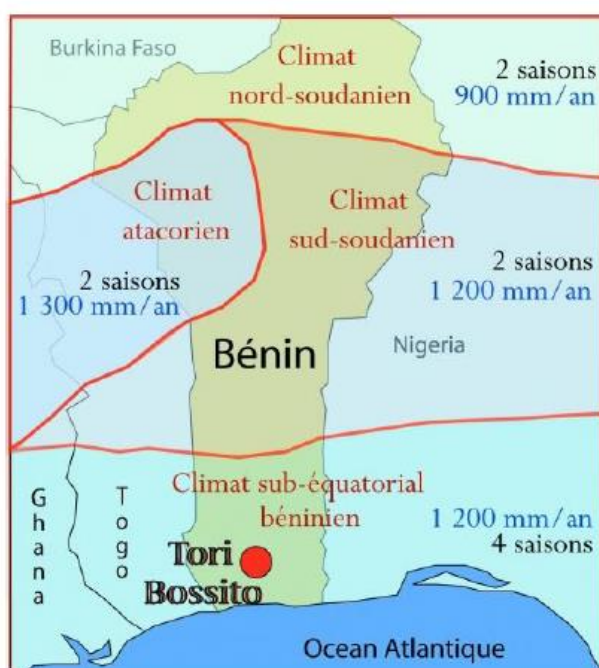


Imagen 62: Mapa climático de Benín. Fuente: (Emilienne Laure NGAHANE, 2014-2015)

NIKKI

El clima del municipio de Nikki es sudano-guineano con una estación lluviosa y una estación seca. La temporada de lluvias va de abril a octubre, y la estación seca se extiende mediados de octubre a mediados de abril. El nivel de agua anual registrado varía entre 1.100 mm y 1.300 mm. El régimen del viento es bastante diferente según la latitud. Durante la estación seca, el harmattan, viento seco y fresco sopla desde el noreste y es responsable de la fuerte caída de la humedad relativa en el mes de diciembre.

En cuanto a Bembéréké y Parakou, el clima es el mismo que en Nikki.

- **Actividades económicas principales**

NIKKI

La economía de Nikki se caracteriza por ser una economía basada en el sector primario y en el desarrollo de pequeñas unidades de fabricación fundamentalmente artesanales. El sector primario se centra en la producción agrícola de algodón y mandioca ocupando alrededor de un 70% de su población activa.

Nikki cuenta con un sector industrial en vías desarrollo que se caracteriza por pequeñas unidades de producción esencialmente artesanales. Estas unidades de producción son utilizadas para la transformación y tratamiento de los productos agrícolas obtenidos- algodón, mandioca, nueces de karité y mantequilla de karité.

Por otro lado, durante los últimos años el sector de la ganadería ha sido objeto de expansión a consecuencia de la alta demanda de carne y el incremento poblacional de algunos animales como las ovejas, los cerdos, las cabras y las aves de corral.

BÉMBÉRÉKÉ

El departamento de Borgou no escapa a esta tendencia nacional. Sin embargo, el cultivo de algodón ocupa casi el 50% de la tierra cultivable. Junto a este cultivo comercial principal, el maní y el maíz son los segundos; y cultivos alimenticios. Este departamento es el principal productor nacional de algodón y ñame; el segundo mayor productor de maíz y frijoles. La ganadería es la segunda actividad de las poblaciones de la región. Las principales especies criadas son ganado y pequeños rumiantes. Por lo tanto, el algodón (y los alimentos), el ñame y el ganado son los principales factores económicos de la región.

PARAKOU

Tal y como se observa en la Tabla 4, las actividades principales en Parakou son: en primer lugar, el comercio y la restauración, luego la industria manufacturera, y a continuación la agricultura (este último en un porcentaje del 15.5%).

Ramas de actividad	Parakou	
	Número	(%)
Conjunto	51196,00	100,00
Agriculta, Pesca y Caza	7932,00	15,50
Industria extractiva	99,00	0,20
Industria manufacturera	8808,00	17,20
Agua, Electricidad y Gas	74,00	0,10
Edificios y obras públicas	2253,00	4,40
Comercio y restauración	20119,00	39,30
Comunicación de transporte	4378,00	8,60
Bancos y Seguros	133,00	0,30
Otros Servicios	7400,00	14,50
Total	52903,00	-
No Declarado	1707,00	-

Tabla 4: Distribución de la población activa por rama de actividad y municipios particulares.
Fuente: (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique. Ministère Chargé du Plan, 2003)

Por lo tanto, tal y como se ha observado anteriormente, las tres comunas tienen el mismo tipo de clima, no obstante Nikki y Bémberéke tienen más características en común. Estos dos destacan por el cultivo de algodón, mientras que Parakou destaca en comercio y restauración. Por otro lado, en cuanto al número de habitantes, son más parecidas las cifras entre Nikki y Bémberéke que entre Nikki y Parakou. Es por todo ello que se escogerá el estudio de caracterización de residuos de Bémberéke.

11.1.1. Caracterización de los residuos en las viviendas

Los datos sobre la caracterización de residuos en Bémberéke, y por tanto en este caso para Nikki son los siguientes:

- **Producción estacional de residuos domésticos**

En Bembéréké, en 2011, un habitante produce un promedio de 0.99 +/- 0.16 kg / día de residuos domésticos en la estación seca, contra un promedio de 0.87 +/- 0.19 kg / día en la temporada de lluvias (ver Tabla 5 y Tabla 6). Esta producción de residuos domésticos en Bembéréké es más alta en la estación seca que en la estación lluviosa.

Esto puede explicarse por el hecho de que en Bembereke más de la mitad de los hogares tienen animales domésticos (ovejas, bueyes, cerdos, aves, perros, etc.), que durante la temporada de lluvias se mantienen bajo cautiverio para evitar daños a cultivos de secano. Estos animales en cautiverio se alimentan de materiales fermentables y cartones, contribuyendo así a la reducción del contenido de los contenedores. Otra explicación sería el hecho de que los habitantes que trabajan en el campo trabajan durante la temporada de lluvias, preparan y comen principalmente sus comidas en los campos y valorizan los materiales fermentables.

Producción másica (kg/día.habitante)				
Barrio	Estación seca			
	Posición Alta	Posición Media	Posición Baja	Media
Medio-este	0,71	0,96	0,99	0,91
medio-oeste	1,06	1,36	1,11	1,17
Gando	0,81	1,16	0,95	0,99
Gueré	1,23	1,22	0,73	1,11
Kossou	0,61	0,55	1,04	0,76
Producción media	0,88 +/- 0,26	1,05 +/- 0,31	0,96 +/- 0,14	0,99 +/- 0,16

Tabla 5: Producción másica de residuos domésticos en Bembéréké en la estación seca (kg/día.habitante). Fuente: (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique. Ministère Chargé du Plan, 2003)

Producción másica (kg/día.habitante)				
Barrio	Estación de lluvias			
	Posición Alta	Posición Media	Posición Baja	Media
Medio-este	0,84	0,96	1,31	1,14
medio-oeste	0,67	0,96	0,61	0,74
Gando	0,96	1,21	0,92	1
Gueré	0,55	0,52	0,83	0,71
Kossou	0,42	0,93	0,76	0,76
Producción media	0,69 +/- 0,22	0,92 +/- 0,25	0,89 +/- 0,26	0,87 +/- 0,19

Tabla 6: Producción másica de residuos domésticos en Bembéréké en la estación de lluvias (kg/día.habitante). Fuente: (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique. Ministère Chargé du Plan, 2003)

También, se tienen datos de la producción estacional de residuos domésticos en Bembéréké en términos de volumen (litros) por vecindario (ver Tabla 7). Así, en Bembéréké, cada habitante produce una media de 1.7 +/- 0.3 litros / día de residuos domésticos en la estación seca, contra 2.1 +/- 0.4 litros / día en la temporada de lluvias.

Producción volumétrica (litros/día.habitante)		
Barrio	Estación seca	Estación de lluvias
Medio-este	2	2,7
medio-oeste	2	2,2
Gando	1,7	1,7
Gueré	1,7	1,8
Kossou	1,2	1,9
Producción media	1,7 +/- 0,3	2,1 +/- 0,4

Tabla 7: Producción estacional de residuos domésticos en Bembéréké en volumen (litros/día.habitante). Fuente: (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique. Ministère Chargé du Plan, 2003)

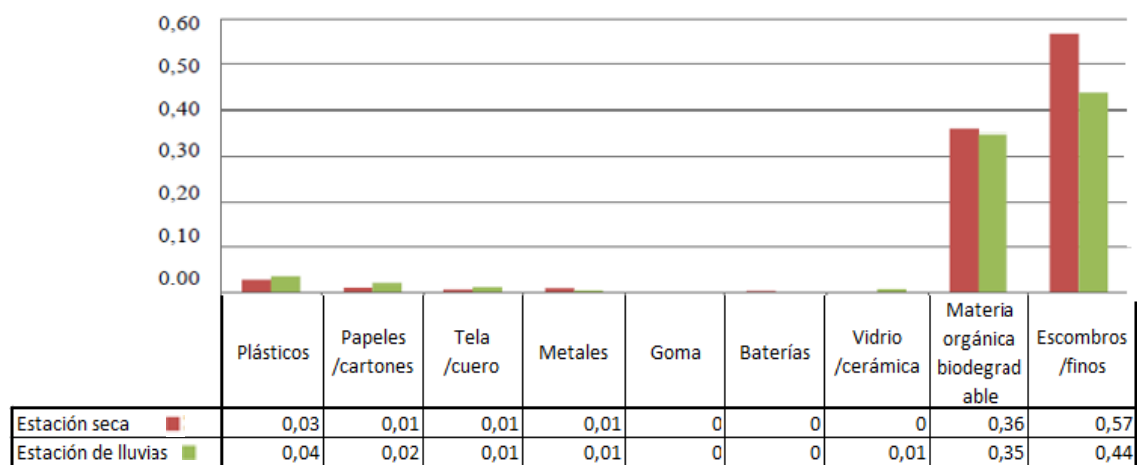
- **Composición estacional de los residuos domésticos.**

La producción de residuos domésticos obtenida del estudio se ha dividido en 9 categorías principales (ver Gráfica 1, Gráfica 2 y Tabla 8).

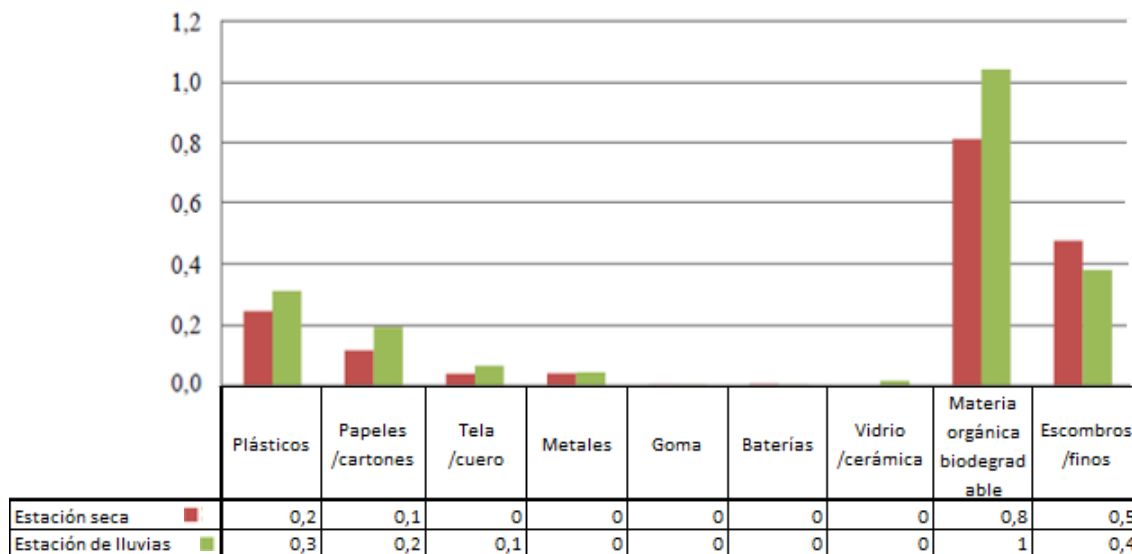
La composición en masa de los residuos domésticos en Bembéréké está dominada por escombros/finos y MOBIO (materia orgánica biodegradable) durante ambas temporadas; sin embargo, los habitantes de Bembéréké los producen más en la estación seca que en la estación lluviosa. Ocurre lo contrario en el caso de los plásticos, papel / cartón.

La presencia de escombros/fino de la basura se debe principalmente a los barridos repetitivos de las viviendas, que contribuyen al levantamiento de las partículas del suelo. Durante la temporada de lluvias, estos barridos son limitados y las partículas se adhieren mejor al suelo gracias a las partículas de agua, lo que limitaría su presencia en los contenedores.

La basura doméstica en Bembéréké está compuesta principalmente, en volumen, de MO BIO (materia orgánica biodegradable) y de escombros/finos en la estación seca y en la estación lluviosa. Sin embargo, también hay un volumen considerable de producción de plásticos y papel / cartón. Pero en la temporada de lluvias, los habitantes producen en términos de volumen, menos escombros / finos que en la estación seca.



Gráfica 1: Composición media estacional másica (kd/día.habitante) de los residuos domésticos en Bembéréké. Fuente: (Emilienne Laure NGAHANE, 2014-2015)



Gráfica 2: Composición volumétrica media (litros/día.habitante) estacional de la basura doméstica en Bembéréké. Fuente: (Emilienne Laure NGAHANE, 2014-2015)

Categoría	Producción másica		Producción volumétrica	
	(kg/día)	(toneladas/año)	(litros/días)	(m ³ /año)
Plásticos	526	192	4741	1730
Papeles/cartones	261	95	2568	937
Tela/cuero	161	59	862	315
Metales	146	54	720	263
Goma	12	4	63	23
Baterías	46	17	72	26
Vidrio/cerámica	61	22	119	43
Materia orgánica biodegradable	6172	2253	15818	5774
Escombros/finos	8981	3278	7599	2774
TOTAL	16367	5974	32561	11885

Tabla 8: Producción media de residuos domésticos en Bembéréké en 2011. Fuente: (Emilienne Laure NGAHANE, 2014-2015)

- **Características físico-químicas**

La densidad aparente de los residuos domésticos a Bembéréké se estima en 569 +/- 69 kg / m³, correspondiente a 0,424 kg / litro en la estación seca, contra 424 +/- 92 kg / m³, correspondiente a 0,569 kg / litro en la estación lluviosa, tal y como se muestra en la Tabla 9 y Tabla 10.

Estación	Plásticos	Papeles /cartones	Tela /cuero	Metales	Goma	Baterías	Vidrio /cerámica	Materia orgánica biodegradable	Escombros /finos	TOTAL
De lluvias	0,113	0,104	0,193	0,118	0,194	0,649	0,51	0,334	1,159	0,424
Seca	0,109	0,099	0,18	0,267	0,194	0,649	0,51	0,442	1,195	0,569

Tabla 9: Densidad aparente de residuos (kg/litro) estacional de MO BIO (Materia Orgánica Biodegradable). Fuente: (Emilienne Laure NGAHANE, 2014-2015)

Masa volumétrica Aparente (kg/m ³)		
Barrio	Estación seca	Estación de lluvias
Medio-este	461	421
medio-oeste	570	339
Gando	590	586
Gueré	640	404
Kossou	613	401
Producción media	569 +/- 69	424 +/- 92

Tabla 10: Densidad aparente estacional de residuos domésticos por barrio (kg/m³). Fuente: (Emilienne Laure NGAHANE, 2014-2015)

- **Producción anual**

Cada habitante en Bembéréké produce un promedio de 341 kg / año de residuos domésticos. Esta producción corresponde a 679 litro / año·habitante, por lo tanto, cada habitante produce 0.94 +/- 0.10 kg / día.habitante, correspondiente a 1.9 +/- 0.3 litro / día.habitante. La producción de masa de residuos domésticos en Bembéréké es mayor durante los meses de diciembre, enero y marzo. Mientras que la producción en volumen es mayor de junio a septiembre (ver Tabla 11, Tabla 12 y Tabla 13).

MES	Estación seca			Estación de lluvias			PRODUCCIÓN MÁSCA MENSUAL (kg/mes.habitante)	PRODUCCIÓN VOLUMÉTRICA MENSUAL (m3/mes.habitante)
	Nombre de días	Producción (kg/día.habitante)	Densidad (kg/m3)	Nombre de días	Producción (kg/día.habitante)	Densidad (kg/m3)		
Enero	31	0,99	569	0	0,87	424	30,56	0,054
Febrero	28	0,99	569	0	0,87	424	27,61	0,048
Marzo	31	0,99	569	0	0,87	424	30,56	0,054
Abril	30	0,99	569	0	0,87	424	29,58	0,052
Mayo	16	0,99	569	15	0,87	424	28,83	0,058
Junio	0	0,99	569	30	0,87	424	26,12	0,062
Julio	0	0,99	569	31	0,87	424	26,99	0,064
Agosto	0	0,99	569	31	0,87	424	26,99	0,064
Septiembre	0	0,99	569	30	0,87	424	26,12	0,062
Octubre	15	0,99	569	15	0,87	424	27,85	0,057
Noviembre	30	0,99	569	0	0,87	424	29,58	0,052
Diciembre	31	0,99	569	0	0,87	424	30,56	0,054
PRODUCCIÓN MEDIA ANUAL TOTAL (kg/año.habitante; m3/año.habitante)							314,35	0,679
PRODUCCIÓN DIARIA MEDIA ANUAL (kg/día.habitante; m3/día.habitante)							0,94	0,002

Tabla 11: Producción mensual media de residuos domésticos en Bembéréké. Fuente: (Emilienne Laure NGAHANE, 2014-2015)

MES	Plásticos	Papeles /cartones	Tela /cuero	Metales	Goma	Baterías	Vidrio /cerámica	Materia orgánica biodegradable	Escombros /finos	TOTAL
	(kg/mes.habitante)									
Enero	0,83	0,35	0,21	0,33	0,02	0,10	0,00	11,10	17,62	30,56
Febrero	0,75	0,32	0,19	0,30	0,02	0,09	0,00	10,03	15,91	27,61
Marzo	0,83	0,35	0,21	0,33	0,02	0,10	0,00	11,10	17,62	30,56
Abril	0,80	0,34	0,21	0,32	0,02	0,10	0,00	10,74	17,05	29,58
Mayo	0,95	0,48	0,30	0,25	0,02	0,08	0,13	10,94	15,69	28,84
Junio	1,05	0,60	0,38	0,15	0,02	0,05	0,25	10,43	13,19	26,12
Julio	1,09	0,62	0,39	0,16	0,02	0,05	0,26	10,78	13,63	26,99
Agosto	1,09	0,62	0,39	0,16	0,02	0,05	0,26	10,78	13,63	29,99
Septiembre	1,05	0,60	0,38	0,15	0,02	0,05	0,25	10,43	13,19	26,12
Octubre	0,92	0,47	0,29	0,24	0,02	0,08	0,13	10,58	15,12	27,85
Noviembre	0,80	0,34	0,21	0,32	0,02	0,10	0,00	10,74	17,05	29,58
Diciembre	0,83	0,35	0,21	0,33	0,02	0,10	0,00	11,10	17,62	30,56
TOTAL (kg/año.habitante)	10,97	5,45	3,36	3,04	0,25	0,97	1,27	128,74	187,32	341,36
Proporción (%)	3,21	1,60	0,99	0,89	0,07	0,28	0,37	37,71	54,87	100,00
Producción diaria (kg/día.habitante)	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,35	0,51	0,94

Tabla 12: Composición anual másica de residuos domésticos en Bembéréké. Fuente: (Emilienne Laure NGAHANE, 2014-2015)

MES	Plásticos	Papeles /cartones	Tela /cuero	Metales	Goma	Baterías	Vidrio /cerámica	Materia orgánica biodegradable	Escombros /finos	TOTAL
	(m3/mes.habitante)									
Enero	0,008	0,004	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,025	0,015	0,054
Febrero	0,007	0,003	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,023	0,013	0,048
Marzo	0,008	0,004	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,025	0,015	0,054
Abril	0,007	0,003	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,024	0,015	0,052
Mayo	0,009	0,005	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,029	0,014	0,058
Junio	0,009	0,006	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,031	0,013	0,062
Julio	0,010	0,006	0,002	0,001	0,000	0,000	0,001	0,032	0,011	0,064
Agosto	0,010	0,006	0,002	0,001	0,000	0,000	0,001	0,032	0,012	0,064
Septiembre	0,009	0,006	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,031	0,011	0,062
Octubre	0,008	0,005	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,028	0,013	0,057
Noviembre	0,007	0,003	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,024	0,014	0,052
Diciembre	0,008	0,004	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,025	0,015	0,054
TOTAL (litros/año.habitante)	0,099	0,054	0,018	0,015	0,001	0,002	0,002	0,330	0,158	0,679
Proporción (%)	14,56	7,89	2,65	2,21	0,19	0,37	0,37	48,58	23,34	100,00
Producción diaria (litros/día.habitante)	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,40	1,90

Tabla 13: Composición volumétrica anual de los residuos domésticos en Bembéréké. Fuente: (Emilienne Laure NGAHANE, 2014-2015)

- **Características fisicoquímicas anuales.**

La densidad anual aparente de los residuos domésticos de Bembéréké es de 503 +/- 58 kg/m³. El contenido anual de agua aparente de la materia orgánica biodegradable se estima en 21%. Esto muestra que la basura doméstica producida en Bembéréké es densa, pero relativamente seca.

11.2. Prerrecojida

11.2.1. Selección del número de fracciones de residuos

Las diversas alternativas para fraccionar los residuos en Nikki son las mismas que las explicadas en la sección 8.1.1. Selección del número de fracciones de residuos, pueden recogerse los residuos en la fuente sin fraccionar, en dos fracciones, en tres, o realizar una separación específica.

Para escoger en cuántas fracciones separar los residuos en Nikki, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- El nivel de concienciación sobre los residuos en Nikki.
- La composición de los residuos generados.
- El método de valorización de los residuos (A. Gallardo, M. Carlos, M. Peris, F.J. Colomer, 2014).
- La dificultad involucrada en la separación de residuos (A. Gallardo, M. Carlos, M. Peris, F.J. Colomer, 2014)
- Las restricciones impuestas por legislación (A. Gallardo, M. Carlos, M. Peris, F.J. Colomer, 2014)
- El posible mercado que exista de reciclaje de un cierto material (requisitos de mercado).

De todo lo anterior, se sabe que el nivel de concienciación es bajo entre la población de Nikki. Es por ello, que, la separación de los residuos entre cuatro o más fracciones se descarta, ya que es muy posible que la ciudadanía no colabore.

Por lo que respecta a la composición de los residuos, por un lado, desde OANInternacional se mostró una gran preocupación por el aumento de plásticos en las calles, en su gran mayoría bolsas de plástico. Además, se expresa la motivación de poder realizar en un futuro alguna acción para motivar a la población a realizar compost y/o separar la materia orgánica de sus residuos. Por otro lado, entre los datos de generación de residuos de Bémberéké mostrados en el apartado 6 de la memoria de este trabajo, se encuentra que los tres materiales que más se generan en los residuos son los orgánicos, los escombros/finos y los plásticos.

En cuanto al método de valorización, tanto los plásticos a reciclar como el compost a realizar, tienen una menor contaminación si se separan en el origen de su generación, separados de otros materiales. Este hecho aumenta su valor y por tanto su precio en el mercado, por lo que es preferible separarlos en la fuente.

Por lo referente a la legislación de la comuna de Nikki, actualmente, tal y como se expresa en el apartado 5 de la memoria de este trabajo, no existe ninguna normativa relacionada con la recogida de basuras.

En cuanto al posible mercado de reciclaje que puede haber en Nikki de algunos de los residuos generados, actualmente en Nikki existen personas que se dedican a la venta informal de plásticos (botellas, bidones, etc.) y ferralla. Éstas pagan a las personas por

los plásticos y metales encontrados y luego los venden en otros lugares como Parakou o Cotonou. Además, desde BAD ONG se expone la existencia de artesanos en Parakou que fabrican bolsos y monederos a partir de bolsas de plástico (BAD ONG -*Benin And Development ONG*-, es una organización no gubernamental y sin ánimo de lucro que actúa en los departamentos de Borgou y Alibori, en el norte de Benín. Todas sus labores van encaminadas a mejorar y a apoyar la vida de las comunidades rurales presentes en dichos lugares).

Por lo que respecta al compost, la agricultura es una de las principales actividades económicas llevadas en Nikki, tal y como se explica en la sección 4. Antecedentes. Sin embargo, en lo referente a la venta y utilización del compost, sólo se ha visto que se use como abono los restos de las fábricas de algodón para los campos de capuchinas. A pesar de ello, se debe de tener presente dos cuestiones. La primera es que la principal actividad económica en Nikki es la agricultura y, la segunda, es que, tal y como se explica en el punto 3.1.3.6 de la memoria de este documento, está disminuyendo el rendimiento de la tierra. Por tanto, es importante concienciar a la población sobre la importancia de la utilización del compost y desde OANInterntional se hace hincapié en esto.

Así pues, dicho todo lo anterior, se propone una prerrecojida en tres fracciones: residuos plásticos (en especial las bolsas), residuos orgánicos y resto.

11.2.2. Depósito para los residuos mixtos y orgánicos

De las diversas alternativas expuestas en el punto 8.1.2 de la memoria de este documento, en Nikki se pueden adquirir sacos de polietileno y textiles, cubos de plásticos, de metal y bidones de gasolina.

El tipo de depósito utilizado para almacenar la basura en los hogares debe ser uno que cumpla al menos con los siguientes criterios de elección:

- Debe de poder conseguirse cerca de Nikki.
- El volumen que puede albergar debe de ser conocido (en caso de estandarizar estos contenedores).
- No debe de ser demasiado alto (para que la usen los niños) y debe tener una abertura lo suficientemente grande como para que todos los objetos puedan colocarse dentro.
- Debe de poder cerrarse para evitar olores, insectos y animales.
- No debe de tener valor para evitar robos.
- Que sea económico.
- Fácilmente manejable.
- Capacidad suficiente para poder ser levantado por dos personas.

Todas las opciones que se tienen en Nikki cumplen con los requisitos anteriormente descritos. La diferencia fundamental reside en el coste económico de adquisición (y por tanto de reemplazamiento) y en la higiene.

De las soluciones que se pueden aplicar, la del saco de polietileno o textil es la más económica. Sin embargo, la opción de utilizar sacos se descarta por un tema de higiene, puesto que pueden salirse los lixiviados. Por lo que la opción más aconsejable sería la de usar contenedores de plástico o de metal y colocarles una tapa mediante algún tipo de sistema (bisagras, etc.). El plástico es un material barato, que se puede estandarizar y fabricar al tamaño, forma y volumen que se desee. No obstante, desde BAD ONG, manifiestan la preferencia por el uso de contenedores de metal. Esto es debido principalmente a que se quiere realizar una concienciación a la población sobre la reducción del uso de plásticos. Si el servicio de recogida de residuos usa plástico para los contenedores, mientras realiza campañas para la reducción de plásticos, no va a haber una plena confianza de primeras por parte de la población. Por lo que podrían llegar a no usar este servicio de recogida de residuos o a no realizar acciones para reducir el uso de plásticos.

Por lo tanto, para los residuos mixtos se escoge la opción de contenedores metálicos con tapas sujetas, con una espesura mayor en el centro y en los bordes para obtener mayor resistencia y resistencia a la corrosión.

Por lo que respecta a la estandarización los contenedores a usar, en los hogares puede no ser ventajoso. Dependiendo del método de recolección de desechos, la estandarización de los contenedores de almacenamiento de los hogares podría maximizar la productividad del trabajo y del transporte. Esto es especialmente cierto para los métodos de recolección de residuos que dependen de la carga directa de los contenedores de los hogares por parte de los trabajadores de recolección.

Sin embargo, la estandarización de los contenedores primarios plantea un problema considerable con respecto a su distribución y reemplazo. La provisión de estos contenedores aumentaría considerablemente los costes económicos, y en muchos casos los hogares no podrían comprarlos. La estandarización del almacenamiento primario, por lo tanto, sólo podría ser adecuada cuando las tasas de generación de desechos son altas y sólo en las áreas de ingresos altos o comerciales de los países en desarrollo. (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010).

Es por ello, que no se proporcionarán contenedores a cada vivienda. Cada casa se hará cargo de adquirir su propio contenedor.

11.2.3. Depósito para los plásticos

Por otro lado, existe un problema con los desechos de las bolsas de plástico en Nikki. Lo más deseable sería separar dichos plásticos en el origen, con el fin de disminuir el coste en la etapa de separación y con el fin de conseguir plásticos de mayor valor. Esto último es debido a que, en el tratamiento de reciclaje de plásticos, la etapa de lavado de

los plásticos es muy importante para aumentar la calidad del producto final y, si se juntan las bolsas con otros residuos, estos estarían empeorando la calidad final del plástico. Además, al no estar mezclado con residuos orgánicos, se trata de un tipo de basuras no putrescible que se puede recolectar con menor frecuencia, con el ahorro económico que ello supone.

No obstante, se debería de recalcar que no sólo se generan bolsas de plástico como residuo, sino también otros productos plásticos de diferentes tamaños y formas.

Además, a principios de 2019, entró en vigor una ley que prohíbe el uso de bolsas de plástico no biodegradables en Benín. En teoría, esta ley va a reducir significativamente el problema de las bolsas de plástico en las calles de Nikki.

Por lo tanto, sería recomendable no usar únicamente un tipo de instrumento para almacenar específicamente las bolsas de plástico (como puede ser el gancho Suiro comentado en el punto 8.1.3).

Así pues, se elige utilizar un contenedor de metal con tapa sujeta como los citados en el punto anterior para los residuos orgánicos y mixtos (por los mismos motivos y con los mismos requisitos que para los de orgánico y mixto).

De esta manera, cada contenedor sería de un color, con el fin de que las personas identifiquen de manera sencilla a qué contenedor depositar sus residuos.

Finalmente, al igual que con el anterior apartado y por los mismos motivos, no se proporcionarán contenedores a cada vivienda.

11.3. Recogida primaria

11.3.1. Nivel de almacenamiento (*Storage Level – SL*)

Las diversas alternativas existentes para el nivel de almacenamiento se describen en el punto 8.2.1 de la memoria de este documento.

La elección del nivel de almacenamiento a usar para los residuos plásticos, los orgánicos y el mixto se escogerán en función de los siguientes criterios:

-Se deberá de tener en cuenta la poca concienciación sobre gestión de residuos que existe en Nikki, por lo que los puntos de recogida no se encontrarán lejos de los generadores de residuos.

-Se tendrá en cuenta el coste económico del método a usar. (A. Gallardo, M. Carlos, M. Peris, F.J. Colomer, 2014)

-Las actuales regulaciones. (A. Gallardo, M. Carlos, M. Peris, F.J. Colomer, 2014)

-La densidad de población. (A. Gallardo, M. Carlos, M. Peris, F.J. Colomer, 2014)

-La tasa de fraccionamiento (FR) (A. Gallardo, M. Carlos, M. Peris, F.J. Colomer, 2014)

Resaltar en primer lugar que, de entre las diversas alternativas, desde OAN International se especifica que es preferible ubicar los contenedores lo más cerca posible de las viviendas debido a la baja concienciación que existe sobre la gestión de residuos, puesto que, de lo contrario, posiblemente no utilizarían este servicio. Es por ello, que se planten dos alternativas de recogida para la ciudad de Nikki: la recolección puerta a puerta, y la recolección en los patios de las casas.

Por un lado, el sistema de recogida puerta a puerta es muy utilizado en zonas de países empobrecidos donde la gestión de residuos es un problema actual y no existe concienciación sobre ello (UNEP., 2018). No obstante, tiene el inconveniente de tener un mayor coste económico frente al sistema de contenedores en la vía pública (ver 8.2.1).

Por otro lado, para el caso de Nikki, al existir un bajo nivel de concienciación sobre residuos, el método de contenedores en común en la vía pública no sería un método recomendable. Sin embargo, sí que se podría mirar la posibilidad de colocar contenedores en los patios que comparten varias viviendas (ver Imagen 63:). En este caso, las personas que generan los residuos deberían desplazarse desde la vivienda hasta el patio para tirar la basura.



Imagen 63: Distribución típica de varias casas alrededor de un patio en Nikki. Con el símbolo rojo y la “V” se representan las viviendas, y con el símbolo de color amarillo y la “P” se representa el patio.

Añadir también, que las mismas personas que generan los residuos, son las que deberán de transportar posteriormente los contenedores de basura desde el patio hasta la carretera o camino de paso de vehículos más próximo, los días de recogida de basuras. Esto es así principalmente por el ahorro en tiempo y el mantenimiento del vehículo.

En el caso del ahorro en tiempo, principalmente es debido a que en muchas ocasiones el vehículo no va a poder pasar por las calles más estrechas hasta el patio, teniendo el personal que bajar del vehículo, andar y llevarlo manualmente. Esto conlleva un aumento del tiempo de viaje y por tanto, un aumento del coste económico.

Para el caso del mantenimiento de vehículo, se previene de este modo que el vehículo pase por caminos que pueden estar en peor estado que otros, por lo que se evita que el vehículo se dañe más de lo necesario, evitando mayores costes económicos de mantenimiento.

Recalcar además, que este método sería una mezcla entre el método de recogida de contenedores comunitarios (método más económico) y el de recogida a nivel de acera (que tiene un nivel de servicio bueno), tal y como se muestra en la Tabla 3 del punto 8.2.1. de la memoria de este documento. Es decir, este método permite que los contenedores sean comunitarios (aunque sea a una menor escala) y que los/as vecinos/as sean quienes trasladen los contenedores de basura hacia las calles más cercanas con tránsito de vehículos. Por lo que es un método más barato que el de la recogida puerta a puerta.

Comentar también que, tal y como se observa en los resultados del apartado 2 y 3 del anexo I de este trabajo, las distancia a recorrer por la población entre la vivienda y el patio, y entre el patio y la calle más cercana con paso de vehículos, son cortas. Por lo tanto, existe una mayor probabilidad de que los y las ciudadanas cooperen en la recogida de basuras.

Dicho todo lo anterior, se comenta a continuación las soluciones escogidas para las tres fracciones de residuos.

11.3.1.1. Recolección residuos mixtos

Este tipo de residuos es del que más cantidad se producirá (ver anexo I para mayor información) y del que no es necesario tener un control de que se separe con los otros residuos (a comparación de por ejemplo los plásticos o los orgánicos). Además, es un residuo por el que no se tiene pensado en un futuro la posibilidad de proporcionar ningún incentivo (como puede ser en el caso del plástico), por lo que no es necesario pesar los kg de este residuo por hogar, es decir, no es necesaria una recolección puerta a puerta.

Con respecto a la normativa actual, ya se ha visto en el apartado 5 de este documento que no existe ninguna actualmente para la recogida de basuras.

Así pues, dicho todo lo anterior y, principalmente por motivos de costes económicos, se escogerá la opción de la recogida de basuras mediante los contenedores ubicados en los patios para el caso de recogida de basuras mixtas.

Añadir que en este caso se empieza por este método y no por el sistema de puerta a puerta debido a que, si no triunfara este procedimiento de recogidas, siempre se puede pasar al método de puerta a puerta comprando los materiales que faltan hasta alcanzar todas las viviendas (comprar más cubos de basura, más triciclos motorizados, etc.). En el caso en que se realizara primero el método puerta a puerta y, luego se viera que también hubiera servido el sistema de cubos de basura en los patios, hubiera habido un gasto económico inútil, puesto que habrían más cubos y triciclos de los necesarios.

11.3.1.2. Recolección de residuos plásticos

En este caso, al igual que el anterior tipo de residuo, se encuentra entre uno de los tres que más se produce (ver anexo I para mayor información).

Con lo referente a la normativa, ya se ha expuesto en el punto 5 de este proyecto que no se encuentra, por el momento, ninguna con referencia a la recolección de residuos.

Por lo que respecta al coste económico, sucede lo mismo que con los residuos mixtos en el anterior *punto 11.3.1.1*. Sería preferible empezar a ubicar los contenedores en los patios de las viviendas al ser más económico que el método de recogida puerta a puerta.

Por lo tanto, para el caso de la recolección de plásticos para su reciclaje, se utilizará el método de recogida de residuos en el patio.

11.3.1.3. Recolección de residuos orgánicos

En cuanto a la recogida de residuos orgánicos, coincide totalmente con el método de recogida de los residuos plásticos explicados en el anterior apartado 11.3.1.2, por lo que se llevará a cabo del mismo modo que éstos y por las mismas razones.

11.3.2. Vehículos a utilizar

Los criterios para poder escoger un vehículo para la recogida primaria son los siguientes:

- El coste económico de adquisición y mantenimiento debe de ser reducido.
- El tamaño del vehículo. En el caso de la recogida primaria el vehículo debe de ser capaz de acceder por las calles más estrechas y complejas de pasar (sobre todo en la estación de lluvia, donde se deterioran aún más los caminos).
- La distancia de recorrido entre el área de recolección y el punto descarga. Esto determina además la importancia relativa del tamaño del vehículo y la velocidad en la carretera.
- Los kilos y volumen de residuos que puede transportar el vehículo (densidad de los residuos).
- Se tendrán en cuenta las posibles restricciones de peso máximo de acceso a vehículos en las carreteras.
- La adquisición del vehículo, así como su mantenimiento y reemplazo de piezas, deberán de llevarse a cabo en Nikki o en zonas próximas. Esto es debido a que el uso de equipos que dependen de piezas de repuesto importadas para el mantenimiento, conduce a altos gastos de mantenimiento y largos períodos de "fuera de servicio" (o tiempo de inactividad) del vehículo.
- En el caso de tener que levantar los contenedores manualmente, se deberá de tener en cuenta que el remolque no sea de una altura que dificulte la carga de éste por la parte superior. Por lo general, se debe de evitar que los recolectores de desechos carguen residuos por encima de la altura de sus hombros (típicamente 1.5 metros) para prevenir los problemas de salud. (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010).
- La aceptación social de los vehículos.

Por otro lado, añadir que sería recomendable que en todos los vehículos descubiertos, para evitar la caída de residuos en el momento que el vehículo está en movimiento, colocar algún tipo de cubierta en la parte superior. Si el remolque no ofrece la posibilidad de cubrirlo, se podría mirar el colocar una tela/lona como se emplean en algunos remolques para coches u otras soluciones similares. Esto ayudaría también a evitar que los residuos se mojen en la estación de lluvias (ver imagen 64).



Imagen 64: Lona para el remolque con el fin de evitar la caída de objetos que se encuentren dentro de éste cuando el vehículo está en movimiento.

11.3.2.1. Residuos mixtos

En la recogida primaria, lo más recomendable es utilizar vehículos de pequeño tamaño, ya que en Nikki existe una gran cantidad de calles estrechas donde los vehículos grandes y medianos no pueden pasar.

Por tanto, de los vehículos explicados en el capítulo 8.2.2, se han de utilizar de entre estos los que sean de un tamaño menor: los carros por tracción humana, los triciclos de carga, los carros por tracción animal, el motocultor, el triciclo motorizado, el *rickshaw*, el vehículo satélite y el tractor pequeño con remolque o con contenedor.

Dentro de esta categoría de vehículos pequeños, los que se pueden obtener cerca de Nikki son principalmente las bicicletas (no es necesario un carnet de conducir) y el triciclo motorizado (es necesario carnet de conducir). Por lo que se descarta directamente el uso de los otros vehículos.

Por tanto, se realizará una comparativa entre los diferentes requisitos que faltan por analizar entre el uso de bicicletas y el uso de triciclos motorizados.

En cuanto al coste de adquisición, es más económica la bicicleta que el triciclo motorizado. Ocurre lo mismo con el coste de mantenimiento, ya que las piezas a reemplazar en las bicicletas son más baratas y a que estas no necesitan de combustible. Por lo que para este requisito es preferible las bicicletas.

Por lo que respecta a la distancia de recorrido que hay entre el área de recolección y el punto de transferencia, ésta puede llegar a ser algo larga si se realiza mediante fuerza humana, ya que, tal y como se expone en el punto 11.4.1, sólo hay un punto de transferencia para la ciudad de Nikki. Además, los residuos mixtos poseen una elevada densidad (ir al anexo I para obtener mayor información), por lo que el remolque, a medida que se vaya llenando, puede llegar a pesar demasiado como para que el personal lo pueda transportar pedaleando mediante una bicicleta. Así pues, para este

tipo de residuos de densidad elevada, el triciclo motorizado puede transportar mayor cantidad de residuos (ya que puede transportar mayor peso) y, además, puede ir a mayor velocidad que la bicicleta. Por lo que para este requisito, sería preferible el uso de triciclos motorizados.

En cuanto a los kilos y volumen que puede transportar el vehículo, ambos volúmenes serán parecidos, ya que los remolques no pueden ser muy grandes, pero los kilos que pueden transportar no. Los triciclos motorizados pueden transportar un mayor peso que las bicicletas y se debe de tener en cuenta que la densidad de los productos mixtos es elevada (ver Anexo I). Para las bicicletas sólo sería viable su uso si se hiciera un buen diseño de la bicicleta, ya que la densidad de los residuos es elevada, y puede ser complicado y pesado para la persona trabajadora pedalear con el remolque lleno. Por lo que para este requisito sería preferible el uso de triciclos motorizados.

Sobre las posibles restricciones de peso máximo de los vehículos en las carreteras, se ha visto en el punto 5 de esta memoria que no hay nada respecto a ello. Por lo que ambos vehículos servirían.

Por lo que respecta a la adquisición del vehículo, así como su mantenimiento y reemplazo de piezas cerca de Nikki, ambas opciones son factibles, ya que existen talleres y comercios locales que ofrecen dichas posibilidades.

En cuanto a la altura del remolque, ambos remolques se pueden conseguir con una altura adecuada para realizar este trabajo. Es decir, ambos vehículos son posibles para este requisito.

Por último, resaltar que, aunque haya bicicletas en Nikki y que no requieren de carnet de conducir, no se utilizan prácticamente como transporte. De hecho, la población no tiene una buena imagen del uso de bicicletas y no está culturalmente muy arraigado. No obstante, se podría mirar la posibilidad de utilizar una bicicleta con remolque en barrios pequeños, siempre que se haga un buen diseño de esta y pueda dar una mejor imagen.

Así pues, argumentado todo lo anterior, se escoge usar triciclos motorizados para la recogida primaria de los residuos mixtos, ya que cumple con mayores requisitos que la bicicleta.

11.3.2.2. Residuos plásticos

Como se ha explicado en el anterior punto, de entre todos los vehículos de menor tamaño expuestos en el capítulo 8.2.2, los que se pueden encontrar cerca de Nikki son la bicicleta y el triciclo motorizado. Por lo que se analizarán los diferentes requisitos que faltan analizar entre estos dos vehículos.

De entre los requisitos que faltan por argumentar, hay conclusiones que coinciden con las razones de escoger uno u otro vehículo con el caso anterior de los residuos mixtos. Estos son:

- El coste económico de adquisición y mantenimiento (preferible el uso de bicicleta).
- Las normativas de restricción de peso máximo en carreteras (ambos vehículos sirven).

-La adquisición del vehículo, su mantenimiento y reemplazo de piezas (ambos son posibles).

-La altura del remolque (se puede usar en los dos casos).

-Aceptación social (preferiblemente triciclos motorizados, aunque no se descartan las bicicletas, siempre sólo si se realiza un buen diseño para mejorar imagen)

Por lo que respecta a los demás requisitos, estos se van a explicar a continuación.

En cuanto a la distancia de recorrido entre el área de recolección y el punto descarga, decir que el plástico es una materia que ocupa mucho espacio pero que pesa poco (tienen una densidad baja), por lo que en principio no es un gran inconveniente el peso de éstos para transportarlos pedaleando hasta el punto de transferencia. No obstante, sigue teniendo mayores velocidades el triciclo motorizado, por lo que es preferible el triciclo motorizado.

Sobre los kilos y volumen, como se ha comentado antes, los volúmenes de los remolques serán parecidos, ya que no pueden ser muy grandes, pero los kilos que pueden transportar no. Los triciclos motorizados pueden transportar un mayor peso que las bicicletas, no obstante, los residuos plástico no tienen una densidad elevada. Por lo que ambas soluciones serían factibles.

Por lo tanto, dicho todo lo anterior, se escoge utilizar para los residuos plásticos los triciclos motorizados.

11.3.2.3. Residuos Orgánicos

Por lo que respecta a la recogida de los residuos orgánicos, los argumentos utilizados para los diferentes requisitos de los vehículos son los mismos que la de los residuos mixtos, ya que también tiene una densidad elevada.

Por lo que se utilizarán los triciclos motorizados para recolectar los residuos orgánicos.

11.3.3. Tipo de contenedores

Las diferentes alternativas que se pueden utilizar en Nikki, son también las explicadas en el punto 8.2.3. de este estudio.

Comentar también, que los depósitos serán de un color u otro en función de los residuos que vaya a almacenar, con el fin de facilitar el proceso de reciclaje a la población.

El tipo depósito utilizado para almacenar la basura en los patios debe ser uno que cumpla al menos con los siguientes criterios de elección:

- Debe de poder conseguirse cerca de Nikki.
- El volumen que puede albergar debe de ser conocido.
- No debe de ser demasiado alto para que la usen los/as niños/as y debe tener una abertura lo suficientemente grande como para que todos los objetos puedan colocarse dentro.
- Debe de poder cerrarse para evitar olores, insectos y animales.
- Será preferible que las tapas estén sujetas mediante algún método al contenedor para evitar que se pierdan.
- No debe de tener valor para evitar robos.
- Que sea económico
- Que sea fácilmente manejable y que faciliten la carga rápida manual en los vehículos de recolección.
- La forma de los contenedores deben ser algo cónicos para que sean fáciles de vaciar cuando se inclinan, incluso si los desechos se han compactado dentro.
- La carga de los desechos en el vehículo de recolección debe ser seguro, es decir, no debe presentar un riesgo grave de lesiones por levantamiento o cortes por bordes irregulares.
- Los contenedores deben ser lo suficientemente duraderos, resistentes a daños mecánicos, corrosión, radiación ultravioleta y, en muchos casos, a fuego. Los contenedores que tienen una vida útil relativamente corta pueden ser económicos si sus costos son bajos y existe un mecanismo confiable para reemplazarlos.
- A pesar de que los contenedores con obertura lateral permiten usar a los niños los contenedores altos y evitan que la lluvia llegue a los residuos, las aberturas de las unidades de almacenamiento es preferible que estén en la superficie superior para permitir el vaciado de cubos.
- En caso de optar por contenedores de metal, el espesor de la chapa de acero utilizada para fabricar estos contenedores debe ser mayor en su parte inferior y las esquinas, para proporcionar mayor resistencia y resistencia a la corrosión. Además, como la corrosión se produce más rápidamente en contenedores que tienen esquinas afiladas y grietas (donde los desechos se adhieren o los líquidos quedan atrapados entre las hojas de acero), por lo que será preferible un diseño de los contenedores en el que se elimine esquinas y grietas, ya que aumenta considerablemente la vida útil de los contenedores. Otro medio para aumentar la vida útil de los contenedores al reducir la corrosión es fabricarlos a partir de aceros especiales resistentes a la corrosión, pero son más costosos que el acero dulce.
- La aceptación social.

A continuación, se expondrán los contenedores elegidos para los patios para las diferentes fracciones de residuos.

11.3.3.1. Residuos mixtos

De los contenedores comentados en el punto 8.2.3, se descarta el uso de depósitos fijos por los diversos inconvenientes comentados en dicho apartado. También, se descartan los contenedores intercambiables ya que tienen demasiada capacidad como para poder ser luego transportados por triciclos motorizados.

Por lo que se escogerán la solución de entre los contenedores no fijos.

De estos, se pueden conseguir cerca de Nikki tanto de metal como de plástico. Ambos pueden conseguirse con todos los requisitos que se piden arriba:

- Se pueden conseguir cerca de Nikki.
- Puede conocerse el volumen albergado.
- Pueden ser de una altura estándar para que los/as niños/as puedan.
- La abertura puede ser lo suficientemente grande para que quepan los objetos, y puede estar situada en la superficie superior para permitir el vaciado de los cubos.
- Pueden tener tapas sujetas para evitar olores, insectos, animales y agua en caso de lluvias.
- No tienen valor, por lo que se evitaba robos.
- Pueden ser fácilmente manejables para facilitar una carga rápida manual.
- Pueden ser cónicos para que sean fácilmente vaciables y sin presentar riesgos para evitar lesiones por levantamiento.
- Ambos son duraderos y resistentes. En caso de contenedores metálicos, el espesor de la chapa puede ser mayor en la parte inferior y esquinas para proporcionar mayor resistencia y resistencia a la corrosión. Realizando un diseño en el que se eliminen esquinas y grietas.

Por lo tanto, ambos cumplen con los requisitos anteriores. La diferencia fundamental se encuentra en el coste económico de adquisición (y por tanto de reemplazamiento) y en la aceptación social.

Por lo que respecta al coste económico de adquisición, los de plástico son más baratos.

No obstante, desde BAD ONG, manifiestan la preferencia por el uso de contenedores de metal. Esto es debido principalmente a que se quiere realizar una concienciación a la población sobre la reducción del uso de plásticos. Si el servicio de recogida de residuos usa plástico para los contenedores, mientras realiza campañas para la reducción de plásticos, no va a haber una plena confianza de primeras por parte de la población. Por lo que podrían llegar a no usar este servicio de recogida de residuos o a no realizar acciones para reducir el uso de plásticos.

Por tanto, finalmente se escogen los contenedores no fijos de metal para los residuos mixtos.

11.3.3.2. Residuos plásticos

Por lo que respecta al tipo de contenedor utilizado en los patios para los plásticos, se opta por los contenedores no fijos de metal por las mismas razones de el punto 11.3.1 de este trabajo.

11.3.3.3. Residuos orgánicos

En cuanto al tipo de contenedor utilizado en los patios para los orgánicos, se opta por los contenedores no fijos de metal por los mismos argumentos descritos en el punto 11.3.1 de este documento.

11.3.4. Frecuencia de recogida

Antes de proceder a exponer la frecuencia de recogida elegida para cada fracción de residuo, resaltar que se va a tener en cuenta que exista una regularidad de la frecuencia del servicio de recogidas.

Se ha podido observar cómo en otros proyectos la irregularidad en dicha frecuencia, conduce a la pérdida completa de la relación y la confianza entre las autoridades y el público, y en tales casos, se puede reunir poca o ninguna cooperación del público para apoyar el servicio. Por consiguiente, es más que aconsejable tener una regularidad en la recolección de basuras. (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

Otro punto relacionado con la frecuencia es el tema de la confiabilidad. Es muy deseable que la frecuencia no varíe, de modo que los propietarios y los comerciantes sepan cuándo se recogerán sus desechos. Es posible que se necesiten pequeños ajustes en la frecuencia de recolección debido a días festivos, y es importante que los generadores estén informados de estos cambios con anticipación. Las fluctuaciones inesperadas en la frecuencia socavan la confianza en el servicio de recolección de residuos y en la gestión municipal. (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010).

Dicho lo anterior, se procede a la elección de la frecuencia de recogida para cada una de las fracciones de residuos. Esta se escogerá en función de las siguientes limitaciones:

-La cantidad generada de residuos. A mayor generación, mayor deberá de ser la frecuencia de recogida.

-El tipo de residuos. Las temperaturas ambientales afectan a la frecuencia a la que deben recogerse los residuos (recordar que Nikki tiene un clima cálido –punto 1.1.2 de este documento-).

Para las moscas hembra, uno de los sitios óptimos para poner huevos es en los residuos de alimentos. A altas temperaturas, el ciclo de reproducción de las moscas domésticas es mucho más rápido, por lo que los residuos deben recolectarse con mayor frecuencia para controlar el número de estos insectos. La Tabla 14 muestra cómo la duración del ciclo de reproducción de las moscas se acelera con el aumento de la temperatura.

Además, las temperaturas más altas también aceleran los procesos microbiológicos, lo que lleva a una generación más rápida de olores ofensivos y una producción más temprana de microorganismos fúngicos que pueden causar trastornos pulmonares. Como resultado, los desechos sólidos deben recolectarse al menos dos veces por semana en climas cálidos. (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

Promedio de duración de las diferentes etapas (días)			
Temperatura	16 °C	25 °C	35 °C
Huevo	1,7	0,66	0,33
Larva	11-26	6,5	3,5
Pupa	18-23	6,7	4
Promedio Total	32	11	6

Tabla 14: Promedio de duración del ciclo de reproducción de las moscas. Fuente: (UN-HABITAT, Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries, 2010)

11.3.4.1. Residuos mixtos

Por un lado, se debe tener en cuenta que Nikki tiene un clima cálido (ver punto 1.1.2 de este documento) y que, al ser residuos mixtos, es posible que estos puedan contener algunos restos de comida. Es por ello que la frecuencia de recolección de los residuos mixtos ha de ser al menos de 2 veces a la semana para evitar olores e insectos.

Por otro lado, en cuanto a cantidades generadas, se observa en el anexo II que la cantidad generada de residuos mixtos provoca que haya un máximo de 1 contenedor por patio para la recogida diaria, 3 para una recogida de tres veces a la semana y 4 para la recogida de dos veces a la semana.

Como se puede observar, no son una gran cantidad de contenedores (además, no van a ser contenedores de gran tamaño, ya que se pretende que sea manejable entre dos personas para la carga manual de estos contenedores), por lo que en cuanto a cantidades generadas, se adaptan las tres alternativas.

En cuanto a coste económico, si se observa el número de contenedores totales del anexo II, se obtiene un total de 1752 contenedores para la recogida diaria, 2343 contenedores para la recogida de tres veces a la semana y 2962 contenedores para la recogida de dos veces a la semana. A este coste de contenedores, se le debe de sumar el coste de adquisición de los vehículos y el coste operativo de éstos (ver anexo III para mayor información).

Para visualizar mejor estos gastos de adquisición y de explotación, se van a mostrar las siguientes Gráfica 3, Gráfica 4 y Gráfica 5. Éstas muestran el coste total en euros de las tres alternativas (recogida de una vez a la semana, dos veces a la semana y tres veces a la semana) a lo largo del tiempo, concretamente en 1, 3 y 5 años. En dicho coste total se incluye la adquisición de los vehículos y de los contenedores, además de los costes operativos de los vehículos:



Gráfica 3: Costes de adquisición y explotación de los residuos mixtos a lo largo del primer año de estar en funcionamiento.



Gráfica 4: Costes de adquisición y explotación de los residuos mixtos a lo largo de tres años de estar en funcionamiento.



Gráfica 5: Costes de adquisición y explotación de los residuos mixtos a lo largo de cinco años de estar en funcionamiento.

Como se puede apreciar en las Gráfica 3, Gráfica 4 y Gráfica 5, siempre se mantiene a lo largo del tiempo a un precio bastante más económico la recogida de basuras de tres veces a la semana.

Por tanto, dicho todo lo anterior, se escoge una frecuencia de recogida de los residuos mixtos de tres veces a la semana.

11.3.4.2. Residuos plásticos

Por lo que respecta a los plásticos, su frecuencia de recogida será menor, de al menos 1 vez a la semana por todo lo expuesto anteriormente.

Al igual que con los residuos mixtos, los residuos plásticos podrían tener algún resto de comida. Es por ello, que sería preferible realizar una recogida de residuos de plásticos al menos de 2 veces a la semana para evitar olores e insectos.

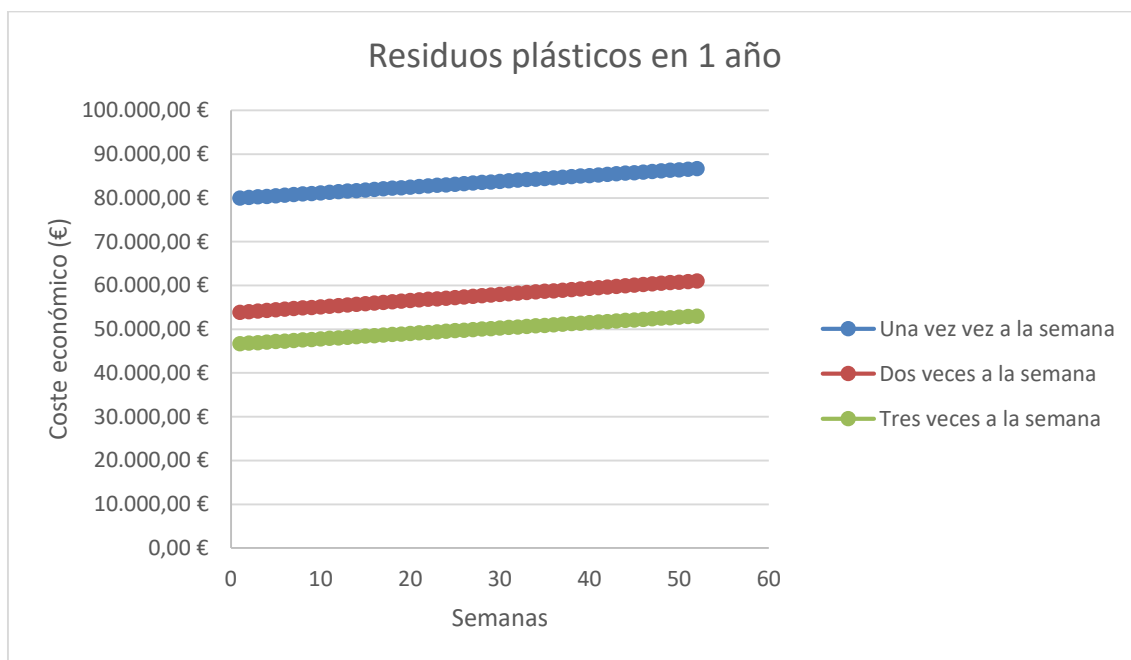
En lo referente a cantidades generadas, se muestra en el anexo II que la cantidad producida de residuos plásticos ocasiona que haya un máximo de 1 contenedor por patio para las tres alternativas de recogida.

Por tanto, en cuanto a cantidades generadas, se adaptan las tres alternativas.

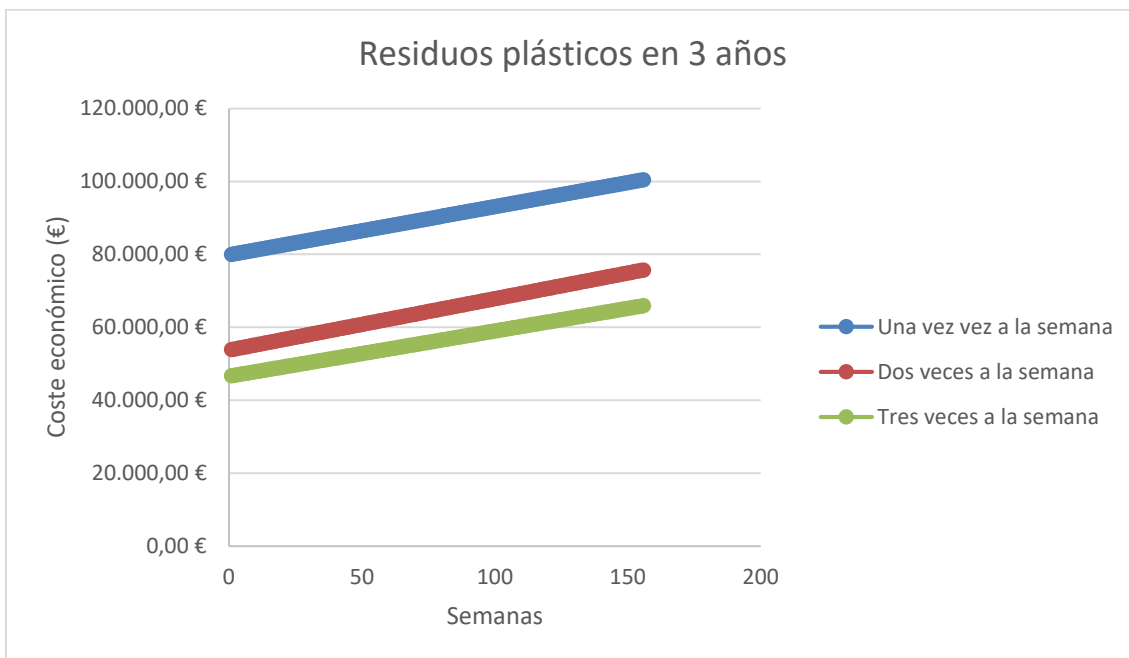
En cuanto a coste económico es donde se aprecia la diferencia.

Si se observa el número de contenedores totales del anexo II, se obtiene un total de 1752 contenedores para las tres alternativas de frecuencia de rescoiga. A este coste de contenedores, se le debe de sumar el coste de adquisición de los vehículos y el coste operativo de éstos (ver anexo III para mayor información).

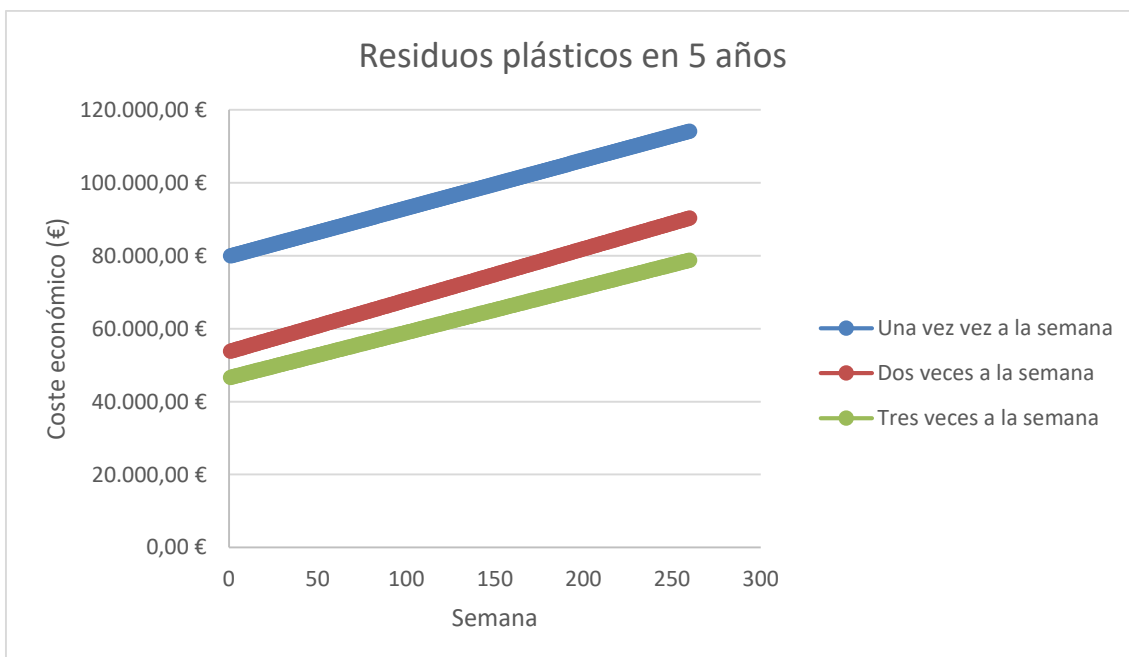
Para visualizar mejor estos gastos de adquisición y de explotación, se van a mostrar las siguientes Gráfica 6, Gráfica 7 y Gráfica 8. Éstas muestran el coste total en euros de las tres alternativas (recogida de una vez a la semana, dos veces a la semana y tres veces a la semana) a lo largo del tiempo, concretamente en 1, 3 y 5 años. En dicho coste total se incluye la adquisición de los vehículos y de los contenedores, además de los costes operativos de los vehículos:



Gráfica 6: Costes de adquisición y explotación de los residuos plásticos a lo largo del primer año de estar en funcionamiento.



Gráfica 7: Costes de adquisición y explotación de los residuos plásticos a lo largo de tres años de estar en funcionamiento.



Gráfica 8: Costes de adquisición y explotación de los residuos plásticos a lo largo de cinco años de estar en funcionamiento.

Como se puede apreciar en la Gráfica 6, Gráfica 7 y Gráfica 8, no se aprecia a lo largo del tiempo que ninguna vaya a superarse en costes de explotación y adquisición, concluyendo que el coste económico de tener una frecuencia de recogida de residuos de tres veces a la semana sería menor.

Por tanto, dicho todo lo anterior, se escoge una frecuencia de recogida de los residuos plásticos de tres veces a la semana.

11.3.4.3. Residuos orgánicos

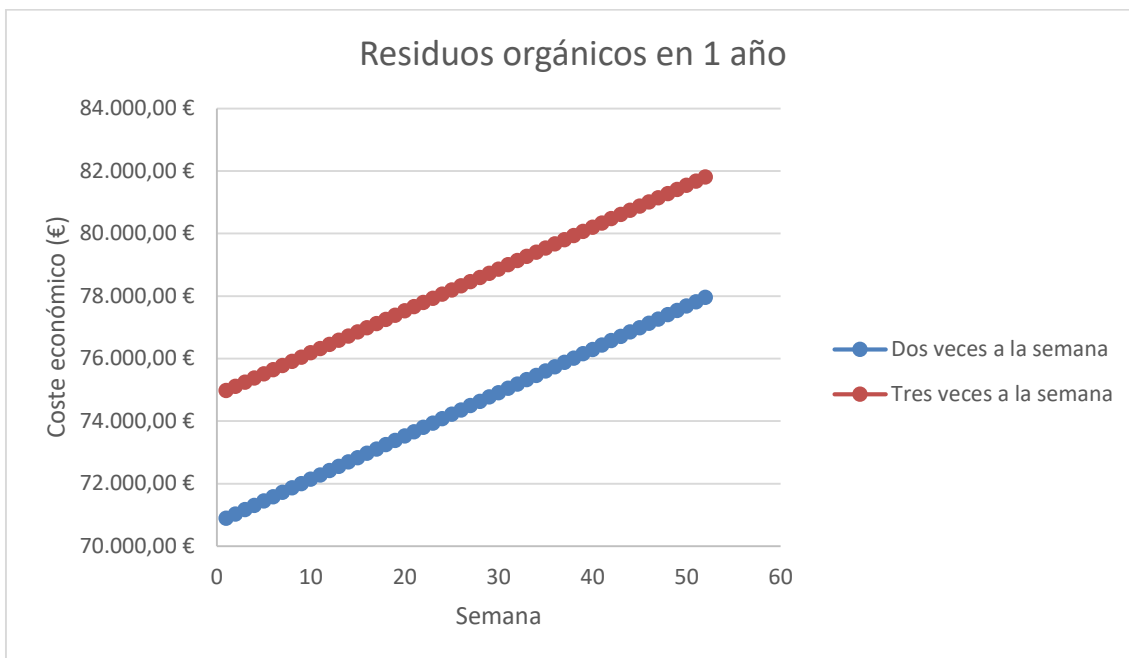
Por todo lo anteriormente explicado, se parte de que la frecuencia de recolección de residuos orgánicos ha de ser al menos de 2 veces a la semana para evitar olores e insectos. No obstante, sería preferible tener una frecuencia mayor, a fin de reducir al máximo estos problemas.

Con respecto a cantidades generadas, se observa en el anexo II que la cantidad generada de residuos orgánicos provoca que haya un máximo de 2 contenedores por patio para la recogida de dos veces a la semana y 2 para una recogida de tres veces a la semana.

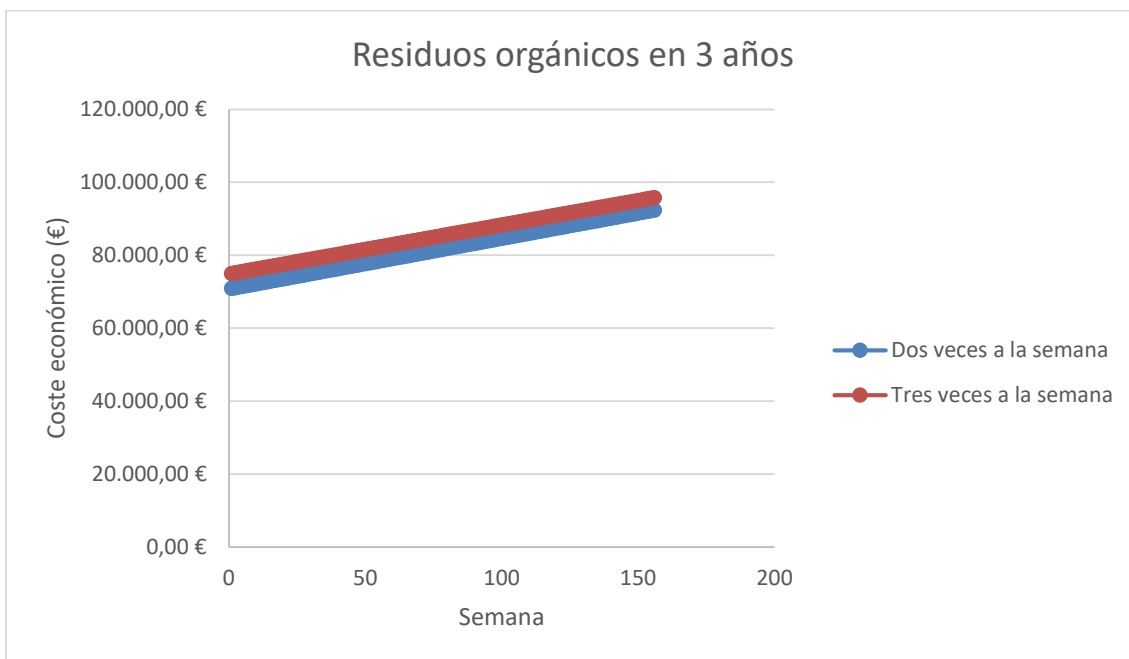
Por lo que en cuanto a cantidades generadas, se adaptan las dos alternativas.

En cuanto a coste económico, si se observa el número de contenedores totales del anexo II, se obtiene un total de 1753 contenedores para la recogida de tres veces a la semana y 1776 contenedores para la recogida de dos veces a la semana. A este coste de contenedores, se le debe de sumar el coste de adquisición de los vehículos y el coste operativo de éstos (ver anexo III para mayor información).

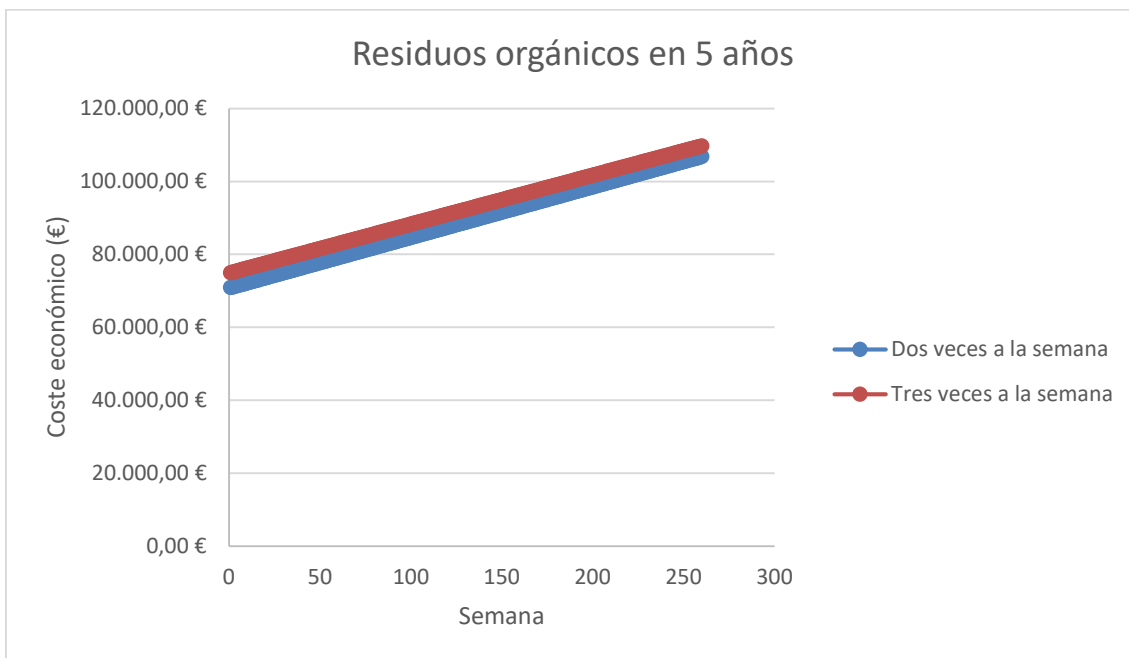
Para visualizar mejor estos gastos de adquisición y de explotación, se van a mostrar las siguientes Gráfica 9, Gráfica 10 y Gráfica 11. Éstas muestran el coste total en euros de las dos alternativas (recogida de dos veces a la semana y tres veces a la semana) a lo largo del tiempo, concretamente en 1, 3, 5 y 10 años. En dicho coste total se incluye la adquisición de los vehículos y de los contenedores, además de los costes operativos de los vehículos:



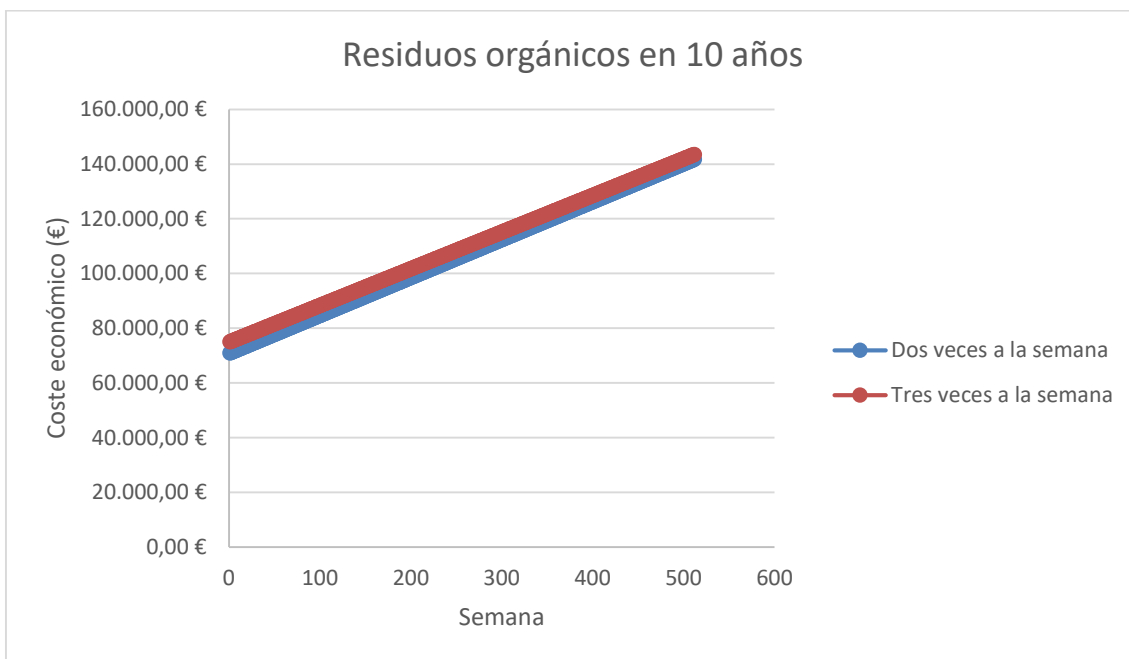
Gráfica 9: Costes de adquisición y explotación de los residuos orgánicos a lo largo del primer año de estar en funcionamiento.



Gráfica 10: Costes de adquisición y explotación de los residuos orgánicos a lo largo de tres años de estar en funcionamiento.



Gráfica 11: Costes de adquisición y explotación de los residuos orgánicos a lo largo de cinco años de estar en funcionamiento.



Gráfica 12: Costes de adquisición y explotación de los residuos orgánicos a lo largo de diez años de estar en funcionamiento.

Como se puede evaluar en las Gráfica 9, Gráfica 10 y Gráfica 11, no se aprecia a lo largo del tiempo que ninguna vaya a superarse en costes de explotación y adquisición, excepto a partir de los 10 años (Gráfica 12), que parece que vayan a igualarse.

Por tanto, dicho todo lo anterior y, al observarse que a lo largo del tiempo los costes se van igualando entre ambas alternativas, se escoge una frecuencia de recogida de los residuos orgánicos de tres veces a la semana, a fin de evitar que existan mayores problemas de olor e insectos.

11.3.5. Volumen y número de contenedores

El cálculo para el volumen y número de contenedores y sus resultados se exponen en el anexo II de este proyecto.

Por lo que respecta al número de contenedores, se ha optado finalmente por utilizar el número correspondiente por patio en lugar de elegir un número de contenedores concreto e igual por patio. Esto es debido a que en la realidad, la densidad de población varía por patio. De esta manera, se evitan desbordamientos en los patios donde deberían de haber más contenedores, y se evitan sobrecostes en los casos donde deberían de situarse menos contenedores.

El volumen y número de contenedores van en función de la frecuencia de recogida finalmente escogida. Tal y como se muestra en el anterior punto 11.3.4 de este documento, se ha elegido finalmente una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para las tres fracciones de residuos.

De este modo, tal y como se puede observar en el anexo II, el volumen de los contenedores para el caso de los residuos mixtos es de 0,0484 m³ y 79,0366 litros, para los residuos plásticos de 0,0653 m³ y 61,1728 litros, y para los residuos orgánicos de 0,1448 m³ y 111,2272 litros.

Por lo tanto, a nivel comercial, se va a escoger un volumen de 80 litros para los residuos mixtos, 65 litros para los residuos plásticos y 120 litros para los orgánicos.

11.3.5.1. Precio de los contenedores

Tal y como se ha expuesto en varios de los apartados de esta memoria, uno de los principales problemas para llevar a cabo este proyecto es la falta de datos, siendo el precio de los contenedores uno de éstos. Se tiene únicamente como información que el precio de un contenedor metálico es de 18.24 € (12.000 CFA). Este dato ha sido proporcionado por OANInternational, sin embargo, no se sabe exactamente el volumen del contenedor.

Es por ello que, ante este inconveniente, lo que se ha realizado es asignar ese precio al contenedor de menor volumen (en este caso, el de los plásticos) y el precio de los otros contenedores se ha calculado mediante una sencilla regla de tres. De este modo, se pretende ser conservador en el coste de los precios.

De esta manera se obtiene un precio de 22.45 €/contenedor para los residuos mixtos, de 18.24 €/contenedor para los residuos plásticos y de 33.67 €/contenedor para los residuos orgánicos.

11.4. Estación de transferencia

11.4.1. Punto de transferencia

En este caso, en Nikki se opta por la utilización de una estación de transferencia debido a que las calles son estrechas y no pueden acceder vehículos de gran tamaño. Por lo que se ha de recolectar los residuos en primer lugar de las viviendas (recogida primaria) y llevarlos hasta un punto de transferencia más accesible para vehículos de mayor tamaño y que sean capaces de transportar mayores cargas.

Tal y como se ha expuesto en otros puntos, la falta de datos es un inconveniente en este trabajo. En concreto, en este apartado existe una manca de información sobre los posibles lugares donde se podría almacenar la flota de vehículos, como es por ejemplo el saber si los terrenos son públicos o privados. Es por ello que, el lugar elegido es uno que cumpla que:

-Está cerca de alguna de las carreteras más accesibles para poder circular a mayor velocidad hasta cada uno de los puntos de recogida.

-Que no se encuentre cerca de las viviendas, puesto que los vehículos no son higiénicos, pero tampoco no lo suficientemente lejos por ahorro de costes en combustible.

Por otro lado, tampoco hay un lugar específico que se utilice como vertedero oficial, por lo que se va a considerar que en el mismo lugar donde se almacenan los vehículos, también servirá como punto de transferencia de residuos.

Es por todo lo anterior que se ha escogido finalmente como punto de transferencia el que se puede observar en la Imagen 65 redondeado en un círculo rojo. Los demás puntos que se pueden observar en la imagen, son los diversos patios que existen en Nikki.

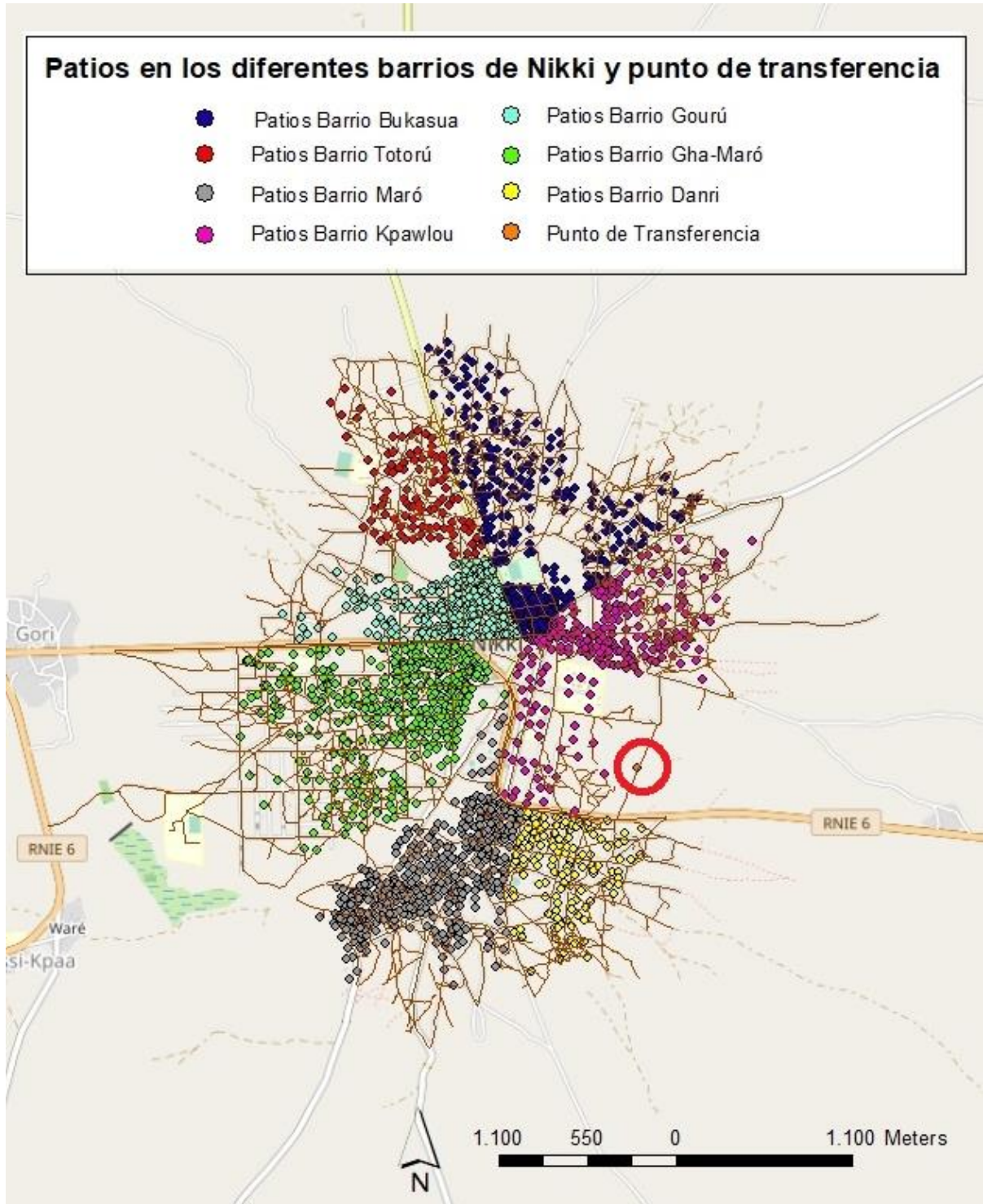


Imagen 65: Distribución de los patios y el punto de transferencia en Niki. Punto de transferencia resaltado para una mayor visualización dentro de un círculo rojo.

12. Planificación

Este proyecto se puede separar en 5 etapas, tal y como se muestra en la Gráfica 13. En primer lugar, es necesario saber las necesidades y requisitos de los interesados en el proyecto, que en este caso son la población, OANInternational y el Ayuntamiento de Nikki. Para ello, se realiza el primer día una reunión con OANInternational, quienes son además, quienes tienen el contacto directo con los otros dos *stakeholders*. De este modo, en una reunión de uno o dos días, se obtienen las necesidades y requisitos de diseño del proyecto. Resaltar que, a pesar de que se indique únicamente una reunión inicial, durante todo el proceso se estará en continua comunicación con OANInternational.

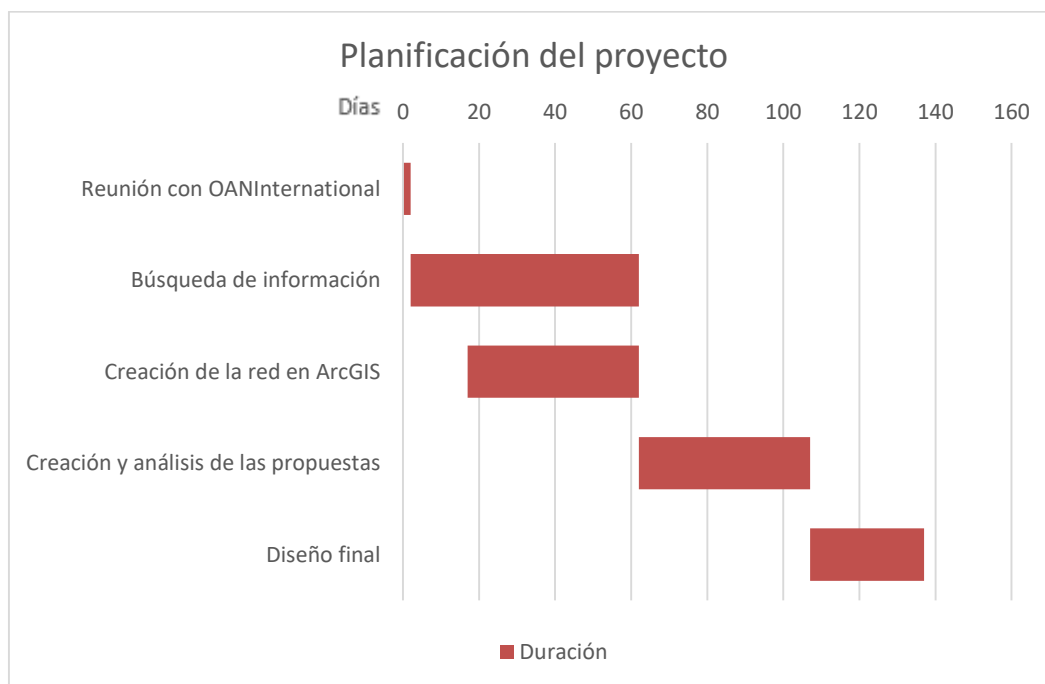
La segunda fase es la de la búsqueda de información. En esta, se buscará información acerca de: mapas georreferenciados de Nikki, precios, normativas (respecto a la recogida de residuos, de vehículos en las carreteras, de seguridad en el trabajo, etc.), casos de otros proyectos de recogida de residuos en otros países en vías de desarrollo, etc. Ésta empieza inmediatamente después de la reunión (día 2) y tiene una duración de dos meses (terminando el día 62).

La tercera etapa es la de la creación de la red en ArcGIS. Esta etapa se crea para tener en cuenta la posibilidad de que no existan mapas georreferenciados de Nikki y se debieran de crear. Ésta empieza 15 días después de que empiece la etapa 2 de búsqueda de información. De este modo, se puede buscar información y, paralelamente, realizar la red de calles. Dura un mes y medio (45 días) y termina el día 62.

La cuarta fase es la de creación y análisis de propuestas. En ésta, se crea y se analiza las diferentes propuestas y alternativas para la recogida de residuos de Nikki. Empieza inmediatamente después de las etapas 2 y 3 (en el día 62) y tiene una duración de un mes y medio (45 días).

La quinta etapa es la del diseño final de la solución elegida. Ésta empieza inmediatamente después de la etapa 4 (en el día 107) y tiene una duración de 1 mes, terminando el día 149.

Finalmente, destacar que se han añadido 11 días para imprevistos. De esta manera, se obtiene una duración total del proyecto de 160 días, es decir, 5 meses.



Gráfica 13: Planificación del proyecto en diagrama de Gantt

13. Análisis de viabilidad

13.1. Análisis de viabilidad técnica

Este trabajo final de máster, se puede concluir que es técnicamente viable por los siguientes dos motivos principales:

-Los vehículos a utilizar, así como los contenedores y herramientas auxiliares a usar, se pueden adquirir localmente en Nikki o en sus proximidades, así como la existencia de talleres. Esto abarata costes y tiempo, y reduce los problemas de reemplazamiento de piezas y de mantenimiento.

-Se tiene en cuenta el conocimiento de la población local. En este caso, no es necesaria una gran formación de los/as trabajadores/as.

Asimismo, en base al proceso de diseño de la recogida de residuos que se expone en los anexos de este proyecto, así como en los resultados concluyentes y positivos, en cuanto a los requisitos de la instalación y de la normativa vigente, se puede afirmar que la materialización de este proyecto es técnicamente viable.

13.2. Análisis de viabilidad económica

Dada la naturaleza de este proyecto, encontrándose en los ámbitos de la cooperación internacional y el desarrollo humano en Benín, no se tendrá en consideración la viabilidad económica del mismo como se acostumbra hacer en un proyecto convencional, ya que no se persigue el logro de un beneficio de tipo económico si no de tipo social.

No obstante, se ha estimado cuál sería el periodo de amortización o “Pay Back” (PB) de la inversión inicial del proyecto en función de los ingresos que se generarán con la venta de plásticos y compost.

En cuanto a los precios de venta de los plásticos o del compost, no se ha encontrado este dato para el país de Benín. Únicamente se ha podido encontrar este dato de precio de venta de materiales reciclables para recicladores informales en Beni Mellal (Marruecos). Estos se muestran en la Tabla 15:

Material	Precio por kg en €
Plástico	0,09 - 0,18 €
Hierro	0,09 - 0,27 €
Aluminio	0,13 - 1,17 €
Cobre	2,70 €
Cartón	0,03 €
Vidrio	0,09 - 0,27 (0,5 € la botella)
Cuero	0,9 - 2,70 €
Material orgánico	0,9 - 0,13 €

Tabla 15: Precio de venta de materiales reciclables para recicladores informales en Beni Mellal (Marruecos). Fuente: (Sylvy Jaglin, 2018)

Por lo tanto, al no ser el precio exacto de Benín lo que se va a realizar es una estimación del precio de venta del plástico y del compost.

En primer lugar, se calculará el periodo de retorno con el precio de venta original, a continuación, se calculará igual pero modificando dicho precio de venta a otro un 20% superior al precio encontrado, y finalmente se calculará de nuevo el *pay back* pero disminuyendo el precio original un 20%. Todo esto, para cada uno de los rangos de precios ofrecidos: el precio más bajo (0.09 €/kg para plásticos y 0.13 €/kg para material orgánico), el precio más alto (0.18 €/kg para plásticos y 0.90 €/kg para material orgánico) y el precio medio (0.14 €/kg para plásticos y 0.52 €/kg para material orgánico))

Por tanto, sabiendo que la generación anual de residuos plásticos es de 1069782,23 kg/año y el de orgánico 8369216,94 kg/año, y que la inversión inicial a realizar es de 353.788,79 €, se obtiene el siguiente resultado mostrado en la Tabla 16 para cada uno de los precios sin aumentar ni disminuir el precio original:

	PB (años) Precio más bajo	PB (años) Precio más alto	PB (años) Precio medio
Beneficio anual	1.184.278,60 €	7.724.856,05 €	4.454.567,32 €
Pay back (años)	0,30	0,05	0,08

Tabla 16: Periodo de retorno en años calculado con el precio original de venta

Si se aumentara el precio un 20 % el precio de venta de los materiales reciclables, se obtiene los resultados de la Tabla 17:

	PB (años) Precio más bajo	PB (años) Precio más alto	PB (años) Precio medio
Beneficio anual	1.421.134,32 €	9.269.827,25 €	5.345.480,79 €
Pay back (años)	0,25	0,04	0,07

Tabla 17: Periodo de retorno en años calculado con el precio un 20% mayor al original de venta

Si se disminuye el precio un 20 % el precio de venta de los residuos reciclables, se extraen los resultados de la Tabla 18:

	PB (años) Precio más bajo	PB (años) Precio más alto	PB (años) Precio medio
Beneficio anual	236.855,72 €	1.544.971,21 €	890.913,46 €
Pay back (años)	1,49	0,23	0,40

Tabla 18: Periodo de retorno en años calculado con el precio un 20% menor al original de venta

Como se puede observar en las Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18, el periodo de retorno menor se da en 0.04 años, el cual coincide con el caso de mayor precio. El periodo de retorno mayor se instala en 1.49 años para el caso del precio menor.

Por tanto, tal y como muestran los datos, este proyecto es viable económicamente, obteniendo un periodo de retorno en cualquiera de los casos menor a dos años.

13.3. Análisis de viabilidad medioambiental y social

En primer lugar, es necesario analizar si el proyecto es sostenible socialmente en el tiempo, ya que si no existe la colaboración entre los diferentes 'stakeholders', el sistema de recogida de basuras puede fracasar. Dentro de estos 'stakeholders', se encuentran como fundamentales la población de Nikki y el Ayuntamiento de Nikki.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede justificar la implementación de este proyecto por las siguientes razones:

- El Ayuntamiento de Nikki ve necesario paliar la problemática con la gestión de residuos, por lo que este proyecto está alineado con la estrategia del Ayuntamiento de Nikki.

- Cada vez es mayor la queja que muestra la población con la problemática de los residuos en Nikki, solicitando así soluciones para disminuirlo. Por lo que la ciudadanía en principio no se opondría a la implementación de un sistema de recogida de basuras. Asimismo, el año pasado se organizó una jornada de limpieza simbólica alrededor del Ayuntamiento y del palacio real y, este año, el conjunto de ONGs locales, también organizaron una jornada de recogida de basuras en la zona central de Nikki.

-La participación de la ciudadanía es imprescindible en este proyecto. Es por esta razón que los contenedores se han ubicado en los patios, a fin de encontrarse lo más cerca posible de los y las habitantes. Además, en todo momento estas personas deben de ser escuchadas a fin de analizar sus necesidades, ya que sin la colaboración de estas no es posible realizar la recolección de residuos. Hacer especial hincapié a escuchar a las mujeres, uno de los colectivos más afectados, evitando así que su voz quede silenciada.

-No es necesaria una gran formación de la población. Por ejemplo, el sistema de división de residuos por contenedores de diferentes colores es fácilmente entendible. Aunque sí es necesario realizar una campaña para ofrecer el acceso a toda la información sobre horarios de recogida, cómo realizar la división por colores, posibles sanciones (si el Ayuntamiento de Nikki o la República de Benín penalizan) y los pagos del servicio.

Por otro lado, es necesario analizar los posibles impactos que tendrá este proyecto en Nikki. Tal y como se ha expuesto en el punto 4.1. de este trabajo, el problema con la gestión de residuos, es una de las dificultades ambientales más complejas en los países en desarrollo, donde los servicios suelen ser sumamente deficientes, provocando impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud, y desaprovechando las oportunidades económicas que puede llegar a ofrecer.

Partiendo de este punto, queda justificada la implantación del sistema de recogida de basuras por los siguientes motivos:

-Disminución de la contaminación del suelo, así como de las corrientes de agua cercanas a la generación de residuos.

-Descenso del número de vertederos no controlados debido a la acumulación de residuos. Por ende, se disminuye la cantidad de animales que dispersan los residuos y los criaderos de vectores de enfermedades (principalmente moscas y ratas).

-Reducción desagües abiertos estancados por los residuos. Por consiguiente, también descendería la fomentación de mosquitos, que reduce asimismo las posibles enfermedades que puedan transmitir.

-Descenso de la quema de residuos acumulados. Como consecuencia, se evitaría una mayor contaminación tanto del aire como del suelo, y se evitaría la inhalación de sustancias tóxicas originadas de la quema de RSU (Residuos Sólidos Urbanos).

-La reducción de transmisión de enfermedades.

-Se incrementa la calidad de vida de la ciudadanía.

-Se consigue una mejor impresión de la ciudad al estar más limpia.

-Generación de empleo directo para hombres y mujeres a través de la reutilización, el reciclaje y la recuperación (Woroniuk y Schalkwyk 1998, Soos 2017). Además, la prevención, reutilización, reciclaje y recuperación desechos también tiene el potencial de abordar la problemática del agotamiento de los recursos nacionales y mundiales (PNUMA 2015).

-Se impulsa el comercio local y de proximidad gracias a la obtención de recursos en Nikki o en lugares próximos.

Por tanto, dicho todo lo anterior, se justifica la viabilidad social y medio ambiental de este proyecto.

14. Consideraciones finales y mejoras

Analizando los resultados obtenidos en el apartado 11 de esta memoria y el presupuesto total estimado en el documento de presupuestos de este proyecto, se puede concluir que con la suma de 353.788,79 € se puede llevar a cabo la materialización de la recogida de residuos en Nikki.

Con esta implantación se conseguiría una recogida bien estructurada de los residuos adaptada al contexto de Nikki que mejoraría la limpieza de las calles y por tanto, la salubridad de las personas.

Resaltar la gran dificultad y esfuerzo realizado para encontrar datos sobre el país de Benín, así como la gran labor realizada para integrar todos estos datos en un software complejo como es el ArcGIS.

En cuanto al éxito de esta implantación, esta está muy condicionada por la participación de la población. Esto se ha tenido en cuenta a la hora de elegir los triciclos motorizados como vehículos para la recogida de residuos (los cuales tienen mayor aceptación social), al elegir los contenedores de metal en lugar de los plásticos (a fin de concienciar respecto al uso de plásticos) y al colocar los contenedores cerca de las viviendas, que es donde se generan los residuos.

También, para que exista una cooperación por parte de la población, es necesario que la frecuencia de recogida no varíe para que así sepan cuándo recoger los residuos. Asimismo, es fundamental informar con anticipación de cualquier variación de la frecuencia debido a días festivos, ya que de lo contrario, se socava la confianza que hay en la población con respecto al servicio de recolección de residuos y la gestión municipal. Además, es esencial que exista una regularidad de la recolección de residuos para no mermar más la confianza. Para ello, en este proyecto se ha decidido realizar una recogida de todas las fracciones de residuos de tres veces a la semana, por lo que con este diseño aumenta las posibilidades de que la comunidad coopere.

Por otro lado, para que tenga éxito la materialización de este proyecto es esencial que las mercancías adquiridas y su mantenimiento se realicen lo más próximo a la ciudad de Nikki. Esto evita que el coste económico de este proyecto no se eleve: que el precio de la adquisición de los activos sea menor, que los vehículos averiados no estén largos plazos sin funcionar (lo que podría producir que la frecuencia de recolección disminuyera, bajara la confiabilidad de la población y que éstos no cooperasen) y que el reemplazo de los materiales sea más rápido y a menor coste. Este hecho se ha tenido en cuenta en este proyecto eligiendo el triciclo motorizado como vehículo para la recogida de desechos.

Por lo que respecta a la replicabilidad de este proyecto, sólo es replicable en ciudades donde el contexto sea muy similar. Esto es debido a que una recogida de residuos depende principalmente de la cantidad generada de residuos, del tipo de residuos que se producen, de la proximidad de los comercios para adquirir y mantener los vehículos, contenedores y demás artículos, del nivel de concienciación de la población, del estado y tamaño de las carreteras, del clima de la población y de las normativas del lugar, entre otros. Por tanto, cada ciudad y población, tendrán su propio contexto.

Finalmente, en lo que se refiere a mejoras, resaltar que la falta de datos en este proyecto ha sido uno de los problemas principales. Uno de éstos era una falta de datos con respecto al análisis de la caracterización de los residuos. Sería recomendable realizar un análisis de éstos con el fin de confirmar realmente la generación producida y el tipo de residuos generado. Esto aumentaría la eficiencia del servicio de recogida de basuras, pudiendo obtener incluso que, en lugar de un sistema de recolección de residuos fuera necesario diversos sistemas de recolección de desechos.

Otra mejora sería la de tener en cuenta el sector informal. Este sector informal consigue ingresos mediante la búsqueda de materiales que se pueden vender entre los diferentes residuos. Son personas que tienen un gran conocimiento sobre esta área. Es por ello que sería recomendable tenerlos en cuenta e incluso formalizar su situación, siempre teniendo en cuenta sus necesidades.

Otra posible mejora a estudiar sería la de proporcionar incentivos a cambio de los materiales reciclables. Este sistema se lleva a cabo con éxito por *WeCyclers* en Nigeria. Mediante una recogida puerta a puerta se recolectan los residuos reciclables y se pesan, en función de los kilos recolectados se les da unos puntos que se van acumulando, los cuales son intercambiables por productos o efectivo.

Finalmente, añadir que lo más recomendable sería el análisis, diseño y construcción de un vertedero, así como de los tratamientos de los residuos. Con sólo la recogida de residuos no es suficiente para mejorar la salud y el ecosistema de Nikki, ya que una vez recogidos los residuos, no existe un lugar donde verterlos ni tratarlos.

15. Bibliografía

Waste Aid. (2017). *Making Waste Work: A toolkit*. Obtenido de <https://wasteaid.org.uk/toolkit/>

A. Gallardo, M. Carlos, M. Peris, F.J. Colomer. (2014). Methodology to design a municipal solid waste generation and composition map: a case study.

Adewole, A. T. (2010). *Waste management towards sustainable development in Nigeria: A case study of Lagos state*.

Afribaba. (s.f.). Obtenido de <https://www.afribaba.bj/ouidah/cabine-pour-moto-tricycle-68568.html>.

ArcGIS Resources. (s.f.). Obtenido de <http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>

Emilienne Laure NGAHANE, U. d. (2014-2015). *gestion technique de l'environnement d'une ville (Bembéréké au Benin): caractérisation et quantification des déchets solides émis; connaissance des ressources en eau et approche technique*. Obtenido de https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/177863/1/DoctDraft_LAMAS.pdf

Equipe PDA (PRACTICA, E. I. (2015). *Plan directeur d'assainissement des eaux usees et excreta de la commune de Parakou*. Obtenido de benin.sniveau.bj/documents/533/download

EXCEL TOTAL. (s.f.). Obtenido de <https://exceltotal.com/que-es-excel/>

Francisco José Colomer Mendoza, A. G. (s.f.). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. Universidad Politécnica de Valencia.

Gallardo, A.; Bovea, M.D.; Colomer, F.J.; Carlos, M.; Prades, M., INGRES Ingeniería de Residuos. Dpto. de Ingeniería Mecánica y Construcción. Universitat Jaume I. (2009). *Estudio de los modelos de recogida selectiva de residuos urbanos implantados en ciudades españolas. Análisis de su eficiencia*. Obtenido de <http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/22911/33172.pdf?sequence=1>

Ingenieros, C. (s.f.). <http://www.generadordeprecios.info/>.

INSAE, I. N. (s.f.). *RGPH4 : QUE RETENIR DES EFFECTIFS DE POPULATION EN 2013?*

Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique. Ministère Chargé du Plan, d. L. (2003). *Tome 3. Caractéristiques socioculturelles et économiques*.

Manual de Recolección y Transporte de los Residuos Sólidos. (s.f.).

Martin Oteng-Ababio, Jose Ernesto Melara Arguello, Offira Gabbay . (2013). *Solid waste management in African cities: Sorting the facts from the fads in Accra, Ghana*.

OAN International. (2014). Obtenido de <http://www.oaninternational.org/>

Practical Action. (2008). *Best practices on solid waste management of Nepalese cities*. Obtenido de https://practicalaction.org/docs/region_nepal/solid-waste-management-best-practices-nepal.pdf

Practical Action. (2008). *Planning for Sustainable Solid Waste Management*.

Practical Action. (2016). *Policy Brief. Decentralised and inclusive waste management policy and practices: lessons for the South Asia region*.

Practical Action, Ella Sprung and Lucy Stevensto. (s.f.). *Improving the urban environment in Africa: Co-operatives for waste management and community representation in Kenya*.

Republique Du Benin. (2003). *Caractéristiques socioculturelles et Economiques*.
Obtenido de <http://www.ceped.org/ireda/inventaire/ressources/TOME3.pdf>

Republique Du Benin. (2017-2021). *Plan de Développement Communal (PDC)*.
Obtenido de https://www.unmundosalvadorsoler.org/_Files/foro/PDC%20Nikki%202017-2021.pdf

Republique Du Benin. (s.f.). *Taille moyenne des menages au Benin en 2002*.

Republique Du Benin, Ministère du cadre de vie et du développement durable. (s.f.).
Décret portant gestion des déchets solides en République du Bénin. Obtenido de
<http://permisdeconstruire.bj/informations/textes-officiels-conventions-internationales/textes-officiels>

ROUSE, J. and ALI, M.,. (2002). *Vehicles for people or people for vehicles?*
Loughborough: WEDC, Loughborough.

Silke Rothenberger, Christian Zurbrügg, Iftekhar Enayetullah, A. H. Md. Maqsood Sinha.
(2006). *Decentralised Composting for Cities of Low- and Middle- Income Copuntries. A User's Manual*.

Sylvy Jaglin, L. D. (2018). *Du rebut à la ressource: valorisation des déchets dans les villes du Sud*.

TOPANOU, K. A. (2012). *Gestion des déchets solides ménagers dans la ville d'Abomey-Calavi (Bénin): Caractérisation et essais de valorisation par compostage*.

UNEP (2018). *Africa Waste Management Outlook. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya*. (s.f.).

UNEP. (2018). *Africa Waste Management Outlook. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya*.

UN-HABITAT. (2010). *Collection of Municipal Solid Waste in Developing Countries*.
Obtenido de <https://unhabitat.org/books/collection-of-municipal-solid-waste-in-developing-countries-2/>

UN-HABITAT. (2010). *SOLID WASTE MANAGEMENT IN THE WORLD'S CITIES. WATER AND SANITATION IN THE WORLD'S CITIES*.

UN-HABITAT, Dr. Adrian Coad. (2011). *COLLECTION OF MUNICIPAL SOLID WASTE. Key issues for Decision-makers in Developing Countries*.

Vicfold Recyclers. (s.f.). Obtenido de <http://www.vicfoldrecyclers.com/>.

WeCyclers. (s.f.). Obtenido de <http://wecyclers.com/>.

*****Todas las páginas web de la bibliografía han sido revisadas el día 22/10/2019.*****

Presupuestos

LISTADO DE MANO DE OBRA VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
MO0101	800,000 h	Ingeniero/a especializado/a en gestión de residuos	16,58	13.264,00
MO0102	800,000 h	Técnico en gestión de residuos	13,18	10.544,00
MO0201	1,000 u	Formador especialista en materia de seguridad y salud	500,00	500,00
			Grupo MO0.....	24.308,00
			TOTAL	24.308,00

LISTADO DE MAQUINARIA VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
M0301	40,000 u	<p>Triciclo motorizado de carga</p> <p>Dimensión (L * W * H): 3.250mm * 1.210mm * 1350mm. Tamaño de la carga (L * W * H): 1.500mm * 1.200mm * 1250mm. Tipo de motor: Cilindro único, refrigerado por aire, 4 tiempos. Peso neto: 320 kg. Max de carga: 2000 kg. Velocidad máxima: 80 km/h. Transmisión del eje: 5 velocidades. Sistema de arranque: Eléctrica/Kick. Color: Azul. Tipo de combustible: gasolina. Par máximo: 9.8N.m. Potencia nominal: 7.8kW. Chasis y suspensión: Placa de acero. Diámetro * Carrera: 63mm * 63,5mm. Embrague manual. Batería: 12 V, 9A. Motor: LIFAN/ZONGSHEN/LONCIN. Luces: Faro, luz trasera, luz de señal. Consumo de gasolina: 3.2litros/100 km. Sistema de escape: Único escape. Ruido máximo 80DB. Relación de compresión: 9:1</p>	1.216,00	48.640,00
			Grupo M03.....	48.640,00
			TOTAL	48.640,00

LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
M0101	2,000 u	Ordenador Portátil. Marca Lenovo Ideapad S340-15IWL. Resolución: 1920x1080. Calidad de imagen: Full-HD. Tamaño pantalla (pulgadas): 15.6". Tamaño memoria RAM: 8 GB. Procesador: Intel® Core™ i7-8565U. Marca del Procesador: Intel®. Modelo Procesador: Core™ i7. Número Procesador: i7-8565U. Velocidad Procesador: 1.80 GHz. Número de núcleos: 4. Vel. turbo procesador: 4.80 GHz. Tamaño de caché: 8 MB SmartCache. Velocidad Bus: 4 GT/s. Tarjeta gráfica: Intel® UHD Graphics 620. Fabricante Tarjeta Gráfica: Intel®. Tipo de memoria gráfica: DDR4. Disco duro SSD. Número discos duros: 1. Capacidad almacenamiento total (GB): 256 GB. Conectividad: Wi-Fi y Bluetooth. Sistema operativo: Windows 10. Dimensiones / Peso: 35.80 cm x 1.79 cm x 24.50 cm / 1.79 kg. Color: Plata. Anchura: 35.80 cm. Altura: 1.79 cm. Profundidad: 24.50 cm. Peso: 1.79 kg. Tamaño embalaje (Ancho/Alto/F)(cm): 7 cm / 51.40 cm / 31.10 cm. Ancho del embalaje: 7 cm. Peso embalado: 2.62 kg.	699,00	1.398,00
M0102	2,000 u	Ratón para el ordenador Ratón de la marca Logitech, modelo B100, de 3 botones, con conectividad USB, seguimiento óptico, resolución de 800 dpi, color negro, cable de 180 cm, funciona con todo tipo de Windows y Mac. Cómodo para la mano en caso de trabajar durante largos periodos de tiempo. De diseño ambidiestro. Configuración Zero (no es necesario configurarlo en el equipo informático).	4,99	9,98
M0103	1,000 u	Licencia del software ArcGIS Software ArcGIS. Versión: Desktop 10.6.1. Tipo de licencia: concurrente. Nivel de licencia de ArcGIS: Advanced.	1.500,00	1.500,00
Grupo M01.....				2.907,98
M0302	40,000 u	Lona Lona protectora para remolque de la marca WILTEC: asegura la carga de posibles caídas o pérdidas durante el transporte y la protegen de las inclemencias del tiempo, especialmente aislándola de la lluvia y el viento. La robusta lona puede ser montada sin esfuerzo a mano sobre cualquier remolque del tamaño adecuado. En el borde de esta cubierta se encuentra una banda de ojales, cuyo remache está fabricado en una aleación de aluminio inoxidable. A través de estos ojales el cable tensor elástico suministrado puede traspasarse, quedando así la lona sujeta al remolque. De este modo, la lona se asegura y cubre posibles salientes o bultos que pudieran sobrepasar por arriba el remolque sin problemas. Si la lona está muy sucia después de haber sido usada durante un transporte, puede limpiarse con la ayuda de un paño húmedo o, directamente, bajo un grifo o manguera. Las propiedades de resistencia al agua de la lona permiten su uso en cualquier época del año, independientemente de la climatología. Además, su recubrimiento de PVC resistente a los rayos UV evita que la lona se decolore, la protege de roturas y le garantiza así una larga vida útil. Lona remolque Funda cubre remolque 2000x1500x50mm con cable tensor. Dimensiones: 2000 x 1500 mm 50 mm Distancia ojales de fijación: 30 cm Tensora Ø 8 mm x 8,5 mm Material Tejido 1000D Espesor del material en mm 550 g/m² Peso neto [kg] 3.0200 Paquete: Altura en mm 80 Paquete: Largo en mm 470 Paquete: Ancho en mm 350	21,61	864,40
Grupo M03.....				864,40
M0401	2.343,000 u	Contenedores para residuos mixtos Contenedor rodante de dos ruedas de 80 l. de capacidad con tapa. Color: Negro. Peso en vacío: 9.6 kg. Peso máx. lleno: 50 kg. Largo: 53 cm. Ancho: 44.8 cm. Alto: 101 cm.	22,45	52.600,35
M0402	1.752,000 u	Contenedor para residuos plásticos Contenedor rodante de dos ruedas de 65 l. de capacidad con tapa. Color: amarillo. Peso en vacío: 7.8 kg. Peso máx. lleno: 40.5 kg. Largo: 53 cm. Ancho: 31.5 cm. Alto: 80 cm	18,24	31.956,48

LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
M0403	1.753,000 u	Contenedor para residuos orgánicos Contenedor rodante de dos ruedas de 120 l. de capacidad con tapa. Color: naranja. Peso en vacío: 10 kg. Peso máx. lleno: 60 kg. Largo: 55 cm. Ancho: 48 cm. Alto: 101 cm.	33,67	59.023,51
			Grupo M04.....	143.580,34
			TOTAL.....	147.352,72

LISTADO DE OTROS VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
M0201	80,000 u	Casco Casco contra golpes, EPI de categoría II, según EN 812, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	2,31	184,80
M0202	80,000 u	Par de guantes Par de guantes contra riesgos mecánicos, EPI de categoría II, según UNE-EN 420 y UNE-EN 388, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	13,36	1.068,80
M0203	80,000 u	Protector ocular Gafas de protección con montura universal, EPI de categoría II, según UNE-EN 166, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	12,93	1.034,40
M0204	80,000 u	Calzado de seguridad Par de zapatos de seguridad, con puntera resistente a un impacto de hasta 200 J y a una compresión de hasta 15 kN, con resistencia al deslizamiento, EPI de categoría II, según UNE-EN ISO 20344 y UNE-EN ISO 20345, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	37,56	3.004,80
M0205	80,000 u	Mono de protección de alta visibilidad para la lluvia Mono de protección de alta visibilidad para trabajos expuestos a la lluvia, EPI de categoría I, según UNE-EN 343 y UNE-EN 340, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	38,80	3.104,00
M0206	80,000 u	Mono de protección de alta visibilidad. Mono de protección de alta visibilidad, EPI de categoría I, según UNE-EN 340, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	39,08	3.126,40
M0207	80,000 u	Mascarilla Mascarilla autofiltrante contra partículas, FFP1, con válvula de exhalación, EPI de categoría III, según UNE-EN 149, cumpliendo todos los requisitos de seguridad según el R.D. 1407/1992.	2,87	229,60
			Grupo M02.....	11.752,80
			TOTAL	11.752,80

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Diseño y análisis					
P0101	u	Personal			
		Personal formado por técnico especialista e ingeniero/a especializado/a en gestión de residuos; ambos familiarizados con el software ArcGIS.			
M00101	800,000 h	Ingeniero/a especializado/a en gestión de residuos	16,58	13.264,00	
M00102	800,000 h	Técnico en gestión de residuos	13,18	10.544,00	
		Mano de obra.....			23.808,00
		TOTAL PARTIDA.....			23.808,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTITRES MIL OCHOCIENTOS OCHO EUROS

P0102	u	Ofimática			
		Equipo informático formado por los equipos auxiliares necesarios y licencia de ArcGIS.			
M0101	2,000 u	Ordenador Portátil.	699,00	1.398,00	
M0102	2,000 u	Ratón para el ordenador	4,99	9,98	
M0103	1,000 u	Licencia del software ArcGIS	1.500,00	1.500,00	
		Materiales.....			2.907,98
		TOTAL PARTIDA.....			2.907,98

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL NOVECIENTOS SIETE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 02 Seguridad EPIs					
P0201	u	Formación			
		Formación del personal necesaria para la materia de Seguridad y Salud en el Trabajo.			
MO0201	1,000 u	Formador especialista en materia de seguridad y salud	500,00	500,00	
		Mano de obra.....			500,00
		TOTAL PARTIDA.....			500,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS EUROS

P0202	u	EPIs (Equipos de Protección Individual)			
		Dispositivos que van a disponer el personal con el objetivo de que se protejan contra uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud y su seguridad.			
M0201	80,000 u	Casco	2,31	184,80	
M0202	80,000 u	Par de guantes	13,36	1.068,80	
M0203	80,000 u	Protector ocular	12,93	1.034,40	
M0204	80,000 u	Calzado de seguridad	37,56	3.004,80	
M0205	80,000 u	Mono de protección de alta visibilidad para la lluvia	38,80	3.104,00	
M0206	80,000 u	Mono de protección de alta visibilidad.	39,08	3.126,40	
M0207	80,000 u	Mascarilla	2,87	229,60	
		Otros.....			11.752,80
		TOTAL PARTIDA.....			11.752,80

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 03 Transporte					
P0301	u	Triciclo motorizado			
M0301	40,000 u	Triciclo motorizado de carga	1.216,00	48.640,00	
M0302	40,000 u	Lona	21,61	864,40	
		Maquinaria			48.640,00
		Materiales			864,40
		TOTAL PARTIDA			49.504,40

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS CUATRO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	Diseño y análisis.....	26.715,98	11,51
2	Seguridad EPIs.....	12.252,80	5,28
3	Transporte.....	49.504,40	21,33
4	Contenedores.....	143.580,34	61,87
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		232.053,52	
	20,00% Gastos generales.....	46.410,70	
	6,00% Beneficio industrial.....	13.923,21	
	SUMA DE G.G. y B.I.	60.333,91	
	21,00% I.V.A.....	61.401,36	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		353.788,79	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		353.788,79	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL SETECIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Nikki, a 20 de octubre de 2019.

El promotor

La dirección facultativa

ANEXOS

Índice de los Anexos

Anexo I:	146
Análisis geoespacial	146
1. Análisis del número de patios y casas por barrio	148
2. Estudio de las casas más cercanas a los patios	153
3. Estudio de las paradas de vehículos más próximas a los patios	156
Anexo II:	162
Cálculo del volumen del contenedor	162
1. Cantidad generada de residuos por patio	164
1.1. Generación de residuos en viviendas	164
2. Número de contenedores por patio.....	168
3. Volumen de los contenedores en los patios.....	170
Anexo III:	174
Frecuencia de recogida y cálculo del número de vehículos	174
1. Datos introducidos en el programa ArcGIS para la obtención de las diversas rutas 176	
1.1. Preparación cartografía para el análisis de red.....	176
1.2. Jornada laboral y tiempo máximo de conducción permitida	177
1.3. Capacidad máxima del vehículo	178
1.4. Costes de la ruta	178
2. Frecuencia de una vez a la semana	179
2.1. Residuos mixtos	179
2.1.1. Sector 1	179
2.1.2. Sector 2	181
2.1.3. Sector 3.....	182
2.1.4. Sector 4.....	184
2.1.5. Sector 5.....	185
2.1.6. Sector 6	186
2.1.7. Total	188
2.2. Residuos plásticos.....	189
2.2.1. Sector 1	189
2.2.2. Sector 2	190
2.2.3. Sector 3.....	191
2.2.4. Sector 4.....	192
2.2.5. Sector 5.....	193

2.2.6.	Sector 6	194
2.2.7.	Total	195
3.	Frecuencia de dos veces a la semana	196
3.1.	Residuos mixtos	197
3.1.1.	Sector 1	197
3.1.2.	Sector 2	199
3.1.3.	Sector 3	201
3.1.4.	Total	202
3.2.	Residuos plásticos	204
3.2.1.	Sector 1	204
3.2.2.	Sector 2	205
3.2.3.	Sector 3	207
3.2.4.	Total	208
3.3.	Residuos orgánicos	210
3.3.1.	Sector 1	210
3.3.2.	Sector 2	211
3.3.3.	Sector 3	213
3.3.4.	Total	214
4.	Frecuencia de tres veces a la semana	216
4.1.	Residuos mixtos	217
4.1.1.	Sector 1	217
4.1.2.	Sector 2	220
4.1.3.	Total	221
4.2.	Residuos plásticos	223
4.2.1.	Sector 1	223
4.2.2.	Sector 2	225
4.2.3.	Total	226
4.3.	Residuos orgánicos	228
4.3.1.	Sector 1	228
4.3.2.	Sector 2	230
4.3.3.	Total	231

Anexo I:

Análisis geoespacial

En el presente anexo se va a analizar, por un lado, el número de casas y de patios existentes en cada uno de los siete barrios de Nikki y, por otro lado, cuáles son los patios más próximos a las viviendas. Con este último estudio, se pretende alcanzar una idea aproximada de cuál será el patio escogido por cada una de las viviendas para depositar los residuos y obtener así la generación de residuos en cada uno de los patios (calculado en el anexo II de este documento).

Recalcar antes de empezar, la gran falta de datos del país de Nikki, especialmente de mapas georreferenciados. Debido a esto, ha sido necesario digitalizar a mano toda la red de calles, la ubicación de las viviendas, la ubicación de patios y la ubicación de los puntos de recogida de residuos. De este modo, se han dibujado manualmente un total de 3418 líneas trazadas para las calles, 6996 puntos para las viviendas, 1752 puntos para los patios y 813 puntos para la ubicación de los puntos de recogida, todos ellos, con sus respectivos datos de generación de residuos, número de contenedores y tiempos de descarga, entre otros.

1. Análisis del número de patios y casas por barrio

Como consecuencia de la falta de datos, se ha tenido que digitalizar manualmente el mapa de Nikki.

Para ello, se ha hecho uso como mapa de base el OpenStreetMap disponible en el ArcGIS. Sin embargo, para el cálculo del número de habitantes de Nikki, se puede observar cómo existe una pequeña diferencia de habitantes entre lo analizado con ArcGIS y lo proporcionado por el Plan desarrollo Comunal de la República de Benín (PDC).

A continuación, se realizarán unos cálculos para comparar los resultados que ofrece cada una de las situaciones y examinar si la diferencia es importante.

Para el caso de la información ofrecida por el PDC (Plan desarrollo Comunal de la República de Benín) (Republique Du Benin, 2017-2021), se obtiene como datos el número de habitantes de la ciudad de Nikki y el tamaño medio de habitantes por hogar, pudiendo calcular así el número total de viviendas y patios en Nikki de manera aproximada como:

$$N^{\circ} \text{ viviendas} = \frac{N^{\circ} \text{ habitantes}}{\text{Tamaño Hogar}}$$

$$N^{\circ} \text{ patios} = \frac{N^{\circ} \text{ viviendas}}{N^{\circ} \text{ medio de casas por patio}}$$

Donde la media de casas por patio es de 4. Recalcar que este último dato ha sido proporcionado por OAN International.

Para el caso del ArcGIS, se tiene como datos el total de viviendas dibujadas manualmente en ArcGIS, al igual que los patios, y el tamaño medio de personas por vivienda obtenidas del plan desarrollo comunal de la República de Benin (PDC) (Republique Du Benin, 2017-2021). De esta forma, se calcula el número de habitantes en Nikki como:

$$N^{\circ} \text{ habitantes} = \text{Tamaño Hogar} * N^{\circ} \text{ Viviendas}$$

Así, se obtienen los resultados que se muestran a continuación en la Tabla 19, donde se observa que la diferencia entre unos datos y otros son pequeñas:

	Datos con ArcGIS	Datos del PDC	Diferencia
Tamaño personas por hogar	8,80	8,80	0,00%
Número total de viviendas	6996,00	7512,39	6,87%
Número total de patios	1752,00	1878,10	6,71%
Media de casas por patio	4,00	4,00	0,00%
Número habitantes	61565,00	66109,00	6,87%

Tabla 19: Comparación de los resultados entre el ArcGIS y el PDC (Plan desarrollo Comunal de la República de Benín).

Por lo tanto, se puede reconocer que el mapa del OpenStreetMap se encuentra bastante actualizado y se seguirán con los datos obtenidos mediante la herramienta ArcGIS.

De este modo, se obtiene los resultados mostrados en la Tabla 20, sobre el número de casas y patios para cada barrio:

	Bukasua	Kpawlou	Danri	Maró	Gha-Maró	Gourú	Totorú
Nº viviendas	1202	921	516	1637	1467	867	386
Nº patios	301	231	129	410	367	217	97

Tabla 20: Número de viviendas y patios por barrio.

Distribuidos tal y como se observa en la Imagen 66, Imagen 67 y Imagen 18:

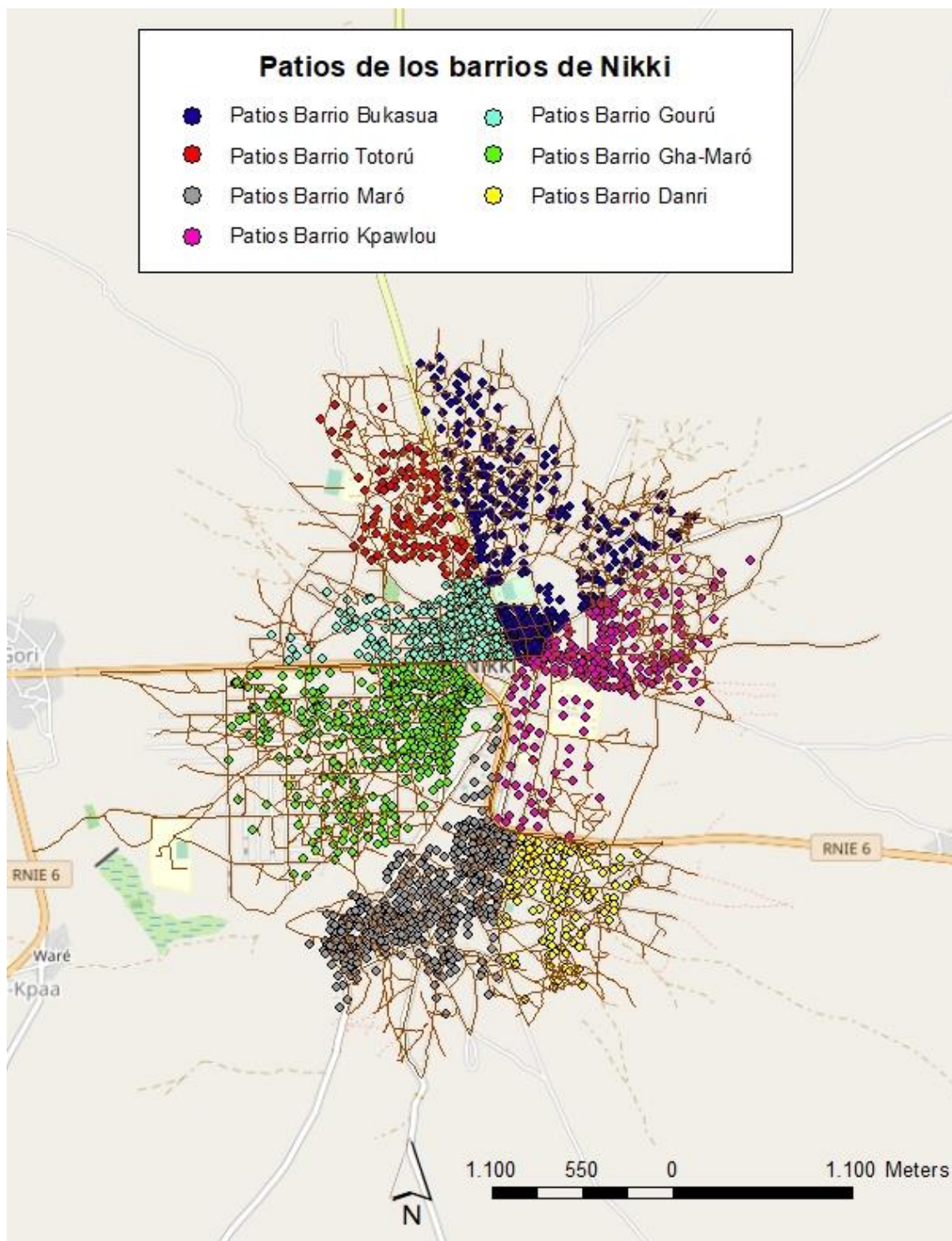


Imagen 66: Distribución de los patios que hay en los diferentes barrios de Nikki.

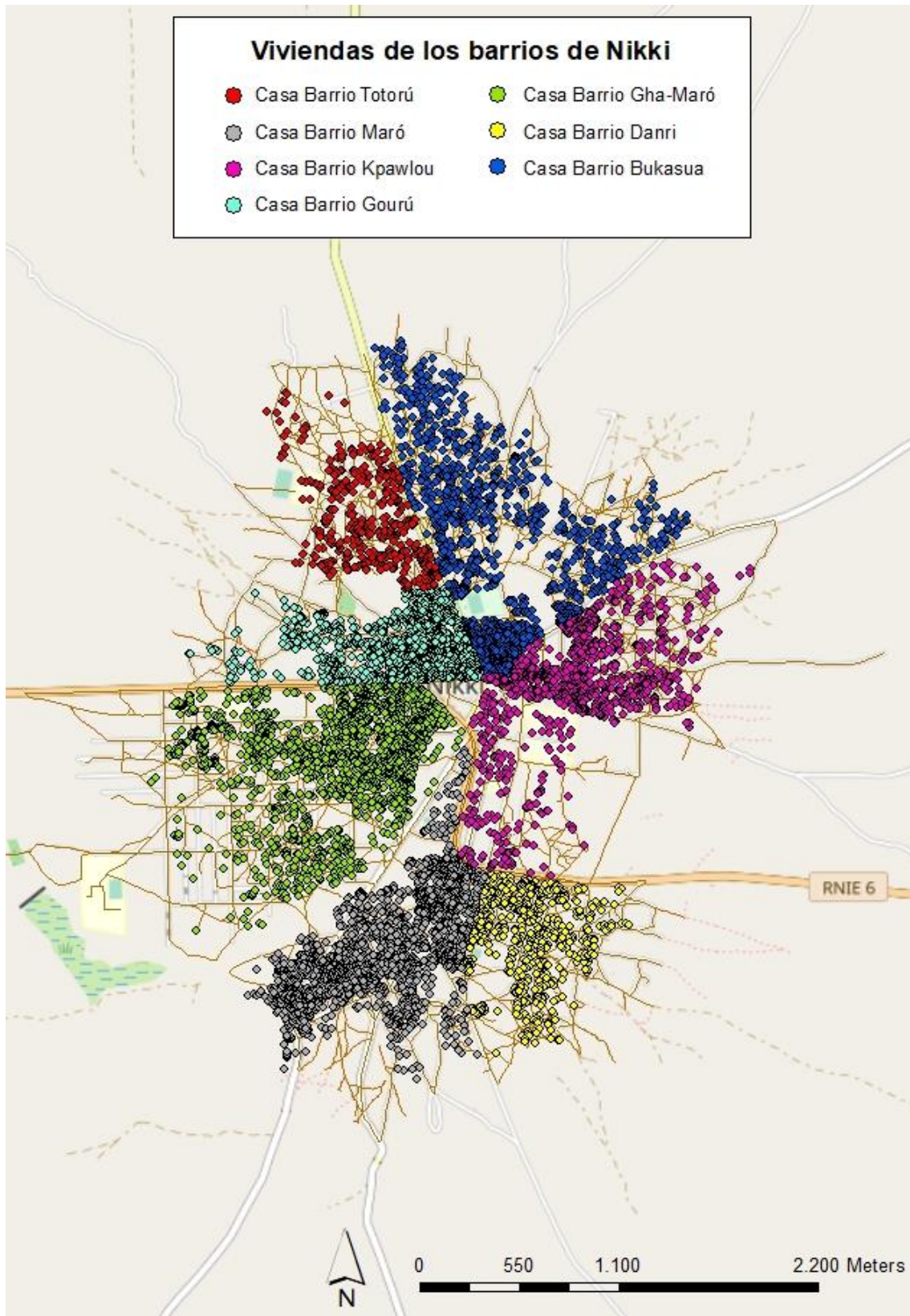


Imagen 67: Distribución de las viviendas en los diferentes barrios de Nikki.

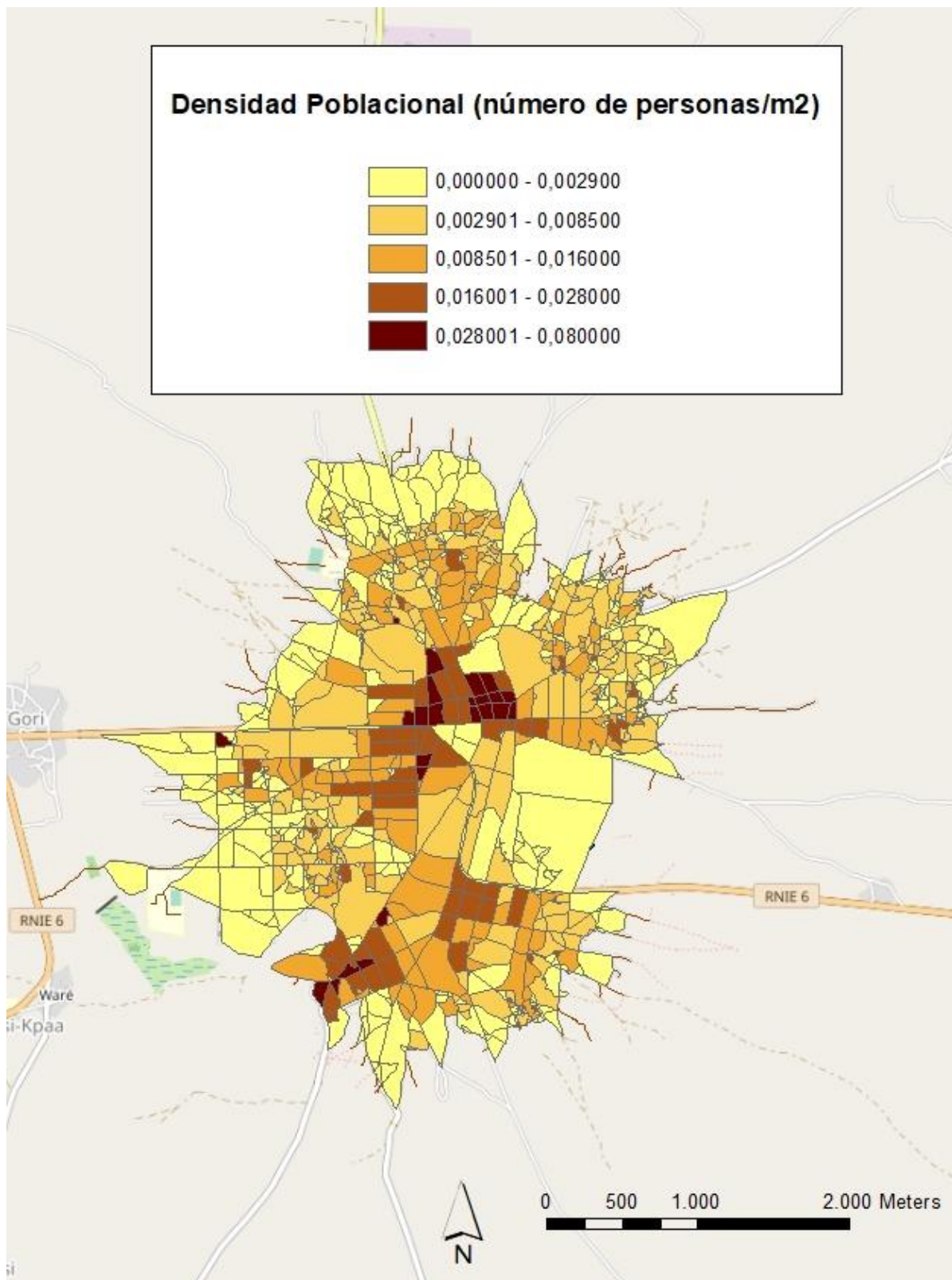


Imagen 18: Densidad poblacional en Nikki

2. Estudio de las casas más cercanas a los patios

En este apartado se explicará el cálculo que se ha llevado a cabo para relacionar las casas más próximas a los patios.

Mediante la herramienta ArcGIS, se han colocado la ubicación de los contenedores en los patios de las casas. Con la ayuda de la herramienta *Generate Near Table*, se calculan cuáles son las casas más cercanas a los patios y la distancia a la que se encuentran.

Para calcular el nombre de habitantes que van a depositar sus residuos al patio, únicamente se multiplican el número de casas que están relacionadas con ese patio por la cantidad de habitantes por casa (recordar que éste es de 8.8 personas por casa según el PDC -Plan desarrollo Comunal de la República de Benín-).

De esta forma, se obtiene para cada barrio de Nikki las siguientes distribuciones de las viviendas y los habitantes con respecto a los patios más cercanos mostrados en las siguientes tablas:

Distancia (m)	Cantidad de casas	% Casas	% Acumulado casas	Nombre de habitantes	% Habitantes	% Acumulado habitantes
0-50	1168,00	97,17	97,17	10278,40	97,17	97,17
50-100	32,00	2,66	99,83	281,60	2,66	99,83
100-150	2,00	0,17	100,00	17,60	0,17	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
total	1202	100		10577,6	100	

Tabla 21: Distribución de las viviendas y de los habitantes en función de la distancia más cercana a los patios. Barrio de Bukasua.

Del barrio de Bukasua (Tabla 21), se puede observar cómo los patios no superan la distancia de 150 metros con respecto a las viviendas, estando el 97.17% de los habitantes a menos de 50 metros.

Distancia (m)	Cantidad de casas	% Casas	% Acumulado casas	Nombre de habitantes	% Habitantes	% Acumulado habitantes
0-50	509,00	98,64	98,64	4479,20	98,64	98,64
50-100	6,00	1,16	99,81	52,80	1,16	99,81
100-150	1,00	0,19	100,00	8,80	0,19	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
total	516	100		4540,8	100	

Tabla 22: Distribución de las viviendas y de los habitantes en función de la distancia más cercana a los patios. Barrio de Danri.

En el barrio de Danri (Tabla 22), se contempla al igual que el anterior barrio, que la separación entre casas y contenedores de residuos no sobrepasan los 150 metros, y que un 98.64% de los habitantes se encuentran a menos de 50 metros.

Distancia (m)	Cantidad de casas	% Casas	% Acumulado casas	Nombre de habitantes	% Habitantes	% Acumulado habitantes
0-50	1423,00	97,07	97,07	12522,40	97,07	97,07
50-100	36,00	2,46	99,52	316,80	2,46	99,52
100-150	7,00	0,48	100,00	61,60	0,48	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
total	1466	100		12900,8	100	

Tabla 23: Distribución de las viviendas y de los habitantes en función de la distancia más cercana a los patios. Barrio de Gha-Maró.

En la Tabla 23 se encuentran los resultados para el barrio de Gha-Maró. En esta se puede apreciar que el 97.07% de los habitantes se encuentran a menos de 50 metros de un contenedor de residuos. La distancia máxima a recorrer por una persona es de 150 metros.

Distancia (m)	Cantidad de casas	% Casas	% Acumulado casas	Nombre de habitantes	% Habitantes	% Acumulado habitantes
0-50	856,00	98,73	98,73	7532,80	98,73	98,73
50-100	6,00	0,69	99,42	52,80	0,69	99,42
100-150	5,00	0,58	100,00	44,00	0,58	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
total	867	100		7629,6	100	

Tabla 24: Distribución de las viviendas y de los habitantes en función de la distancia más cercana a los patios. Barrio de Gourú.

Para el barrio de Gourú, se observa en la Tabla 24 que la mayor distancia a recorrer por una persona es de 150 metros. Sin embargo, más del 98% de los habitantes se encuentran a menos de 50 metros de un patio con contenedor de residuos.

Distancia (m)	Cantidad de casas	% Casas	% Acumulado casas	Nombre de habitantes	% Habitantes	% Acumulado habitantes
0-50	884,00	95,98	95,98	7779,20	95,98	95,98
50-100	35,00	3,80	99,78	308,00	3,80	99,78
100-150	2,00	0,22	100,00	17,60	0,22	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
total	921,00	100,00		8104,80	100,00	

Tabla 25: Distribución de las viviendas y de los habitantes en función de la distancia más cercana a los patios. Barrio de Kpawlou.

Dentro del barrio de Kpawlou, se puede contemplar en la Tabla 25 que casi el 96% de los habitantes están ubicados a una distancia de entre 0 y 50 metros respecto a un patio con contenedores de residuos. El mayor recorrido a realizar por una persona es de 150 metros.

Distancia (m)	Cantidad de casas	% Casas	% Acumulado casas	Nombre de habitantes	% Habitantes	% Acumulado habitantes
0-50	1618,00	98,84	98,84	14238,40	98,84	98,84
50-100	17,00	1,04	99,88	149,60	1,04	99,88
100-150	2,00	0,12	100,00	17,60	0,12	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
total	1637,00	100,00		14405,60	100,00	

Tabla 26: Distribución de las viviendas y de los habitantes en función de la distancia más cercana a los patios. Barrio de Maró.

En la Tabla 26 se observa los resultados para el barrio de Maró. Menos del 1 % de la población debe de recorrer una distancia entre 100 y 150 hasta el contenedor más cercano. Más del 98% de la población en Nikki tiene entre 0 y 50 metros un patio con contenedores de residuos.

Distancia (m)	Cantidad de casas	% Casas	% Acumulado casas	Nombre de habitantes	% Habitantes	% Acumulado habitantes
0-50	374,00	96,89	96,89	3291,20	96,89	96,89
50-100	12,00	3,11	100,00	105,60	3,11	100,00
100-150	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00
total	386,00	100		3396,80	100	

Tabla 27: Distribución de las viviendas y de los habitantes en función de la distancia más cercana a los patios. Barrio de Totorú.

Para el barrio de Totorú (Tabla 27), se puede apreciar que menos del 4% de la población ha desplazarse como máximo una distancia de 100 metros para llegar hasta el contenedor de residuos más próximo. Más del 96% de la población tiene un contenedor a menos de 50 metros.

Así pues, de modo general, se puede concluir que más del 95% de los habitantes tienen un contenedor de residuos a una distancia menor de 50 metros, y que la distancia máxima a recorrer por sus habitantes es de 150 metros. Por lo tanto, aumentan las probabilidades de que la población de Nikki utilice este servicio.

3. Estudio de las paradas de vehículos más próximas a los patios

En este apartado se va a presentar qué patios son los más próximos a las paradas de los vehículos. Esta distancia además, refleja la longitud a recorrer por una persona a la hora de proceder a transportar la basura del patio hacia la carretera más próxima para que el vehículo lo pueda recoger.

Para ello, en primer lugar, se han situado las paradas aproximadamente cada 150 metros en la capa de calles del ArcGIS. Para ello, mediante la herramienta *Merge* (fusionar) se han unido los diferentes caminos de Nikki en uno sólo, y mediante la herramienta *Distancia igual* del panel *Crear entidades*, se han dibujado los puntos aproximadamente cada 150 metros.

Para proceder al análisis de qué paradas son las más próximas a los patios y a los comercios, se ha hecho uso de la misma herramienta utilizada en el apartado 2 de este anexo: *Generate Near Table*.

De este modo, se han borrado las paradas innecesarias (de 813 paradas se han quedado 700), donde no se relacionaba ningún comercio o patio, y se han obtenido los siguientes resultados:

Distancia (m)	Cantidad de patios	% patios	% Acumulado patios
0-50	216,00	71,76	71,76
50-100	84,00	27,91	99,67
100-150	1,00	0,33	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00
total	301	100	

Tabla 28: Distribución de las paradas y de los patios en función de la distancia más cercana a las paradas. Barrio de Bukasua.

De la Tabla 28 se puede observar que en el barrio de Bukasua, más del 90% de la población no debe de andar más de 100 metros para transportar sus residuos hasta la carretera más cercana para su recogida.

Distancia (m)	Cantidad de patios	% patios	% Acumulado patios
0-50	93,00	72,09	72,09
50-100	36,00	27,91	100,00
100-150	0,00	0,00	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00
total	129	100	

Tabla 29: Distribución de las paradas y de los patios en función de la distancia más cercana a las paradas. Barrio de Danri.

Por lo que respecta a la Tabla 29, esta muestra que toda la comunidad del barrio de Danri no ha de caminar más de 100 metros para depositar sus residuos hasta el camino más próximo para su recolección.

Distancia (m)	Cantidad de patios	% patios	% Acumulado patios
0-50	260,00	70,84	70,84
50-100	105,00	28,61	99,46
100-150	2,00	0,54	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00
total	367	100	

Tabla 30: Distribución de las paradas y de los patios en función de la distancia más cercana a las paradas. Barrio de Gha Maró.

En la Tabla 30 se puede apreciar que de los y las residentes de Gha-Maró, sólo un 0.54% de ellos/as han de andar entre 100 y 150 metros para trasladar sus residuos hasta la carretera más cercana. La demás población, deben de caminar menos de 100 metros.

Distancia (m)	Cantidad de patios	% patios	% Acumulado patios
0-50	140,00	64,52	64,52
50-100	77,00	35,48	100,00
100-150	0,00	0,00	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00
total	217	100	

Tabla 31: Distribución de las paradas y de los patios en función de la distancia más cercana a las paradas. Barrio de Gourú.

De la Tabla 31, se puede observar que en el barrio de Gourú, toda su población no debe de andar más de 100 metros para transportar sus residuos hasta la carretera más cercana para su recogida.

Distancia (m)	Cantidad de patios	% patios	% Acumulado patios
0-50	156,00	67,53	67,53
50-100	71,00	30,74	98,27
100-150	1,00	0,43	98,70
150-200	3,00	1,30	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00
total	231	100	

Tabla 32: Distribución de las paradas y de los patios en función de la distancia más cercana a las paradas. Barrio de Kpawlou.

En cuanto a la Tabla 32, se puede contemplar que más del 90% de los y las habitantes del barrio de Kpawlou, no han de trasladar sus residuos hasta el punto de recogida más de 100 metros.

Distancia (m)	Cantidad de patios	% patios	% Acumulado patios
0-50	251,00	61,22	61,22
50-100	155,00	37,80	99,02
100-150	4,00	0,98	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00
total	410	100	

Tabla 33: Distribución de las paradas y de los patios en función de la distancia más cercana a las paradas. Barrio de Maró.

Por lo que respecta al barrio de Maró, en la Tabla 33 se muestra que la distancia que ha de recorrer más del 90% de la población para transportar sus residuos hasta la carretera más próxima es de menos de 100 metros.

Distancia (m)	Cantidad de patios	% patios	% Acumulado patios
0-50	73,00	75,26	75,26
50-100	24,00	24,74	100,00
100-150	0,00	0,00	100,00
150-200	0,00	0,00	100,00
200-250	0,00	0,00	100,00
total	97	100	

Tabla 34: Distribución de las paradas y de los patios en función de la distancia más cercana a las paradas. Barrio de Totorú.

Finalmente, para el barrio de Totorú, se observa en la Tabla 34 que su población no debe de andar más de 100 metros hasta el camino más próximo.

Todas estas paradas se distribuyen de la siguiente manera, tal y como muestra la imagen 69:

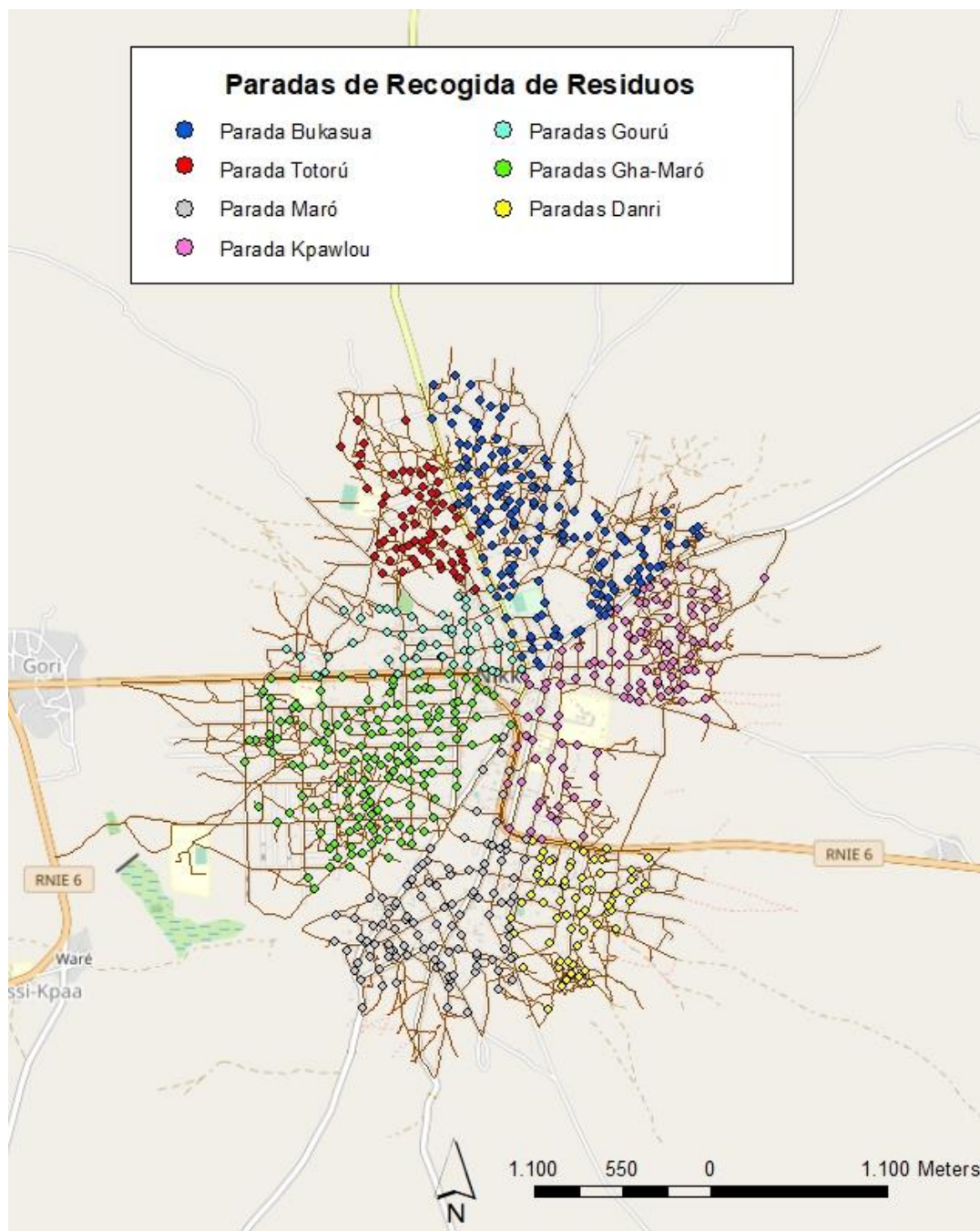


Imagen 69: Paradas de recogida de residuos en los diferentes barrios de Nikki.

De este modo, se puede concluir que, tal y como se muestran en los datos de las tablas expuestas en este apartado, las distancias entre las paradas de los vehículos y los patios son pequeñas, por lo que aumentan las probabilidades de que la población utilice este servicio.

Anexo II:

Cálculo del volumen del contenedor

En este anexo se va a mostrar el procedimiento realizado para el cálculo del volumen de los depósitos de residuos sólidos.

En este caso, para llevar a cabo el análisis del volumen de los contenedores, se debe de tener en cuenta que los vehículos no disponen de ninguna maquinaria para levantar los contenedores (ver el punto 11.3.2. de la memoria de este documento para mayor información). Por lo que los cubos de basura deberán de ser levantados de manera manual por personas y no podrán pesar más de ciertos kilos.

Por tanto, se tendrá presente que, con el fin de mejorar la salud de las personas trabajadoras y tal y como se especifica en el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), no se superará los 25 kg de peso a levantar por el personal: "Se considera que toda carga (Guía Técnica del INSHT) que pese más de 3 kg puede entrañar un potencial riesgo dorsolumbar, ya que a pesar de ser una carga bastante ligera, si se manipula en unas condiciones ergonómicas desfavorables (alejada del cuerpo, con suelos inestables, etc.) podría generar un riesgo. De la misma manera, las cargas que pesen más de 25 kg, muy probablemente constituyan un riesgo en sí mismas, aunque no existan otras condiciones ergonómicas desfavorables."

Por consiguiente, se calculará el volumen del contenedor en función de los kilos generados por contenedor.

1. Cantidad generada de residuos por patio

En el estudio recogido en el punto 11.1 de este documento, se proporcionan los datos de la caracterización de residuos de las viviendas y de los comercios. A continuación, se calcularán los residuos producidos por cada uno de ellos.

1.1. Generación de residuos en viviendas

Respecto a la información aportada de los hogares en el punto 11.1. de la memoria, se ofrecen los datos de generación por día y habitante en función de las diferentes fracciones que hay de residuos, tanto en kg, como en litros, como en m³.

Para cada una de las unidades anteriores, se proporcionan dos valores: uno para cada estación (estación de lluvias y estación seca).

Para calcular la generación por habitante y día de residuos orgánicos y de plásticos, de entre estos dos valores, se elige el de mayor valor para cada una de las unidades (kg y litros), a fin de evitar que se desborde el contenedor. Para calcular el valor en m³, se ha escogido el valor de la tabla que haga mayor la cantidad de residuos generada. De esta forma, se generan por ejemplo para los plásticos 0,099+0,039 m³ por habitante y año. Dividiéndolo entre 365 días se obtiene la cantidad diaria generada.

Para calcular la generación diaria por persona de residuos mixtos, se resta de la cantidad total generada por día y habitante, la cantidad generada por las de plástico y mixto, tal y como se especifica en la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} &kg \text{ mixto}/\text{día} \cdot \text{habitante} \\ &= kg \text{ total}/\text{día} \cdot \text{habitante} - kg \text{ plástico}/\text{día} \cdot \text{habitante} \\ &\quad - kg \text{ orgánico}/\text{día} \cdot \text{habitante} \end{aligned}$$

Por otro lado, en el estudio de Bembéréké, únicamente se especifica la densidad que tienen los residuos totales, tanto para la estación seca como la de lluvias. Para obtener la densidad de los residuos mixtos, orgánicos y plásticos, se ha dividido los kg generados por día y habitante entre los m³ producidos por día y habitante, correspondiente a cada tipo de residuos:

$$\text{Densidad} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{kg/\text{día} \cdot \text{habitante}}{m^3/\text{día} \cdot \text{habitante}}$$

De este modo, se obtienen los siguientes valores de densidad y de generación por día y habitante para las diferentes fracciones que se desea separar en este proyecto en la Tabla 35:

	Mixto	Plástico	Orgánico
Generación máxima (l/día.habitante)	1,2000	0,3000	1,0000
Generación máxima (kg/día.habitante)	0,7500	0,0400	0,3600
Generación máxima (m ³ /día.habitante)	0,0007	0,0004	0,0011
Densidad (kg/m ³)	1021,4552	105,7971	339,5349

Tabla 35: Valores densidad y de generación de residuos en diversas unidades, utilizados para este estudio.

Así pues, una vez se ha calculado la generación por día y habitante para cada una de las fracciones a separar y, se ha analizado en el anexo I de este documento qué patios son los más cercanos a las casas (para obtener así mediante el Arcgis en qué patio depositarán las personas sus residuos), se puede conseguir la cantidad de residuos producidos en cada uno de los patios en función de la frecuencia de recogida.

La generación de residuos se ha calculado de la siguiente manera:

$$GP_{atj} = Hab * GD_j * Cf * GU$$

Donde:

GP_{atj} es la cantidad generada de residuos por patio de la fracción j

Hab es el nombre de habitantes que van a dicho patio a depositar la basura

GD_j es la generación por día y habitante de la fracción de residuos j

Cf es el coeficiente de la frecuencia de recogida j, que coincide con el número de días acumulación máxima de residuos

GU es el grado de utilización de la fracción de residuos j

El número de habitantes por patio se explica cómo se extrae mediante el software ArcGIS en punto 1.2 del anexo I de este documento.

La generación por día y habitante se ha explicado previamente en este apartado, obteniendo los resultados de la Tabla 35.

Para calcular el coeficiente de frecuencia de recogida, dentro del punto 11.3.5. de la memoria de este trabajo, se han barajado las diversas alternativas para realizar la recogida: de manera diaria, 1, 2 ó 3 veces a la semana, y una vez cada 15 días (descartando esta última alternativa). De esta manera, los días de acumulación máxima y, por tanto, el coeficiente de frecuencia de recogida serían los recogidos en la Tabla 36 (ver anexo III para mayor información):

	3 veces a la semana	2 veces a la semana	1 vez a la semana	1 vez cada 2 semanas
Días acumulación máxima (Cf)	3,00	4,00	7,00	15,00

Tabla 36: Coeficiente de la frecuencia de recogida (Cf)

Para el grado de utilización, se han usado los datos de generación mensual para cada una de las fracciones de residuos, durante un año, tal y como se muestra en la Tabla 37. Esta tabla se ha obtenido del estudio de caracterización de residuos de Bembéréké (ver punto 11.1.1. de la memoria de este trabajo para mayor información). De esta forma, se calcula el GU como sigue a continuación:

$$GU = \frac{\textit{Tasa de generación mensual mayor en 1 año determinado}}{\textit{Tasa de generación media anual}}$$

Donde GU es el grado de utilización. Este coeficiente se utiliza con el fin de aumentar el volumen necesario del contenedor de residuos y evitar así el desbordamiento de los contenedores en cualquier mes del año.

MES	Plásticos	Papeles /cartones	Tela /cuero	Metales	Goma	Baterías	Vidrio /cerámica	Materia orgánica biodegradable	Escombros /finos	TOTAL
	(kg/mes.habitante)									
Enero	0,83	0,35	0,21	0,33	0,02	0,10	0,00	11,10	17,62	30,56
Febrero	0,75	0,32	0,19	0,30	0,02	0,09	0,00	10,03	15,91	27,61
Marzo	0,83	0,35	0,21	0,33	0,02	0,10	0,00	11,10	17,62	30,56
Abril	0,80	0,34	0,21	0,32	0,02	0,10	0,00	10,74	17,05	29,58
Mayo	0,95	0,48	0,30	0,25	0,02	0,08	0,13	10,94	15,69	28,84
Junio	1,05	0,60	0,38	0,15	0,02	0,05	0,25	10,43	13,19	26,12
Julio	1,09	0,62	0,39	0,16	0,02	0,05	0,26	10,78	13,63	26,99
Agosto	1,09	0,62	0,39	0,16	0,02	0,05	0,26	10,78	13,63	26,99
Septiembre	1,05	0,60	0,38	0,15	0,02	0,05	0,25	10,43	13,19	26,12
Octubre	0,92	0,47	0,29	0,24	0,02	0,08	0,13	10,58	15,12	27,85
Noviembre	0,80	0,34	0,21	0,32	0,02	0,10	0,00	10,74	17,05	29,58
Diciembre	0,83	0,35	0,21	0,33	0,02	0,10	0,00	11,10	17,62	30,56
TOTAL (kg/año.habitante)	10,97	5,45	3,36	3,04	0,25	0,97	1,27	128,74	187,32	341,36
Proporción (%)	3,21	1,60	0,99	0,89	0,07	0,28	0,37	37,71	54,87	100,00
Producción diaria (kg/día.habitante)	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,35	0,51	0,94

Tabla 37: composición másica de los residuos domésticos en Bembéréké

De esta manera, se obtienen los siguientes GU expuestos en la Tabla 38 en función de cada fracción de residuos a separar:

	Mixto	Plástico	Orgánico
Grado de utilización (GU)	1,1088	1,1902	1,0346

Tabla 38: Grado de utilización de cada fracción de residuos.

Así pues, finalmente se calcula mediante la ecuación de generación de residuos, la producción de residuos en los patios para cada una de las fracciones de residuos en función del coeficiente de frecuencia de recogida, obteniendo los resultados mostrados en la Tabla 39, Tabla 40 y Tabla 41:

	Nº habitantes por patio	Generación (kg/día por patio)	Generación. Fr de 3 veces a la semana (kg/patio)	Generación. Fr de 2 veces a la semana (kg/patio)	Generación. Fr de 1 vez a la semana (kg/patio)	Generación. Fr de cada 15 días (kg/patio)
Min	8,80	7,32	21,95	29,27	51,23	109,77
Max	96,80	80,50	241,50	322,00	563,50	1207,50
Media	35,14	29,22	87,67	116,89	204,56	438,34
DesTip	12,43	10,34	31,02	41,36	72,38	155,11

Tabla 39: Generación por patio de los residuos mixtos.

	Nº habitantes por patio	Generación (kg/día por patio)	Generación. Fr de 3 veces a la semana (kg/patio)	Generación. Fr de 2 veces a la semana (kg/patio)	Generación. Fr de 1 vez a la semana (kg/patio)	Generación. Fr de cada 15 días (kg/patio)
Min	8,80	0,42	1,26	1,68	2,93	6,28
Max	96,80	4,61	13,83	18,43	32,26	69,13
Media	35,14	1,67	5,02	6,69	11,71	25,09
DesTip	12,43	0,59	1,78	2,37	4,14	8,88

Tabla 40: Generación por patio de los residuos plásticos

	Nº habitantes por patio	Generación (kg/día por patio)	Generación. Fr de 3 veces a la semana (kg/patio)	Generación. Fr de 2 veces a la semana (kg/patio)	Generación. Fr de 1 vez a la semana (kg/patio)	Generación. Fr de cada 15 días (kg/patio)
Min	8,80	3,28	9,83	13,11	22,94	49,16
Max	96,80	36,05	108,16	144,21	252,37	540,79
Media	35,14	13,09	39,26	52,35	91,61	196,31
DesTip	12,43	4,63	13,89	18,52	32,42	69,47

Tabla 41: Generación por patio de los residuos orgánicos

2. Número de contenedores por patio

A continuación, mediante los datos últimos obtenidos de generación, es posible calcular el número de contenedores por cada uno de los patios de forma que no se superen los 25 kg de peso por trabajador (para mayor información, ver el inicio de este anexo).

Recalcar, que por cada vehículo viajan dos trabajadores/as, por lo que el peso de cada contenedor se deberá de repartir entre estas personas. Por lo tanto, se calcula el nº de contenedores por patio como:

$$N^{\circ} \text{ contenedores por patio} = \frac{\text{Cantidad diaria generada por patio (kg)} * N^{\circ} \text{ días acumulados}}{25 \text{ kg} * N^{\circ} \text{ trabajadores por vehículo}}$$

De este modo, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 42, Tabla 43 y Tabla 44 para cada una de las fracciones de residuos según la frecuencia de recogida. En éstas, se muestra qué cantidad de contenedores tiene el patio con menor número de contenedores, el patio con mayor número de contenedores y la desviación típica del número de contenedores de los patios. Por otro lado, también se indica el número de total de contenedores que hay en todos los patios y el precio total de éstos en CFA (*Franc de la communauté financière d'Afrique*) y en euros.

	Fr diaria	Fr de 3 veces a la semana	Fr de 2 veces a la semana	Fr de una vez a la semana
Mínimo número de contenedores por patio	1,00	1,00	1,00	1,00
Máximo número de contenedores por patio	1,00	3,00	4,00	6,00
Media de contenedores por patio	1,00	1,34	1,69	2,74
Desviación Típica	0,00	0,48	0,55	0,74
Contenedores totales	1752,00	2343,00	2962,00	4808,00
Precio total contenedores (CFA)	21.024.000,00 CFA	28.116.000,00 CFA	35.544.000,00 CFA	57.696.000,00 CFA
Precio total contenedores (€)	31.956,48 €	42.736,32 €	54.026,88 €	87.697,92 €

Tabla 42: Número de contenedores por patio para los residuos mixtos.

	Fr diaria	Fr de 3 veces a la semana	Fr de 2 veces a la semana	Fr de una vez a la semana
Mínimo número de contenedores por patio	1,00	1,00	1,00	1,00
Máximo número de contenedores por patio	1,00	1,00	1,00	1,00
Media de contenedores por patio	1,00	1,00	1,00	1,00
Desviación Típica	0,00	0,00	0,00	0,00
Contenedores totales	1752,00	1752,00	1752,00	1752,00
Precio total contenedores (CFA)	21.024.000,00 CFA	21.024.000,00 CFA	21.024.000,00 CFA	21.024.000,00 CFA
Precio total contenedores (€)	31.956,48 €	31.956,48 €	31.956,48 €	31.956,48 €

Tabla 43: Número de contenedores por patio para los residuos plásticos.

	Fr diaria	Fr de 3 veces a la semana	Fr de 2 veces a la semana	Fr de una vez a la semana
Mínimo número de contenedores por patio	1,00	1,00	1,00	1,00
Máximo número de contenedores por patio	1,00	2,00	2,00	3,00
Media de contenedores por patio	1,00	1,00	1,01	1,34
Desviación Típica	0,00	0,02	0,12	0,48
Contenedores totales	1752,00	1753,00	1776,00	2349,00
Precio total contenedores (CFA)	21.024.000,00 CFA	21.036.000,00 CFA	21.312.000,00 CFA	28.188.000,00 CFA
Precio total contenedores (€)	31.956,48 €	31.974,72 €	32.394,24 €	42.845,76 €

Tabla 44: Número de contenedores por patio para los residuos orgánicos

3. Volumen de los contenedores en los patios

Finalmente, una vez se sabe ya el número de contenedores, ya se puede calcular el volumen necesario para cada patio como:

$$V_j = \frac{G_{Patj}}{N_{contPatj} \cdot D_j}$$

Donde:

V_j es el volumen del contenedor de residuos j

G_{Patj} son los kg generados por patio de residuo j

$N_{contPatj}$ es el número de contenedores por patio de residuo j

D_j es la densidad de los residuos j

De los parámetros anteriores, se tienen casi todos los datos: la generación se ha calculado en el punto 1 de este anexo II, y el número de contenedores en el punto 2 de este anexo II. Únicamente faltan calcular las densidades de las diferentes fracciones de residuos.

Para obtener las densidades, en el punto 11.1 de la memoria de este documento, se pueden observar las diferentes densidades para cada tipo de fracción de residuo en kg/litro, y la densidad de los residuos totales generados en kg/m³.

Para la obtención de las densidades de las fracciones plásticas y orgánicas en kg/litro, se ha escogido para los cálculos la densidad mayor que hay entre la estación seca y la estación de lluvias. De este modo, se calcula el volumen de los contenedores para el peor caso, evitando así posibles desbordamientos en los contenedores.

Por otro lado, para calcular las densidades que faltan de residuos plásticos, mixtos y orgánicos en kg/m³, éstas se han obtenido a partir de los datos de generación máxima por habitante y día. De esta manera, se evitan posibles desbordamientos de los contenedores. Éstos datos se muestran en el punto 1 de este anexo II. Así pues, se calculan estas densidades dividiendo únicamente los kg máximos generados por día y habitante, entre los metros cúbicos máximos generados por día y habitante.

En cuanto a la densidad de los residuos mixtos en kg/litro, se procede de la misma forma anterior: diviendo la cantidad máxima generada por habitante y día de kg entre litros.

De esta forma, se obtienen las siguientes densidades en la Tabla 45 para cada una de las fracciones:

	Densidad (kg/m ³)	Densidad (kg/litro)
Residuos mixtos	1021,455	0,625
Residuos plásticos	105,797	0,113
Residuos orgánicos	339,534	0,442

Tabla 45: Densidad de los residuos

Así pues, ya se puede calcular el volumen de los contenedores, tanto en metros cúbicos como en litros. Estos resultados se muestran en la Tabla 46, Tabla 47, Tabla 48, Tabla 49, Tabla 50 y Tabla 51 para cada una de las fracciones de residuo:

	Volumen de cada contenedor. Fr diario. (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de 3 veces a la semana (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de 2 veces a la semana (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de 1 vez a la semana (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de cada 15 días (m ³)
Min	0,0036	0,0107	0,0143	0,0251	0,0269
Max	0,0394	0,0484	0,0478	0,0460	0,0488
Media	0,0143	0,0329	0,0342	0,0358	0,0419
DesTip	0,0051	0,0085	0,0070	0,0054	0,0041

Tabla 46: Volumen de los contenedores. Residuos mixtos.

	Volumen de cada contenedor. Fr diario. (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de 3 veces a la semana (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de 2 veces a la semana (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de 1 vez a la semana (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de cada 15 días (m ³)
Min	0,0020	0,0059	0,0079	0,0139	0,0297
Max	0,0218	0,0653	0,0871	0,1525	0,3267
Media	0,0079	0,0237	0,0316	0,0553	0,1186
DesTip	0,0028	0,0084	0,0112	0,0196	0,0420

Tabla 47: Volumen de los contenedores. Residuos plásticos.

	Volumen de cada contenedor. Fr diario. (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de 3 veces a la semana (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de 2 veces a la semana (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de 1 vez a la semana (m ³)	Volumen de cada contenedor. Fr de cada 15 días (m ³)
Min	0,0048	0,0145	0,0193	0,0338	0,0724
Max	0,0531	0,1448	0,1351	0,1351	0,1448
Media	0,0193	0,0578	0,0760	0,1032	0,1286
DesTip	0,0068	0,0203	0,0253	0,0265	0,0184

Tabla 48: Volumen de los contenedores. Residuos orgánicos.

	Volumen de cada contenedor. Fr diario. (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de 3 veces a la semana (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de 2 veces a la semana (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de 1 vez a la semana (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de cada 15 días (litros)
Min	5,8546	17,5637	23,4182	40,9819	43,9092
Max	64,4002	79,0366	78,0608	75,1335	79,8349
Media	23,3781	53,7487	55,9046	58,4589	68,5263
DesTip	8,2724	13,8699	11,5053	8,7694	6,6786

Tabla 49: Volumen de los contenedores. Residuos mixtos.

	Volumen de cada contenedor. Fr diario. (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de 3 veces a la semana (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de 2 veces a la semana (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de 1 vez a la semana (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de cada 15 días (litros)
Min	1,8537	5,5612	7,4149	12,9760	27,8058
Max	20,3909	61,1728	81,5637	142,7365	305,8639
Media	7,4022	22,2066	29,6087	51,8153	111,0328
DesTip	2,6193	7,8578	10,4771	18,3350	39,2892

Tabla 50: Volumen de los contenedores. Residuos plásticos.

	Volumen de cada contenedor. Fr diario. (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de 3 veces a la semana (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de 2 veces a la semana (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de 1 vez a la semana (litros)	Volumen de cada contenedor. Fr de cada 15 días (litros)
Min	3,7076	11,1227	14,8303	25,9530	55,6136
Max	40,7833	111,2272	103,8121	103,8121	111,2272
Media	14,8049	44,3798	58,3604	79,2886	98,7803
DesTip	5,2387	15,6106	19,4196	20,3777	14,1114

Tabla 51: Volumen de los contenedores. Residuos orgánicos.

Anexo III:

Frecuencia de recogida y cálculo del número de vehículos

En este anexo se van a analizar la cantidad de vehículos necesarios en función de la frecuencia de recogida, y se expondrán los datos que se han utilizado para el cálculo de dichas rutas en el programa ArcGIS. Los datos económicos se van a mostrar tanto en euros (€) como en la moneda común en Nikki: el CFA (*Franc de la communauté financière d'Afrique*, que significa Franco de la comunidad financiera africana).

También, resaltar en primer lugar que, debido a la ausencia de mapas georreferenciados en Nikki, ha sido necesario digitalizar manualmente toda la red de calles, la ubicación de las viviendas, la ubicación de los patios y la ubicación de los puntos de recogida de residuos. Para ello, se ha hecho uso como mapa de base el OpenStreetMap disponible en el ArcGIS. De este modo, se han dibujado manualmente un total de 3418 líneas trazadas para las calles, 6996 puntos para las viviendas, 1752 puntos para los patios y 813 puntos para la ubicación de los puntos de recogida, todos ellos, con sus respectivos datos de generación de residuos, número de contenedores y tiempos de descarga, entre otros.

1. Datos introducidos en el programa ArcGIS para la obtención de las diversas rutas

En este apartado se describirán los datos que se han incorporado en el programa ArcGIS. Todos estos, son independientes de la frecuencia de recogida, por lo que son datos comunes.

Añadir también que, para llevar a cabo el análisis de la cantidad de vehículos necesarios, se ha hecho uso de la herramienta “*vehicle routing problema analysis (VRP)*” (análisis de problema de generación de rutas para vehículos), que es una herramienta que, tal y como se explica en la web de ArcGIS: “El objetivo principal consiste dar mejor servicio a las órdenes y minimizar el coste total de funcionamiento para la flota de vehículos. Así, mientras el solucionador de rutas de *Extensión ArcGIS Network Analyst* encuentra la mejor ruta para que un único vehículo visite muchas paradas, el solucionador de VRP encuentra las mejores rutas para que una flota de vehículos atienda muchas órdenes. Además, el solucionador de VRP puede resolver problemas más concretos porque hay disponibles numerosas opciones, como asignar capacidades de vehículos a cantidades de órdenes, proporcionar descansos a los conductores y emparejar órdenes para darles servicio en la misma ruta.”.

1.1. Preparación cartografía para el análisis de red

En este apartado, se han tenido que incorporar dos datos necesarios para preparar la cartografía de las calles para el cálculo del *routing*: el sistema de coordenadas y las restricciones de la red de calles.

Para convertir la cartografía básica en una cartografía preparada para tareas de *routing*, se ha utilizado el sistema de coordenadas WGS_1984_UTM_Zone_31S, que corresponde con la zona en la que se encuentra Nikki.

En cuanto a las restricciones incorporadas para el cálculo del *routing* de las calles, se encuentran las dos siguientes:

-El campo *Oneway*, en el que se indican los sentidos de las calles.

-Y el tiempo de viaje que tarda el vehículo en recorrer la calles. Este se ha calculado de la siguiente forma:

$$\text{Tiempo de viaje} = \text{Longitud de la calle} * 60 / (\text{Velocidad permitida} * 1000)$$

Donde la longitud de la calle está en metros y la velocidad en km/h. Además, por lo que respecta a la velocidad, se ha escogido una velocidad aproximada en función del estado de la carretera, obteniendo de este modo 3 velocidades diferentes en función de si los caminos están en peores (menor velocidad) o mejores condiciones (mayor velocidad): 20 km/h, 30 km/h, y 50 km/h.

1.2. Jornada laboral y tiempo máximo de conducción permitida

En este apartado, se estudiará qué jornada laboral y qué descansos van a tener el personal de conducción. De este modo, más adelante se podrán obtener el número de vehículos necesarios para llevar a cabo la recogida de residuos.

Actualmente en Nikki, no existe ninguna normativa que haga referencia ni a la jornada laboral ni a los descansos del personal que se dedica al transporte de vehículos. Por lo que respecta a el sueldo de los/as trabajadores/as, este se proporciona en función de las tareas a realizar y no por el número de horas trabajadas. Además, el concepto de “día libre” en Nikki es un tanto confuso, aún así, el día que menos actividad hay son los domingos, por lo que se tomará los domingos como día descanso para el personal.

Es por todo lo dicho en el párrafo anterior, que se ha apoyado este proyecto en el Reglamento (CE) 561/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 15 de marzo de 2006 relativo a la armonización determinadas disposiciones en materia social en el sector de los transportes por carretera por el que se deroga el Reglamento (CEE) nº 3820/85 del Consejo. En este se expone, entre otras cosas, los descansos necesarios para el personal de conducción.

En este caso, se tiene que es una excepción, ya que es una recogida de residuos que se realiza en un radio de 50 kilómetros alrededor del centro de explotación (en este caso el punto de transferencia escogido en el punto 1.5. de este anexo) de la empresa titular o arrendataria del vehículo (Ver el Artículo 2 de excepciones, apartado d : “Transportes realizados para la eliminación de residuos de carácter urbano íntegramente comprendidos en un radio de 50 kilómetros alrededor del centro de explotación de la empresa titular o arrendataria del vehículo.”).

De este modo, se decide que se aplicará al personal un total máximo de 8 horas de trabajo, empezando a contar horas extra a partir de las 8 horas, ya que se trata de un trabajo bastante forzoso al tener que levantar peso de manera continua. No se ha tenido en cuenta que se pueda llegar a realizar más horas durante la semana, puesto que se

prioriza que el programa calcule que el personal tenga una jornada laboral en la que no se exceda siempre la jornada recomendada de 8 horas.

1.3. Capacidad máxima del vehículo

La capacidad máxima del vehículo escogido es de 2.25 m³, es decir, 79,45 ft³. Debido a ello, se ha tenido que separar las paradas que superaban dicho volumen en más paradas, ya que el programa ArcGIS da un error de capacidad excedida si el volumen de la parada es mayor que la capacidad propia del vehículo. Por último, comentar que las unidades se proporcionan también en pies cúbicos debido a que el programa trabaja únicamente en estas unidades de volumen.

1.4. Costes de la ruta

Dentro de los costes de la ruta se encuentran los gastos por unidad de distancia y los gastos por unidad de tiempo.

Por lo que respecta a los gastos por unidad de distancia, se ha tenido en cuenta el consumo de gasolina, el cual se calcula como:

$$\text{Gasto por unidad de distancia} = \text{consumo de gasolina} * \text{precio gasolina}$$

En este caso, el vehículo utilizado tiene un consumo de 3.2 litro por cada 100 km, y el precio de la gasolina se encuentra en 0.61 €/litro (400 CFA/litro). Por lo que el coste por metro es de 0,0000195 €/metro (0.0128 CFA/metro).

Por otro lado, en referencia al coste por unidad de tiempo, se ha tenido en cuenta el salario del personal del vehículo. Como se explica en el apartado 2 del anexo II y en el inicio del anexo II de este documento, en cada vehículo hay dos trabajadores/as y, tal y como se ha expuesto en el apartado 1.2. del anexo III, en Nikki no se trabaja por horas, si no más bien por tareas. Por lo que las horas extra se van a pagar en la misma cantidad que las horas normales. No obstante, se va a priorizar en todo momento que la jornada laboral del personal sea de como máximo 8 horas, puesto que se trata de un trabajo bastante forzoso al tener que levantar peso de manera continua (ver punto 1.2. del anexo III para ampliar la información).

El sueldo medio por día en Nikki es de 2000 CFA (3,05 €), por lo que teniendo en cuenta una jornada laboral normal media de 8 horas, el sueldo por hora es de:

$$\frac{2000 \text{ CFA}}{8 \text{ horas}} = 250 \text{ CFA/hora} = 4.16 \text{ CFA/min}$$

Que al haber dos personas, se queda un coste por tiempo de:

$$4.16 \frac{\text{CFA}}{\text{min}} * 2 \text{ personas} = 8.33 \text{ CFA/min}$$

Este precio en euros sería:

$$8.33 \frac{CFA}{min} * 0.001522 \frac{€}{CFA} = 0.0126616 \frac{€}{min} \approx 0.013 \frac{€}{min}$$

2. Frecuencia de una vez a la semana

En esta frecuencia de recolección, se ofrece servicio de recogida una vez a la semana. De esta manera, se puede dividir los barrios en 6 sectores, puesto que los domingos son días libres para el personal.

Así pues, cada uno de los barrios será un sector, excepto el sector 5, en el que se aunarán los barrios de Totorú y Danri, los cuales tienen un menor número de patios a recoger. De este modo, el barrio de Bukasua será el sector 1, Gha-Maró el 2, Kpawlou el 3, Gourú el 4, Danri y Totorú el 5 y finalmente Maró el 6.

Con esta frecuencia de recogida, el número máximo de días de acumulación es de 7 días.

2.1. Residuos mixtos

Recogiendo los residuos mixtos una vez a la semana se obtienen los resultados que se muestran a continuación para cada uno de los sectores.

2.1.1. Sector 1

Para el sector 1, en la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	12,175	7,824	7,050	26,435	10	1
Ruta2	9,679	6,766	6,083	20,937	10	1
Ruta3	9,060	4,901	4,433	18,057	0	0
Ruta4	15,026	7,825	6,983	30,521	10	1
Ruta5	12,654	7,997	7,217	26,842	10	1
Ruta6	9,696	7,457	6,783	20,405	10	1
Ruta7	11,284	7,940	7,233	22,382	10	1
Ruta8	9,860	7,599	6,933	19,970	10	1
Ruta9	8,873	7,871	7,233	18,243	10	1

Tabla 52: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	25	4.066,23 CFA	3.910,39 CFA	- CFA	155,84 CFA
Ruta2	16	3.505,34 CFA	3.381,45 CFA	- CFA	123,89 CFA
Ruta3	18	2.565,46 CFA	2.449,50 CFA	- CFA	115,97 CFA
Ruta4	25	4.103,45 CFA	3.911,11 CFA	- CFA	192,33 CFA
Ruta5	26	4.159,05 CFA	3.997,08 CFA	- CFA	161,97 CFA
Ruta6	15	3.850,99 CFA	3.726,88 CFA	- CFA	124,11 CFA
Ruta7	13	4.112,70 CFA	3.968,27 CFA	- CFA	144,44 CFA
Ruta8	14	3.924,43 CFA	3.798,23 CFA	- CFA	126,21 CFA
Ruta9	8	4.047,36 CFA	3.933,78 CFA	- CFA	113,57 CFA
TOTAL	160	34.335,02 CFA	33.076,69 CFA	- CFA	1.258,33 CFA

Tabla 53: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	25	6,18 €	5,94 €	-	0,24 €
Ruta2	16	5,33 €	5,14 €	-	0,19 €
Ruta3	18	3,90 €	3,72 €	-	0,18 €
Ruta4	25	6,24 €	5,94 €	-	0,29 €
Ruta5	26	6,32 €	6,08 €	-	0,25 €
Ruta6	15	5,85 €	5,66 €	-	0,19 €
Ruta7	13	6,25 €	6,03 €	-	0,22 €
Ruta8	14	5,97 €	5,77 €	-	0,19 €
Ruta9	8	6,15 €	5,98 €	-	0,17 €
TOTAL	160	52,19 €	50,28 €	-	1,91 €

Tabla 54: Coste económico (en €) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 1.

Para el sector 1, se puede observar en la Tabla 52, Tabla 53 y Tabla 54, que el número de vehículos necesarios para realizar esta recolección de residuos es de 9. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 4 horas sin contar descansos. Por lo que respecta al coste operativo de la ruta, éste tendría un coste total para el conjunto de todos sus vehículos de 52,19€ (34.335,02 CFA).

2.1.2. Sector 2

Con respecto al sector 2, en la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana, se obtienen los resultados mostrados a continuación:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	17,329	7,861	6,967	33,643	10	1
Ruta2	10,656	7,991	7,300	21,465	10	1
Ruta3	15,030	7,323	6,500	29,369	10	1
Ruta4	11,866	7,680	6,950	23,781	10	1
Ruta5	12,005	6,471	5,733	24,290	10	1
Ruta6	12,568	7,853	7,117	24,157	10	1
Ruta7	10,647	7,374	6,700	20,430	10	1
Ruta8	12,438	7,976	7,283	21,577	10	1
Ruta9	10,750	7,657	6,983	20,406	10	1
Ruta10	5,417	4,624	4,300	9,432	0	0
Ruta11	9,749	7,920	7,283	18,180	10	1

Tabla 55: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	27	4.150,60 CFA	3.928,79 CFA	- CFA	221,81 CFA
Ruta2	21	4.130,34 CFA	3.993,94 CFA	- CFA	136,39 CFA
Ruta3	23	3.852,33 CFA	3.659,94 CFA	- CFA	192,38 CFA
Ruta4	18	3.990,19 CFA	3.838,30 CFA	- CFA	151,88 CFA
Ruta5	13	3.388,12 CFA	3.234,45 CFA	- CFA	153,66 CFA
Ruta6	19	4.085,62 CFA	3.924,74 CFA	- CFA	160,88 CFA
Ruta7	13	3.821,72 CFA	3.685,44 CFA	- CFA	136,28 CFA
Ruta8	15	4.145,75 CFA	3.986,55 CFA	- CFA	159,20 CFA
Ruta9	9	3.964,45 CFA	3.826,85 CFA	- CFA	137,60 CFA
Ruta10	6	2.380,34 CFA	2.311,01 CFA	- CFA	69,34 CFA
Ruta11	11	4.083,04 CFA	3.958,25 CFA	- CFA	124,78 CFA
TOTAL	175	41.992,48 CFA	40.348,27 CFA	- CFA	1.644,21 CFA

Tabla 56: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	27	6,31 €	5,97 €	-	0,34 €
Ruta2	21	6,28 €	6,07 €	-	0,21 €
Ruta3	23	5,86 €	5,56 €	-	0,29 €
Ruta4	18	6,07 €	5,83 €	-	0,23 €
Ruta5	13	5,15 €	4,92 €	-	0,23 €
Ruta6	19	6,21 €	5,97 €	-	0,24 €
Ruta7	13	5,81 €	5,60 €	-	0,21 €
Ruta8	15	6,30 €	6,06 €	-	0,24 €
Ruta9	9	6,03 €	5,82 €	-	0,21 €
Ruta10	6	3,62 €	3,51 €	-	0,11 €
Ruta11	11	6,21 €	6,02 €	-	0,19 €
TOTAL	175	63,83 €	61,33 €	-	2,50 €

Tabla 57: Coste económico (en €) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 2.

Por lo que respecta al sector 2, se muestra en la Tabla 55, Tabla 56 y Tabla 57 que el número de vehículos necesarios para realizar esta recogida de residuos es de 11. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 4 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total de la ruta, éste tendría un coste operativo para la flota de todos sus vehículos de 63,83€ (41.992,48 CFA).

2.1.3. Sector 3

Por lo que respecta al sector 3, en la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	8,961	7,634	6,967	20,065	10	1
Ruta2	9,108	7,565	6,883	20,914	10	1
Ruta3	7,169	6,981	6,367	16,870	10	1
Ruta4	5,978	4,978	4,600	12,700	0	0
Ruta5	7,046	7,493	6,900	15,571	10	1
Ruta6	6,174	7,635	7,083	13,072	10	1
Ruta7	5,601	7,791	7,250	12,440	10	1

Tabla 58: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 3.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	29	3.930,39 CFA	3.815,68 CFA	- CFA	114,70 CFA
Ruta2	24	3.897,69 CFA	3.781,10 CFA	- CFA	116,58 CFA
Ruta3	14	3.580,95 CFA	3.489,18 CFA	- CFA	91,77 CFA
Ruta4	18	2.564,69 CFA	2.488,17 CFA	- CFA	76,51 CFA
Ruta5	14	3.835,12 CFA	3.744,92 CFA	- CFA	90,19 CFA
Ruta6	11	3.894,77 CFA	3.815,74 CFA	- CFA	79,03 CFA
Ruta7	12	3.965,47 CFA	3.893,77 CFA	- CFA	71,69 CFA
TOTAL	122	25.669,07 CFA	25.028,58 CFA	- CFA	640,49 CFA

Tabla 59: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 3.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	29	5,97 €	5,80 €	-	0,17 €
Ruta2	24	5,92 €	5,75 €	-	0,18 €
Ruta3	14	5,44 €	5,30 €	-	0,14 €
Ruta4	18	3,90 €	3,78 €	-	0,12 €
Ruta5	14	5,83 €	5,69 €	-	0,14 €
Ruta6	11	5,92 €	5,80 €	-	0,12 €
Ruta7	12	6,03 €	5,92 €	-	0,11 €
TOTAL	122	39,02 €	38,04 €	-	0,97 €

Tabla 60: Coste económico (en €) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 3.

En cuanto al sector 3, se puede reparar en la Tabla 58, Tabla 59 y Tabla 60 que el número de vehículos necesarios para llevar a cabo esta recogida de residuos es de 7. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de aproximadamente 8 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total de la ruta, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 39,02€ (25.669,07 CFA).

2.1.4. Sector 4

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el sector 4:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	14,485	7,585	6,817	26,092	10	1
Ruta2	12,394	7,981	7,283	21,878	10	1
Ruta3	12,183	7,967	7,267	22,039	10	1
Ruta4	10,970	7,929	7,283	18,752	10	1
Ruta5	11,175	7,915	7,250	19,889	10	1
Ruta6	10,749	7,782	7,133	18,917	10	1

Tabla 61: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 4.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	21	3.976,33 CFA	3.790,92 CFA	- CFA	185,41 CFA
Ruta2	16	4.147,69 CFA	3.989,06 CFA	- CFA	158,64 CFA
Ruta3	12	4.138,01 CFA	3.982,07 CFA	- CFA	155,95 CFA
Ruta4	9	4.103,44 CFA	3.963,02 CFA	- CFA	140,42 CFA
Ruta5	13	4.098,87 CFA	3.955,83 CFA	- CFA	143,04 CFA
Ruta6	8	4.027,00 CFA	3.889,42 CFA	- CFA	137,58 CFA
TOTAL	79	24.491,35 CFA	23.570,31 CFA	- CFA	921,04 CFA

Tabla 62: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 4.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	21	6,04 €	5,76 €	-	0,28 €
Ruta2	16	6,30 €	6,06 €	-	0,24 €
Ruta3	12	6,29 €	6,05 €	-	0,24 €
Ruta4	9	6,24 €	6,02 €	-	0,21 €
Ruta5	13	6,23 €	6,01 €	-	0,22 €
Ruta6	8	6,12 €	5,91 €	-	0,21 €
TOTAL	79	37,23 €	35,83 €	-	1,40 €

Tabla 63: Coste económico (en €) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 4.

Para el sector 4, se puede observar en la Tabla 61, Tabla 62 y Tabla 63, que el número de vehículos necesarios para realizar esta recolección de residuos es de 6. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de casi 8 horas sin contar descansos. Por lo que respecta al coste total de la ruta, éste tendría un coste total para el conjunto de todos sus vehículos de 37,23€ (24.491,35 CFA).

2.1.5. Sector 5

Para el sector 5, en la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	7,515	6,793	6,183	16,597	10	1
Ruta2	12,254	7,876	7,150	23,583	10	1
Ruta3	10,933	7,662	6,983	20,705	10	1
Ruta4	12,929	7,911	7,167	24,680	10	1
Ruta5	9,964	7,383	6,767	17,003	10	1
Ruta6	8,099	4,750	4,333	14,974	0	0
Ruta7	8,248	7,037	6,450	15,245	10	1

Tabla 64: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 5.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	24	3.491,48 CFA	3.395,29 CFA	- CFA	96,20 CFA
Ruta2	24	4.093,47 CFA	3.936,62 CFA	- CFA	156,85 CFA
Ruta3	22	3.969,29 CFA	3.829,34 CFA	- CFA	139,95 CFA
Ruta4	23	4.119,58 CFA	3.954,08 CFA	- CFA	165,49 CFA
Ruta5	17	3.817,75 CFA	3.690,22 CFA	- CFA	127,53 CFA
Ruta6	10	2.477,50 CFA	2.373,83 CFA	- CFA	103,67 CFA
Ruta7	13	3.622,87 CFA	3.517,30 CFA	- CFA	105,57 CFA
TOTAL	133	25.591,94 CFA	24.696,67 CFA	- CFA	895,26 CFA

Tabla 65: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 5.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	24	5,31 €	5,16 €	-	0,15 €
Ruta2	24	6,22 €	5,98 €	-	0,24 €
Ruta3	22	6,03 €	5,82 €	-	0,21 €
Ruta4	23	6,26 €	6,01 €	-	0,25 €
Ruta5	17	5,80 €	5,61 €	-	0,19 €
Ruta6	10	3,77 €	3,61 €	-	0,16 €
Ruta7	13	5,51 €	5,35 €	-	0,16 €
TOTAL	133	38,90 €	37,54 €	-	1,36 €

Tabla 66: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 5.

Por lo que respecta al sector 5, se muestra en la Tabla 64, Tabla 65 y Tabla 66 que el número de vehículos necesarios para realizar esta recogida de residuos es de 7. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de aproximadamente 8 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total de la ruta, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 38,90€ (25.591,94 CFA).

2.1.6. Sector 6

Por lo que respecta al sector 6, en la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	9,683	7,955	7,500	17,278	0	0
Ruta2	6,787	7,914	7,517	13,862	0	0
Ruta3	4,618	7,639	7,317	9,322	0	0
Ruta4	5,616	7,965	7,617	10,904	0	0
Ruta5	5,268	7,570	7,233	10,203	0	0
Ruta6	4,805	7,938	7,617	9,301	0	0
Ruta7	5,416	7,881	7,533	10,884	0	0
Ruta8	4,633	7,902	7,583	9,100	0	0
Ruta9	6,067	7,970	7,600	12,187	0	0
Ruta10	4,158	7,415	7,117	7,880	0	0
Ruta11	4,899	7,998	7,667	9,902	0	0

Tabla 67: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 6.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	27,00	4.099,67 CFA	3.975,72 CFA	- CFA	123,94 CFA
Ruta2	16,00	4.042,47 CFA	3.955,60 CFA	- CFA	86,87 CFA
Ruta3	10,00	3.876,94 CFA	3.817,82 CFA	- CFA	59,11 CFA
Ruta4	13,00	4.052,83 CFA	3.980,94 CFA	- CFA	71,89 CFA
Ruta5	11,00	3.850,94 CFA	3.783,51 CFA	- CFA	67,42 CFA
Ruta6	10,00	4.029,09 CFA	3.967,58 CFA	- CFA	61,51 CFA
Ruta7	19,00	4.008,45 CFA	3.939,12 CFA	- CFA	69,32 CFA
Ruta8	15,00	4.008,56 CFA	3.949,26 CFA	- CFA	59,31 CFA
Ruta9	12,00	4.060,96 CFA	3.983,30 CFA	- CFA	77,66 CFA
Ruta10	6,00	3.759,08 CFA	3.705,85 CFA	- CFA	53,23 CFA
Ruta11	5,00	4.060,29 CFA	3.997,59 CFA	- CFA	62,71 CFA
TOTAL	144,00	43.849,28 CFA	43.056,30 CFA	- CFA	792,97 CFA

Tabla 68: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 6.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	27	6,23 €	6,04 €	-	0,19 €
Ruta2	16	6,14 €	6,01 €	-	0,13 €
Ruta3	10	5,89 €	5,80 €	-	0,09 €
Ruta4	13	6,16 €	6,05 €	-	0,11 €
Ruta5	11	5,85 €	5,75 €	-	0,10 €
Ruta6	10	6,12 €	6,03 €	-	0,09 €
Ruta7	19	6,09 €	5,99 €	-	0,11 €
Ruta8	15	6,09 €	6,00 €	-	0,09 €
Ruta9	12	6,17 €	6,05 €	-	0,12 €
Ruta10	6	5,71 €	5,63 €	-	0,08 €
Ruta11	5	6,17 €	6,08 €	-	0,10 €
TOTAL	144	66,65 €	65,45 €	-	1,21 €

Tabla 69: Coste económico (en €) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 6.

En cuanto al sector 6, se puede observar en las Tabla 67, Tabla 68 y Tabla 69 que el número de vehículos necesarios para llevar a cabo esta recogida de residuos es de 11. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de casi 8 horas sin contar descansos, por lo que no se ve necesario alargar el itinerario a éstos. En cuanto al coste

económico total de la ruta, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 66,65€ (43.849,28 CFA).

2.1.7. Total

Por último, se va a mostrar el precio total de la ruta para todos los sectores, entendiendo el precio total como la suma entre el coste de adquisición de los vehículos y el coste total operativo. De este modo, se obtiene tal y como se muestra en las Tabla 70 y Tabla 71, un coste operativo total de 297,81 € (195.929,14 CFA) y un coste de adquisición de los vehículos de 13.376,00 € (8.800.000,00 CFA).

Por lo que se tiene en conclusión, un coste total semanal para la recogida de residuos mixtos, con una frecuencia de una vez a la semana, de 8.995.929.14 CFA, que son 13.673,81€.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (CFA)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (CFA)
1 semana S1	34.335,02 CFA	9	7.200.000,00 CFA
1 semana S2	41.992,48 CFA	11	8.800.000,00 CFA
1 semana S3	25.669,07 CFA	7	5.600.000,00 CFA
1 semana S4	24.491,35 CFA	6	4.800.000,00 CFA
1 semana S5	25.591,94 CFA	7	5.600.000,00 CFA
1 semana S6	43.849,28 CFA	11	8.800.000,00 CFA
Máximo	-	11	8.800.000,00 CFA
Suma	195.929,14 CFA	-	-
Total	8.995.929,14 CFA		

Tabla 70: Coste total semanal (en CFA) para una frecuencia de una vez a la semana, residuos mixtos.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (€)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (€)
1 semana S1	52,19 €	9	10.944,00 €
1 semana S2	63,83 €	11	13.376,00 €
1 semana S3	39,02 €	7	8.512,00 €
1 semana S4	37,23 €	6	7.296,00 €
1 semana S5	38,90 €	7	8.512,00 €
1 semana S6	66,65 €	11	13.376,00 €
Máximo	-	11	13.376,00 €
Suma	297,81 €	-	-
Total	13.673,81 €		

Tabla 71: Coste total semanal (en €) para una frecuencia de una vez a la semana, residuos mixtos.

2.2. Residuos plásticos

2.2.1. Sector 1

Para el sector 1, en la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	15,909	6,891	6,000	33,466	10	1
Ruta2	15,696	7,590	6,667	35,426	10	1
Ruta3	16,624	7,385	6,500	33,113	10	1
Ruta4	12,483	6,678	5,917	25,702	10	1

Tabla 72: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	49	3.647,82 CFA	3.444,18 CFA	- CFA	203,64 CFA
Ruta2	43	3.994,60 CFA	3.793,70 CFA	- CFA	200,90 CFA
Ruta3	40	3.903,91 CFA	3.691,13 CFA	- CFA	212,78 CFA
Ruta4	28	3.497,63 CFA	3.337,84 CFA	- CFA	159,79 CFA
TOTAL	160	15.043,96 CFA	14.266,85 CFA	- CFA	777,11 CFA

Tabla 73: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	49	5,54 €	5,24 €	-	0,31 €
Ruta2	43	6,07 €	5,77 €	-	0,31 €
Ruta3	40	5,93 €	5,61 €	-	0,32 €
Ruta4	28	5,32 €	5,07 €	-	0,24 €
TOTAL	160	22,87 €	21,69 €	-	1,18 €

Tabla 74: Coste económico (en €) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 1.

Para el sector 1, se puede observar en la Tabla 72, Tabla 73 y Tabla 74, que el número de vehículos necesarios para realizar esta recolección de residuos es de 4. Por otro lado, dos de los vehículos realizan una jornada laboral de casi 8 horas y, los otros dos, de casi 7 horas, todo ello, sin contar descansos. Por lo que respecta al coste total de la ruta, éste tendría un coste total para el conjunto de todos sus vehículos de 22,87€ (15.043,96 CFA).

2.2.2. Sector 2

Con respecto al sector 2, en la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana, se obtienen los resultados mostrados a continuación:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	14,931	7,094	6,267	29,622	10	1
Ruta2	23,373	7,877	6,583	47,591	20	2
Ruta3	17,054	7,884	7,000	33,029	10	1
Ruta4	11,956	5,141	4,417	23,447	10	1
Ruta5	11,118	6,940	6,250	21,372	10	1

Tabla 75: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)
Ruta1	43	3.736,54 CFA	3.545,43 CFA	- CFA	191,11 CFA
Ruta2	51	4.235,86 CFA	3.936,68 CFA	- CFA	299,18 CFA
Ruta3	39	4.158,62 CFA	3.940,33 CFA	- CFA	218,29 CFA
Ruta4	22	2.722,40 CFA	2.569,36 CFA	- CFA	153,04 CFA
Ruta5	20	3.610,70 CFA	3.468,38 CFA	- CFA	142,31 CFA
TOTAL	175	18.464,12 CFA	17.460,19 CFA	- CFA	1.003,93 CFA

Tabla 76: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	43	5,68 €	5,39 €	-	0,29 €
Ruta2	51	6,44 €	5,98 €	-	0,45 €
Ruta3	39	6,32 €	5,99 €	-	0,33 €
Ruta4	22	4,14 €	3,91 €	-	0,23 €
Ruta5	20	5,49 €	5,27 €	-	0,22 €
TOTAL	175	28,07 €	26,54 €	-	1,53 €

Tabla 77: Coste económico (en €) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 2.

Por lo que respecta al sector 2, se muestra en la Tabla 75, Tabla 76 y Tabla 77 que el número de vehículos necesarios para realizar esta recogida de residuos es de 5. Por otro lado, tres los vehículos realizan una jornada laboral de casi 8 horas, y el vehículo que menos tiempo le cuesta de realizar el itinerario es de más de 5 horas, todo ello sin contar descansos. En cuanto al coste económico total de la ruta, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 28,07 € (18.464,12 CFA).

2.2.3. Sector 3

Por lo que respecta al sector 3, en la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	11,689	7,024	6,250	26,418	10	1
Ruta2	16,359	7,659	6,750	34,535	10	1
Ruta3	9,465	6,924	6,250	20,434	10	1

Tabla 78: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 3.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	42	3.660,03 CFA	3.510,41 CFA	- CFA	149,62 CFA
Ruta2	50	4.037,32 CFA	3.827,93 CFA	- CFA	209,40 CFA
Ruta3	30	3.581,71 CFA	3.460,56 CFA	- CFA	121,15 CFA
TOTAL	122	11.279,06 CFA	10.798,90 CFA	- CFA	480,16 CFA

Tabla 79: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 3.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	42	5,56 €	5,34 €	-	0,23 €
Ruta2	50	6,14 €	5,82 €	-	0,32 €
Ruta3	30	5,44 €	5,26 €	-	0,18 €
TOTAL	122	17,14 €	16,41 €	-	0,73 €

Tabla 80: Coste económico (en €) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 3.

En cuanto al sector 3, se puede reparar en la Tabla 78, Tabla 79 y Tabla 80 que el número de vehículos necesarios para llevar a cabo esta recogida de residuos es de 3. Por otro lado, dos de los vehículos realizan una jornada laboral de más de 7 horas y el vehículo restante de casi 7 horas, todo ello sin tener en cuenta descansos. En cuanto al coste económico total de la ruta, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 17,14 € (11.279,06 CFA).

2.2.4. Sector 4

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el sector 4:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	16,387	6,591	5,750	30,463	10	1
Ruta2	11,838	6,591	5,917	20,487	10	1
Ruta3	12,938	7,095	6,367	23,683	10	1

Tabla 81: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 4.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	32	3.503,96 CFA	3.294,21 CFA	- CFA	209,75 CFA
Ruta2	23	3.445,93 CFA	3.294,41 CFA	- CFA	151,53 CFA
Ruta3	24	3.711,55 CFA	3.545,94 CFA	- CFA	165,61 CFA
TOTAL	79	10.661,44 CFA	10.134,55 CFA	- CFA	526,89 CFA

Tabla 82: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 4.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	32	5,33 €	5,01 €	-	0,32 €
Ruta2	23	5,24 €	5,01 €	-	0,23 €
Ruta3	24	5,64 €	5,39 €	-	0,25 €
TOTAL	79	16,21 €	15,40 €	-	0,80 €

Tabla 83: Coste económico (en €) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 4.

Para el sector 4, se puede observar en la Tabla 81, Tabla 82 y Tabla 83, que el número de vehículos necesarios para realizar esta recolección de residuos es de 3. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 7 horas y de menos de 9 horas sin contar descansos. Por lo que respecta al coste, éste tendría un coste total para el conjunto de todos sus vehículos de 16,21 € (10.661,44 CFA).

2.2.5. Sector 5

Para el sector 5, en la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	16,024	7,197	6,333	31,827	10	1
Ruta2	15,531	7,994	7,000	29,664	20	2
Ruta3	15,207	6,324	5,500	29,449	10	1

Tabla 84: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 5.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Número de paradas asignadas a la ruta
Ruta1	51	3.802,23 CFA	3.597,12 CFA	- CFA	205,11 CFA
Ruta2	42	4.194,40 CFA	3.995,60 CFA	- CFA	198,80 CFA
Ruta3	40	3.355,46 CFA	3.160,81 CFA	- CFA	194,65 CFA
TOTAL	133	11.352,09 CFA	10.753,53 CFA	- CFA	598,56 CFA

Tabla 85: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 5.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	51	5,78 €	5,47 €	-	0,31 €
Ruta2	42	6,38 €	6,07 €	-	0,30 €
Ruta3	40	5,10 €	4,80 €	-	0,30 €
TOTAL	133	17,26 €	16,35 €	-	0,91 €

Tabla 86: Coste económico (en €) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 5.

Por lo que respecta al sector 5, se muestra en la Tabla 84, Tabla 85 y Tabla 86 que el número de vehículos necesarios para realizar esta recogida de residuos es de 16. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 6 horas y de menos de 9 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total de la ruta, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 17,26 € (11.352,09 CFA).

2.2.6. Sector 6

Por lo que respecta al sector 6, en la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	17,937	7,657	6,750	34,434	10	1
Ruta2	15,945	7,954	6,917	32,238	20	2
Ruta3	9,705	7,566	6,917	18,948	10	1
Ruta4	10,359	7,246	6,583	19,785	10	1
Ruta5	15,175	7,994	7,000	29,631	20	2

Tabla 87: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de una vez a la semana para el sector 6.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	49	4.056,67 CFA	3.827,09 CFA	- CFA	229,59 CFA
Ruta2	35	4.179,49 CFA	3.975,40 CFA	- CFA	204,10 CFA
Ruta3	24	3.905,62 CFA	3.781,39 CFA	- CFA	124,23 CFA
Ruta4	17	3.754,36 CFA	3.621,76 CFA	- CFA	132,60 CFA
Ruta5	19	4.189,56 CFA	3.995,33 CFA	- CFA	194,24 CFA
TOTAL	144	20.085,70 CFA	19.200,96 CFA	- CFA	884,75 CFA

Tabla 88: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 6.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	49	6,17 €	5,82 €	-	0,35 €
Ruta2	35	6,35 €	6,04 €	-	0,31 €
Ruta3	24	5,94 €	5,75 €	-	0,19 €
Ruta4	17	5,71 €	5,51 €	-	0,20 €
Ruta5	19	6,37 €	6,07 €	-	0,30 €
TOTAL	144	30,53 €	29,19 €	-	1,34 €

Tabla 89: Coste económico (en €) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de una vez a la semana para el sector 6.

En cuanto al sector 6, se puede reparar en la Tabla 87, Tabla 88 y Tabla 89 que el número de vehículos necesarios para llevar a cabo esta recogida de residuos es de 5. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 7 horas y de menos de 9 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 30,53 € (20.085,70 CFA).

2.2.7. Total

Por último, se va a mostrar el precio total semanal para todos los sectores, entendiendo el precio total como la suma entre el coste de adquisición de los vehículos y el coste total operativo. De este modo, se obtiene tal y como se muestra en las Tabla 90 y Tabla 91, un coste operativo total de 132,07 € semanales (86.886,38 CFA) y un coste de adquisición de los vehículos de 6.080,00 € (4.000.000,00 CFA).

Por lo que se tiene en conclusión, un coste total semanal para la recogida de residuos mixtos, con una frecuencia de una vez a la semana, de 4.086.886,37 CFA, que son 6.212,07 €.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (CFA)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (CFA)
1 semana S1	15.043,96 CFA	4	3.200.000,00 CFA
1 semana S2	18.464,12 CFA	5	4.000.000,00 CFA
1 semana S3	11.279,06 CFA	3	2.400.000,00 CFA
1 semana S4	10.661,44 CFA	3	2.400.000,00 CFA
1 semana S5	11.352,09 CFA	3	2.400.000,00 CFA
1 semana S6	20.085,70 CFA	5	4.000.000,00 CFA
Máximo	-	5	4.000.000,00 CFA
Suma	86.886,38 CFA	-	-
Total	4.086.886,37 CFA		

Tabla 90: Coste total semanal (en CFA) para una frecuencia de una vez a la semana, residuos plásticos.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (€)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (€)
1 semana S1	22,87 €	4	4.864,00 €
1 semana S2	28,07 €	5	6.080,00 €
1 semana S3	17,14 €	3	3.648,00 €
1 semana S4	16,21 €	3	3.648,00 €
1 semana S5	17,26 €	3	3.648,00 €
1 semana S6	30,53 €	5	6.080,00 €
Máximo	-	5	6.080,00 €
Suma	132,07 €	-	-
Total	6.212,07 €		

Tabla 91: Coste total semanal (en €) para una frecuencia de una vez a la semana, residuos mixtos.

3. Frecuencia de dos veces a la semana

En el caso de ofrecer un servicio de recogida de basura de dos veces a la semana, la ciudad se divide en tres sectores de atención. En el sector 1 se realizará la recogida en lunes y jueves, en el sector 2 en martes y viernes, y en el sector 3 en miércoles y sábado:

Sector 1 de atención:
Lunes - Jueves
Sector 2 de atención:
Martes - Viernes
Sector 3 de atención:
Miércoles – Sábado

De este modo, los días de acumulación normal son de 3 días, mientras que los días de acumulación máxima son de 4 días, tal y como se expone en la siguiente imagen:



Figura 2: División por sectores con una frecuencia de dos veces a la semana. Fuente: (Manual de Recolección y Transporte de los Residuos Sólidos)

Para la división de los sectores se tendrá en cuenta la proximidad entre estos y el total de patios a recoger. De este modo, el sector 1 lo forman los barrios de Bukasua y Krawlou, el sector 2 los barrios de Danri y Maró, y el sector 3 los barrios de Gha-Maró, Gourú y Totorú.

Así pues, para los cálculos de generación de residuos y de volumen necesario del contenedor, se tendrá en cuenta los días de acumulación máximo: 4 días.

Los resultados obtenidos para esta frecuencia para las diferentes fracciones de residuos son los siguientes.

3.1. Residuos mixtos

3.1.1. Sector 1

Para el sector 1, en la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de dos veces a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	14,948	7,781	6,917	31,853	10	1
Ruta2	9,909	7,458	6,767	21,510	10	1
Ruta3	13,351	7,924	7,083	30,427	10	1
Ruta4	9,570	5,325	4,800	21,516	0	0
Ruta5	11,433	7,949	7,233	22,921	10	1
Ruta6	12,288	7,930	7,150	26,823	10	1
Ruta7	11,504	7,923	7,217	22,376	10	1
Ruta8	9,823	7,938	7,250	21,265	10	1
Ruta9	9,706	7,916	7,233	20,935	10	1
Ruta10	7,111	7,879	7,283	15,753	10	1

Tabla 92: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de dos veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	40	4.080,23 CFA	3.888,89 CFA	- CFA	191,34 CFA
Ruta2	32	3.854,60 CFA	3.727,76 CFA	- CFA	126,84 CFA
Ruta3	41	4.131,20 CFA	3.960,31 CFA	- CFA	170,89 CFA
Ruta4	28	2.784,06 CFA	2.661,57 CFA	- CFA	122,49 CFA
Ruta5	30	4.119,10 CFA	3.972,75 CFA	- CFA	146,35 CFA
Ruta6	29	4.120,90 CFA	3.963,61 CFA	- CFA	157,29 CFA
Ruta7	23	4.107,14 CFA	3.959,88 CFA	- CFA	147,26 CFA
Ruta8	23	4.093,02 CFA	3.967,28 CFA	- CFA	125,73 CFA
Ruta9	16	4.080,44 CFA	3.956,21 CFA	- CFA	124,23 CFA
Ruta10	20	4.029,05 CFA	3.938,03 CFA	- CFA	91,03 CFA
TOTAL	282	39.399,74 CFA	37.996,29 CFA	- CFA	1.403,45 CFA

Tabla 93: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	40	6,20 €	5,91 €	-	0,29 €
Ruta2	32	5,86 €	5,67 €	-	0,19 €
Ruta3	41	6,28 €	6,02 €	-	0,26 €
Ruta4	28	4,23 €	4,05 €	-	0,19 €
Ruta5	30	6,26 €	6,04 €	-	0,22 €
Ruta6	29	6,26 €	6,02 €	-	0,24 €
Ruta7	23	6,24 €	6,02 €	-	0,22 €
Ruta8	23	6,22 €	6,03 €	-	0,19 €
Ruta9	16	6,20 €	6,01 €	-	0,19 €
Ruta10	20	6,12 €	5,99 €	-	0,14 €
TOTAL	282	59,89 €	57,75 €	-	2,13 €

Tabla 94: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 1.

Para el sector 1, se puede observar en la Tabla 92, Tabla 93 y Tabla 94, que el número de vehículos necesarios para realizar esta recolección de residuos es de 10. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 7 horas sin contar descansos. Por lo que respecta al coste, éste tendría un coste total para el conjunto de todos sus vehículos de 59,89 € (39.399,74 CFA).

3.1.2. Sector 2

Con respecto al sector 2, en la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de dos veces a la semana, se obtienen los resultados mostrados a continuación:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	10,680	7,658	6,967	21,467	10	1
Ruta2	8,591	5,682	5,200	18,904	0	0
Ruta3	11,181	7,870	7,150	23,182	10	1
Ruta4	8,328	7,246	6,633	16,781	10	1
Ruta5	7,448	7,895	7,317	14,678	10	1
Ruta6	9,065	7,922	7,283	18,301	10	1
Ruta7	7,481	7,966	7,383	14,955	10	1
Ruta8	9,560	7,972	7,333	18,342	10	1
Ruta9	7,146	7,784	7,200	15,040	10	1
Ruta10	8,634	7,937	7,317	17,206	10	1

Tabla 95: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de dos veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	32	3.964,07 CFA	3.827,36 CFA	- CFA	136,71 CFA
Ruta2	27	2.949,69 CFA	2.839,73 CFA	- CFA	109,96 CFA
Ruta3	30	4.076,39 CFA	3.933,27 CFA	- CFA	143,12 CFA
Ruta4	17	3.728,32 CFA	3.621,72 CFA	- CFA	106,60 CFA
Ruta5	17	4.041,07 CFA	3.945,74 CFA	- CFA	95,34 CFA
Ruta6	25	4.075,29 CFA	3.959,26 CFA	- CFA	116,03 CFA
Ruta7	12	4.077,12 CFA	3.981,36 CFA	- CFA	95,76 CFA
Ruta8	18	4.106,96 CFA	3.984,59 CFA	- CFA	122,37 CFA
Ruta9	18	3.981,92 CFA	3.890,44 CFA	- CFA	91,47 CFA
Ruta10	17	4.077,31 CFA	3.966,79 CFA	- CFA	110,52 CFA
TOTAL	213	39.078,14 CFA	37.950,27 CFA	- CFA	1.127,87 CFA

Tabla 96: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	32	6,03 €	5,82 €	-	0,21 €
Ruta2	27	4,48 €	4,32 €	-	0,17 €
Ruta3	30	6,20 €	5,98 €	-	0,22 €
Ruta4	17	5,67 €	5,51 €	-	0,16 €
Ruta5	17	6,14 €	6,00 €		0,14 €
Ruta6	25	6,19 €	6,02 €		0,18 €
Ruta7	12	6,20 €	6,05 €		0,15 €
Ruta8	18	6,24 €	6,06 €		0,19 €
Ruta9	18	6,05 €	5,91 €		0,14 €
Ruta10	17	6,20 €	6,03 €	-	0,17 €
TOTAL	213	59,40 €	57,68 €	-	1,71 €

Tabla 97: Coste económico (en €) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 2.

En cuanto al sector 2, se puede reparar en la Tabla 95, Tabla 96 y Tabla 97 que el número de vehículos necesarios para llevar a cabo esta recogida de residuos es de 21. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 8 horas y de menos de 9 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 59,40 € (39.078,14 CFA).

3.1.3. Sector 3

Por lo que respecta al sector 3, en la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de dos veces a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	25,103	7,932	6,783	48,935	10	1
Ruta2	13,791	7,749	6,950	27,968	10	1
Ruta3	16,790	7,050	6,200	30,972	10	1
Ruta4	11,271	5,037	4,517	21,232	0	0
Ruta5	15,948	7,962	7,150	28,718	10	1
Ruta6	13,374	7,896	7,133	25,750	10	1
Ruta7	12,645	7,858	7,150	22,456	10	1
Ruta8	12,232	7,877	7,183	21,592	10	1
Ruta9	12,309	7,964	7,250	22,819	10	1
Ruta10	11,243	7,947	7,250	21,828	10	1
Ruta11	10,741	7,405	6,733	20,326	10	1
Ruta12	12,287	7,181	6,467	22,865	10	1
Ruta13	9,945	7,709	7,067	18,543	10	1

Tabla 98: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de dos veces a la semana para el sector 3.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	52	4.285,86 CFA	3.964,54 CFA	- CFA	321,32 CFA
Ruta2	33	4.049,70 CFA	3.873,18 CFA	- CFA	176,52 CFA
Ruta3	30	3.738,27 CFA	3.523,36 CFA	- CFA	214,91 CFA
Ruta4	24	2.661,86 CFA	2.517,59 CFA	- CFA	144,27 CFA
Ruta5	27	4.183,52 CFA	3.979,39 CFA	- CFA	204,13 CFA
Ruta6	31	4.117,52 CFA	3.946,34 CFA	- CFA	171,18 CFA
Ruta7	18	4.089,08 CFA	3.927,23 CFA	- CFA	161,85 CFA
Ruta8	21	4.093,27 CFA	3.936,69 CFA	- CFA	156,57 CFA
Ruta9	18	4.137,78 CFA	3.980,23 CFA	- CFA	157,55 CFA
Ruta10	18	4.115,89 CFA	3.971,98 CFA	- CFA	143,91 CFA
Ruta11	14	3.838,72 CFA	3.701,23 CFA	- CFA	137,48 CFA
Ruta12	21	3.746,37 CFA	3.589,10 CFA	- CFA	157,27 CFA
Ruta13	11	3.980,27 CFA	3.852,98 CFA	- CFA	127,29 CFA
TOTAL	318	38.964,30 CFA	37.402,77 CFA	- CFA	1.561,52 CFA

Tabla 99: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 3.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	52	6,51 €	6,03 €	-	0,49 €
Ruta2	33	6,16 €	5,89 €	-	0,27 €
Ruta3	30	5,68 €	5,36 €	-	0,33 €
Ruta4	24	4,05 €	3,83 €	-	0,22 €
Ruta5	27	6,36 €	6,05 €	-	0,31 €
Ruta6	31	6,26 €	6,00 €	-	0,26 €
Ruta7	18	6,22 €	5,97 €	-	0,25 €
Ruta8	21	6,22 €	5,98 €	-	0,24 €
Ruta9	18	6,29 €	6,05 €	-	0,24 €
Ruta10	18	6,26 €	6,04 €	-	0,22 €
Ruta11	14	5,83 €	5,63 €	-	0,21 €
Ruta12	21	5,69 €	5,46 €	-	0,24 €
Ruta13	11	6,05 €	5,86 €	-	0,19 €
TOTAL	318	77,58 €	74,12 €	-	3,46 €

Tabla 100: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 3.

Por lo que respecta al sector 3, se muestra en la Tabla 98, Tabla 99 y Tabla 100 que el número de vehículos necesarios para realizar esta recogida de residuos es de 13. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 7 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 77,58 € (38.964,30 CFA).

3.1.4. Total

Por último, se va a mostrar el precio total semanal para todos los sectores, entendiendo el precio total como la suma entre el coste de adquisición de los vehículos y el coste total operativo. De este modo, se obtiene tal y como se muestra en las Tabla 101 y Tabla 102, un coste operativo total de 196,86 € semanales (129.516,02 CFA) y un coste de adquisición de los vehículos de 15.808,00 € (10.400.000,00 CFA).

Por lo que se tiene en conclusión, un coste total semanal para la recogida de residuos mixtos, con una frecuencia de una vez a la semana, de 10.529.516,02 CFA, que son 16.004,86 €.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (CFA)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (CFA)
2 semana S1	39.399,74 CFA	10	8.000.000,00 CFA
2 semana S2	39.078,14 CFA	10	8.000.000,00 CFA
2 semana S3	51.038,14 CFA	13	10.400.000,00 CFA
Máximo	-	13	10.400.000,00 CFA
Suma	129.516,02 CFA	-	-
Total	10.529.516,02 CFA		

Tabla 101: Coste total semanal (en CFA) para una frecuencia de dos veces a la semana, residuos mixtos.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (€)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (€)
1 semana S1	59,89 €	10	12.160,00 €
1 semana S2	59,40 €	10	12.160,00 €
1 semana S3	77,58 €	13	15.808,00 €
Máximo	-	13	15.808,00 €
Suma	196,86 €	-	-
Total	16.004,86 €		

Tabla 102: Coste total semanal (en €) para una frecuencia de dos veces a la semana, residuos mixtos.

3.2. Residuos plásticos

3.2.1. Sector 1

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para el sector 1:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	14,713	7,974	7,083	33,417	10	1
Ruta2	17,488	7,898	6,917	38,856	10	1
Ruta3	17,741	7,985	7,000	39,116	10	1
Ruta4	12,157	6,396	5,833	23,757	0	0
Ruta5	7,731	6,268	5,833	16,054	0	0
Ruta6	6,587	6,412	6,000	14,712	0	0
Ruta7	4,175	5,983	5,667	8,978	0	0

Tabla 103: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de dos veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	57	4.173,54 CFA	3.985,21 CFA	- CFA	188,33 CFA
Ruta2	63	4.171,08 CFA	3.947,22 CFA	- CFA	223,85 CFA
Ruta3	54	4.218,11 CFA	3.991,04 CFA	- CFA	227,08 CFA
Ruta4	38	3.352,30 CFA	3.196,70 CFA	- CFA	155,61 CFA
Ruta5	29	3.231,49 CFA	3.132,53 CFA	- CFA	98,96 CFA
Ruta6	26	3.288,96 CFA	3.204,65 CFA	- CFA	84,31 CFA
Ruta7	15	3.043,73 CFA	2.990,28 CFA	- CFA	53,44 CFA
TOTAL	282	25.479,21 CFA	24.447,63 CFA	- CFA	1.031,59 CFA

Tabla 104: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	57	6,34 €	6,06 €	-	0,29 €
Ruta2	63	6,34 €	6,00 €	-	0,34 €
Ruta3	54	6,41 €	6,07 €	-	0,35 €
Ruta4	38	5,10 €	4,86 €	-	0,24 €
Ruta5	29	4,91 €	4,76 €	-	0,15 €
Ruta6	26	5,00 €	4,87 €	-	0,13 €
Ruta7	15	4,63 €	4,55 €	-	0,08 €
TOTAL	282	38,73 €	37,16 €	-	1,57 €

Tabla 105: Coste económico (en €) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 1.

Para el sector 1, se puede observar en la Tabla 103, Tabla 104 y Tabla 105, que el número de vehículos necesarios para realizar esta recolección de residuos es de 7. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 5 horas sin contar descansos. Por lo que respecta al coste, éste tendría un coste total para el conjunto de todos sus vehículos de 38,73 € (25.479,21 CFA).

3.2.2. Sector 2

Para el sector 2, en la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de dos veces a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	38,099	6,741	4,167	74,451	70	7
Ruta2	27,837	7,929	5,833	55,750	60	6
Ruta3	27,599	7,985	5,917	54,109	60	6
Ruta4	32,831	7,962	5,750	62,742	60	6
Ruta5	21,060	7,953	6,250	42,193	50	5
Ruta6	32,420	7,893	5,500	63,597	70	7
Ruta7	30,483	7,905	5,583	59,277	70	7
Ruta8	26,585	7,782	5,917	51,908	50	5

Tabla 106: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de dos veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	23	3.856,74 CFA	3.369,07 CFA	- CFA	487,67 CFA
Ruta2	41	4.319,31 CFA	3.963,00 CFA	- CFA	356,31 CFA
Ruta3	37	4.344,25 CFA	3.990,98 CFA	- CFA	353,27 CFA
Ruta4	29	4.399,83 CFA	3.979,59 CFA	- CFA	420,24 CFA
Ruta5	23	4.244,58 CFA	3.975,01 CFA	- CFA	269,57 CFA
Ruta6	22	4.360,05 CFA	3.945,07 CFA	- CFA	414,98 CFA
Ruta7	16	4.340,91 CFA	3.950,73 CFA	- CFA	390,18 CFA
Ruta8	22	4.229,63 CFA	3.889,34 CFA	- CFA	340,29 CFA
TOTAL	213	34.095,30 CFA	31.062,80 CFA	- CFA	3.032,50 CFA

Tabla 107: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	23	5,86 €	5,12 €	-	0,74 €
Ruta2	41	6,57 €	6,02 €	-	0,54 €
Ruta3	37	6,60 €	6,07 €	-	0,54 €
Ruta4	29	6,69 €	6,05 €	-	0,64 €
Ruta5	23	6,45 €	6,04 €		0,41 €
Ruta6	22	6,63 €	6,00 €		0,63 €
Ruta7	16	6,60 €	6,01 €		0,59 €
Ruta8	22	6,43 €	5,91 €		0,52 €
TOTAL	213	51,82 €	47,22 €	-	4,61 €

Tabla 108: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 2.

En cuanto al sector 2, se puede reparar en la Tabla 106, Tabla 107 y Tabla 108 que el número de vehículos necesarios para llevar a cabo esta recogida de residuos es de 8. Por otro lado, todos los vehículos excepto uno (que efectúa casi 7 horas), realizan una jornada laboral de casi 8 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 51,82 € (34.095,30 CFA).

3.2.3. Sector 3

Por lo que respecta al sector 3, en la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de dos veces a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	16,392	6,632	5,917	32,899	0	0
Ruta2	22,459	6,709	5,750	47,552	0	0
Ruta3	16,204	7,990	7,167	29,390	10	1
Ruta4	14,944	7,719	6,917	28,166	10	1
Ruta5	8,996	6,135	5,667	18,111	0	0
Ruta6	13,020	7,595	6,850	24,707	10	1
Ruta7	6,871	6,132	5,750	12,890	0	0
Ruta8	13,089	7,361	6,617	24,685	10	1
Ruta9	13,017	6,719	6,000	23,145	10	1

Tabla 109: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de dos veces a la semana para el sector 3.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	59	3.524,32 CFA	3.314,50 CFA	- CFA	209,82 CFA
Ruta2	62	3.640,74 CFA	3.353,26 CFA	- CFA	287,48 CFA
Ruta3	36	4.200,72 CFA	3.993,31 CFA	- CFA	207,41 CFA
Ruta4	34	4.049,47 CFA	3.858,18 CFA	- CFA	191,29 CFA
Ruta5	30	3.181,52 CFA	3.066,36 CFA	- CFA	115,16 CFA
Ruta6	33	3.962,69 CFA	3.796,04 CFA	- CFA	166,65 CFA
Ruta7	21	3.152,47 CFA	3.064,53 CFA	- CFA	87,95 CFA
Ruta8	21	3.846,77 CFA	3.679,24 CFA	- CFA	167,54 CFA
Ruta9	22	3.524,81 CFA	3.358,19 CFA	- CFA	166,62 CFA
TOTAL	318	33.083,52 CFA	31.483,61 CFA	- CFA	1.599,91 CFA

Tabla 110: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 3.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	59	5,36 €	5,04 €	-	0,32 €
Ruta2	62	5,53 €	5,10 €	-	0,44 €
Ruta3	36	6,39 €	6,07 €	-	0,32 €
Ruta4	34	6,16 €	5,86 €	-	0,29 €
Ruta5	30	4,84 €	4,66 €	-	0,18 €
Ruta6	33	6,02 €	5,77 €	-	0,25 €
Ruta7	21	4,79 €	4,66 €	-	0,13 €
Ruta8	21	5,85 €	5,59 €	-	0,25 €
Ruta9	22	5,36 €	5,10 €	-	0,25 €
TOTAL	318	50,29 €	47,86 €	-	2,43 €

Tabla 111: Coste económico (en €) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 3.

Por lo que respecta al sector 3, se muestra en la Tabla 109, Tabla 110 y Tabla 111 que el número de vehículos necesarios para realizar esta recogida de residuos es de 9. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 6 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 50,29 € (33.083,52 CFA).

3.2.4. Total

Por último, se va a mostrar el precio total semanal para todos los sectores, entendiendo el precio total como la suma entre el coste de adquisición de los vehículos y el coste total operativo. De este modo, se obtiene tal y como se muestra en las Tabla 112 y Tabla 113, un coste operativo total de 140,84 € semanales (92.658,03 CFA) y un coste de adquisición de los vehículos de 10.944,00 € (7.200.000,00 CFA).

Por lo que se tiene en conclusión, un coste total semanal para la recogida de residuos mixtos, con una frecuencia de una vez a la semana, de 10.529.516,02 CFA, que son 16.004,86 €.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (CFA)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (CFA)
2 semana S1	25.479,21 CFA	7	5.600.000,00 CFA
2 semana S2	34.095,30 CFA	8	6.400.000,00 CFA
2 semana S3	33.083,52 CFA	9	7.200.000,00 CFA
Máximo	-	9	7.200.000,00 CFA
Suma	92.658,03 CFA	-	-
Total	7.292.658,03 CFA		

Tabla 112: Coste total semanal (en CFA) para una frecuencia de dos veces a la semana, residuos plásticos.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (€)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (€)
1 semana S1	38,73 €	7	8.512,00 €
1 semana S2	51,82 €	8	9.728,00 €
1 semana S3	50,29 €	9	10.944,00 €
Máximo	-	9	10.944,00 €
Suma	140,84 €	-	-
Total	11.084,84 €		

Tabla 113: Coste total semanal (en €) para una frecuencia de dos veces a la semana, residuos plásticos.

3.3. Residuos orgánicos

3.3.1. Sector 1

Para el sector 1, en la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de dos veces a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	13,893	7,656	6,650	30,385	20	2
Ruta2	19,316	7,716	6,550	39,968	20	2
Ruta3	19,758	7,704	6,500	42,264	20	2
Ruta4	19,405	7,628	6,417	42,689	20	2
Ruta5	18,707	7,737	6,583	39,234	20	2
Ruta6	15,437	7,844	6,833	30,627	20	2
Ruta7	13,863	5,811	5,000	28,657	10	1

Tabla 114: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de dos veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	37	4.004,51 CFA	3.826,68 CFA	- CFA	177,84 CFA
Ruta2	51	4.103,77 CFA	3.856,53 CFA	- CFA	247,24 CFA
Ruta3	46	4.103,57 CFA	3.850,66 CFA	- CFA	252,91 CFA
Ruta4	46	4.060,93 CFA	3.812,55 CFA	- CFA	248,38 CFA
Ruta5	47	4.106,52 CFA	3.867,07 CFA	- CFA	239,45 CFA
Ruta6	32	4.117,92 CFA	3.920,32 CFA	- CFA	197,60 CFA
Ruta7	23	3.081,77 CFA	2.904,32 CFA	- CFA	177,45 CFA
TOTAL	282	27.578,99 CFA	26.038,13 CFA	- CFA	1.540,86 CFA

Tabla 115: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	37	6,09 €	5,82 €	-	0,27 €
Ruta2	51	6,24 €	5,86 €	-	0,38 €
Ruta3	46	6,24 €	5,85 €	-	0,38 €
Ruta4	46	6,17 €	5,80 €	-	0,38 €
Ruta5	47	6,24 €	5,88 €	-	0,36 €
Ruta6	32	6,26 €	5,96 €	-	0,30 €
Ruta7	23	4,68 €	4,41 €	-	0,27 €
TOTAL	282	41,92 €	39,58 €	-	2,34 €

Tabla 116: Coste económico (en €) de la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 1.

Para el sector 1, se puede observar en la Tabla 114, Tabla 115 y Tabla 116, que el número de vehículos necesarios para realizar esta recolección de residuos es de 7. Por otro lado, 6 de los 7 vehículos realizan una jornada laboral de casi 8 horas y, el que vehículo que menos casi 6 horas, todo ello sin tener en cuenta descansos. Por lo que respecta al coste, éste tendría un coste total para el conjunto de todos sus vehículos de 41,92 € (27.578,99 CFA).

3.3.2. Sector 2

Con respecto al sector 2, en la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de dos veces a la semana, se obtienen los resultados mostrados a continuación:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	13,22	7,433	6,5	25,976	20	2
Ruta2	14,079	6,674	5,717	27,419	20	2
Ruta3	16,08	7,688	6,65	32,294	20	2
Ruta4	14,899	7,486	6,467	31,167	20	2
Ruta5	15,704	7,766	6,75	30,942	20	2
Ruta6	12,042	7,7	6,8	24,016	20	2
Ruta7	15,413	7,909	6,9	30,542	20	2

Tabla 117: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de dos veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	16	3.884,20 CFA	3.714,98 CFA	-	169,22 CFA
Ruta2	41	3.515,70 CFA	3.335,49 CFA	-	180,21 CFA
Ruta3	40	4.048,41 CFA	3.842,58 CFA	-	205,83 CFA
Ruta4	38	3.932,27 CFA	3.741,56 CFA	-	190,70 CFA
Ruta5	31	4.082,31 CFA	3.881,30 CFA	-	201,01 CFA
Ruta6	20	4.002,73 CFA	3.848,59 CFA	-	154,14 CFA
Ruta7	27	4.150,22 CFA	3.952,93 CFA	-	197,29 CFA
TOTAL	213	27.615,84 CFA	26.317,43 CFA	-	1.298,40 CFA

Tabla 118: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	16	5,90 €	5,65 €	-	0,26 €
Ruta2	41	5,34 €	5,07 €	-	0,27 €
Ruta3	40	6,15 €	5,84 €	-	0,31 €
Ruta4	38	5,98 €	5,69 €	-	0,29 €
Ruta5	31	6,21 €	5,90 €	-	0,31 €
Ruta6	20	6,08 €	5,85 €	-	0,23 €
Ruta7	27	6,31 €	6,01 €	-	0,30 €
TOTAL	213	41,98 €	40,00 €	-	1,97 €

Tabla 119: Coste económico (en €) de la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 2.

En cuanto al sector 2, se puede reparar en la Tabla 117, Tabla 118 y Tabla 119 que el número de vehículos necesarios para llevar a cabo esta recogida de residuos es de 7. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 8 horas y de menos de 9 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 41,98€ (27.615,84 CFA).

3.3.3. Sector 3

Por lo que respecta al sector 3, en la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de dos veces a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	23,159	7,962	6,733	43,693	20	2
Ruta2	20,484	7,584	6,433	39,017	20	2
Ruta3	23,363	7,934	6,650	47,016	20	2
Ruta4	20,725	7,952	6,833	37,124	20	2
Ruta5	28,150	7,785	6,417	52,088	20	2
Ruta6	16,543	7,600	6,550	32,981	20	2
Ruta7	18,248	7,986	6,950	32,176	20	2
Ruta8	13,424	5,326	4,583	24,548	10	1
Ruta9	18,499	7,129	6,067	33,740	20	2

Tabla 120: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de dos veces a la semana para el sector 3.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	45	4.275,62 CFA	3.979,19 CFA	- CFA	296,43 CFA
Ruta2	40	4.052,49 CFA	3.790,29 CFA	- CFA	262,20 CFA
Ruta3	47	4.264,25 CFA	3.965,21 CFA	- CFA	299,04 CFA
Ruta4	40	4.239,73 CFA	3.974,45 CFA	- CFA	265,28 CFA
Ruta5	39	4.251,17 CFA	3.890,85 CFA	- CFA	360,32 CFA
Ruta6	32	4.010,08 CFA	3.798,33 CFA	- CFA	211,75 CFA
Ruta7	27	4.225,10 CFA	3.991,53 CFA	- CFA	233,57 CFA
Ruta8	23	2.833,65 CFA	2.661,83 CFA	- CFA	171,82 CFA
Ruta9	25	3.799,87 CFA	3.563,08 CFA	- CFA	236,79 CFA
TOTAL	318	35.951,96 CFA	33.614,75 CFA	- CFA	2.337,22 CFA

Tabla 121: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 3.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	45	6,50 €	6,05 €	-	0,45 €
Ruta2	40	6,16 €	5,76 €	-	0,40 €
Ruta3	47	6,48 €	6,03 €	-	0,45 €
Ruta4	40	6,44 €	6,04 €	-	0,40 €
Ruta5	39	6,46 €	5,91 €	-	0,55 €
Ruta6	32	6,10 €	5,77 €	-	0,32 €
Ruta7	27	6,42 €	6,07 €	-	0,36 €
Ruta8	23	4,31 €	4,05 €	-	0,26 €
Ruta9	25	5,78 €	5,42 €	-	0,36 €
TOTAL	318	54,65 €	51,09 €	-	3,55 €

Tabla 122: Coste económico (en €) de la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de recogida de dos veces a la semana para el sector 3.

Por lo que respecta al sector 3, se muestra en la Tabla 120, Tabla 121 y Tabla 122 que el número de vehículos necesarios para realizar esta recogida de residuos es de 9. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de casi 8 horas y, excepto uno que realiza más de 5 horas, siempre sin contar descansos. En cuanto al coste económico total, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 54,65 € (35.951,96 CFA).

3.3.4. Total

Por último, se va a mostrar el precio total semanal para todos los sectores, entendiendo el precio total como la suma entre el coste de adquisición de los vehículos y el coste total operativo. De este modo, se obtiene tal y como se muestra en la Tabla 123 y Tabla 124, un coste operativo total de 138,54 € semanales (91.146,78 CFA) y un coste de adquisición de los vehículos de 10.944,00 € (7.200.000,00 CFA).

Por lo que se tiene en conclusión, un coste total semanal para la recogida de residuos mixtos, con una frecuencia de una vez a la semana, de 7.291.146,78 CFA, que son 11.082,54 €.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (CFA)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (CFA)
2 semana S1	27.578,99 CFA	7	5.600.000,00 CFA
2 semana S2	27.615,83 CFA	7	5.600.000,00 CFA
2 semana S3	35.951,96 CFA	9	7.200.000,00 CFA
Máximo	-	9	7.200.000,00 CFA
Suma	91.146,78 CFA	-	-
Total	7.291.146,78 CFA		

Tabla 123: Coste total semanal (en CFA) para una frecuencia de dos veces a la semana, residuos orgánicos.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (€)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (€)
1 semana S1	41,92 €	7	8.512,00 €
1 semana S2	41,98 €	7	8.512,00 €
1 semana S3	54,65 €	9	10.944,00 €
Máximo	-	9	10.944,00 €
Suma	138,54 €	-	-
Total	11.082,54 €		

Tabla 124: Coste total semanal (en €) para una frecuencia de dos veces a la semana, residuos orgánicos.

4. Frecuencia de tres veces a la semana

Si se ofrece un servicio de recogida de basuras de tres veces a la semana, la ciudad se va a segmentar en dos sectores. En el sector 1 se recogen los lunes, los miércoles y los viernes, mientras que en el sector 2 se recogen los martes, jueves y sábados.

Sector 1 de atención: Lunes – Miércoles – Viernes

Sector 2 de Atención: Martes – Jueves – Sábados

De esta forma, los días de acumulación normal son de 2 días, mientras que los días de acumulación máxima son de 3 días, tal y como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 3: División por sectores con una frecuencia de tres veces a la semana. Fuente: (Manual de Recolección y Transporte de los Residuos Sólidos)

Para la división de los sectores se tendrá en cuenta la proximidad entre estos y el total de patios a recoger. De este modo, el sector 1 lo forman los barrios de Bukasua, Gha-Maró, Gourú y Totorú, y el sector 2 los barrios de Kpawlou, Danri y Maró.

Resaltar que las rutas que siguen cada uno de los vehículos, se muestran en el anexo IV de este proyecto.

Así pues, para los cálculos de generación de residuos y de volumen necesario del contenedor, se tendrá en cuenta los días de acumulación máximo: 3 días.

4.1. Residuos mixtos

4.1.1. Sector 1

Para el sector 1, en la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de tres veces a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	20,590	7,819	6,800	41,143	10	1
Ruta2	19,792	7,999	6,983	40,951	10	1
Ruta3	19,058	7,932	6,917	40,946	10	1
Ruta4	15,403	7,977	7,100	32,644	10	1
Ruta5	15,194	7,643	6,800	30,608	10	1
Ruta6	15,825	7,997	7,167	29,794	10	1
Ruta7	13,108	7,975	7,200	26,517	10	1
Ruta8	17,922	7,628	6,733	33,666	10	1
Ruta9	11,548	7,772	7,050	23,322	10	1
Ruta10	11,868	7,602	6,883	23,131	10	1
Ruta11	11,244	7,487	6,767	23,225	10	1
Ruta12	12,070	7,060	6,367	21,579	10	1
Ruta13	12,917	7,672	6,933	24,291	10	1
Ruta14	10,103	6,925	6,267	19,510	10	1
Ruta15	12,972	7,924	7,150	26,429	10	1

Tabla 125: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de tres veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	54	4.171,51 CFA	3.907,96 CFA	- CFA	263,55 CFA
Ruta2	47	4.251,32 CFA	3.997,99 CFA	- CFA	253,33 CFA
Ruta3	45	4.208,57 CFA	3.964,63 CFA	- CFA	243,94 CFA
Ruta4	48	4.184,27 CFA	3.987,11 CFA	- CFA	197,16 CFA
Ruta5	38	4.014,68 CFA	3.820,21 CFA	- CFA	194,48 CFA
Ruta6	35	4.199,24 CFA	3.996,69 CFA	- CFA	202,56 CFA
Ruta7	31	4.153,83 CFA	3.986,04 CFA	- CFA	167,79 CFA
Ruta8	34	4.041,76 CFA	3.812,36 CFA	- CFA	229,40 CFA
Ruta9	28	4.032,28 CFA	3.884,46 CFA	- CFA	147,81 CFA
Ruta10	23	3.951,49 CFA	3.799,57 CFA	- CFA	151,92 CFA
Ruta11	23	3.885,97 CFA	3.742,05 CFA	- CFA	143,92 CFA
Ruta12	16	3.682,91 CFA	3.528,41 CFA	- CFA	154,49 CFA
Ruta13	19	3.999,57 CFA	3.834,22 CFA	- CFA	165,34 CFA
Ruta14	14	3.590,52 CFA	3.461,20 CFA	- CFA	129,32 CFA
Ruta15	23	4.126,37 CFA	3.960,33 CFA	- CFA	166,04 CFA
TOTAL	478	60.494,27 CFA	57.683,22 CFA	- CFA	2.811,05 CFA

Tabla 126: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	54	6,34 €	5,94 €	-	0,40 €
Ruta2	47	6,46 €	6,08 €	-	0,39 €
Ruta3	45	6,40 €	6,03 €	-	0,37 €
Ruta4	48	6,36 €	6,06 €	-	0,30 €
Ruta5	38	6,10 €	5,81 €	-	0,30 €
Ruta6	35	6,38 €	6,07 €	-	0,31 €
Ruta7	31	6,31 €	6,06 €	-	0,26 €
Ruta8	34	6,14 €	5,79 €	-	0,35 €
Ruta9	28	6,13 €	5,90 €	-	0,22 €
Ruta10	23	6,01 €	5,78 €	-	0,23 €
Ruta11	23	5,91 €	5,69 €	-	0,22 €
Ruta12	16	5,60 €	5,36 €	-	0,23 €
Ruta13	19	6,08 €	5,83 €	-	0,25 €
Ruta14	14	5,46 €	5,26 €	-	0,20 €
Ruta15	23	6,27 €	6,02 €	-	0,25 €
TOTAL	478	91,95 €	87,68 €	-	4,27 €

Tabla 127: Coste económico (en €) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 1.

Para el sector 1, se puede observar en la Tabla 125, Tabla 126 y Tabla 127, que el número de vehículos necesarios para realizar esta recolección de residuos es de 15. Por otro lado, todos los vehículos excepto uno, realizan una jornada laboral de casi horas, el otro realiza una jornada de caso 7 horas, siempre todo ello sin contar descansos. Por lo que respecta al coste, éste tendría un coste total para el conjunto de todos sus vehículos de 91,95 € (57.683,22 CFA).

4.1.2. Sector 2

Con respecto al sector 2, en la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de tres veces a la semana, se obtienen los resultados mostrados a continuación:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	17,153	7,914	6,983	35,849	10	1
Ruta2	14,324	7,866	7,000	31,933	10	1
Ruta3	11,132	7,801	7,083	23,036	10	1
Ruta4	11,080	7,966	7,250	22,981	10	1
Ruta5	12,561	7,757	7,000	25,429	10	1
Ruta6	11,093	7,991	7,300	21,481	10	1
Ruta7	11,349	7,920	7,233	21,214	10	1
Ruta8	5,024	5,611	5,283	9,635	0	0
Ruta9	6,663	7,897	7,317	14,830	10	1
Ruta10	4,871	6,276	5,950	9,537	0	0
Ruta11	7,851	7,098	6,483	16,902	10	1
Ruta12	9,078	7,919	7,283	18,128	10	1

Tabla 128: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de tres veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	49	4.175,05 CFA	3.955,49 CFA	- CFA	219,56 CFA
Ruta2	45	4.114,56 CFA	3.931,20 CFA	- CFA	183,35 CFA
Ruta3	35	4.041,24 CFA	3.898,74 CFA	- CFA	142,50 CFA
Ruta4	36	4.123,40 CFA	3.981,58 CFA	- CFA	141,82 CFA
Ruta5	34	4.037,80 CFA	3.877,02 CFA	- CFA	160,78 CFA
Ruta6	27	4.136,07 CFA	3.994,08 CFA	- CFA	141,99 CFA
Ruta7	25	4.103,80 CFA	3.958,53 CFA	- CFA	145,27 CFA
Ruta8	15	2.868,48 CFA	2.804,17 CFA	- CFA	64,31 CFA
Ruta9	19	4.032,29 CFA	3.947,00 CFA	- CFA	85,29 CFA
Ruta10	15	3.198,90 CFA	3.136,55 CFA	- CFA	62,35 CFA
Ruta11	18	3.648,25 CFA	3.547,76 CFA	- CFA	100,49 CFA
Ruta12	17	4.074,02 CFA	3.957,82 CFA	- CFA	116,20 CFA
TOTAL	335	34.223,02 CFA	33.204,52 CFA	- CFA	1.018,50 CFA

Tabla 129: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	49	6,35 €	6,01 €	-	0,33 €
Ruta2	45	6,25 €	5,98 €	-	0,28 €
Ruta3	35	6,14 €	5,93 €	-	0,22 €
Ruta4	36	6,27 €	6,05 €	-	0,22 €
Ruta5	34	6,14 €	5,89 €	-	0,24 €
Ruta6	27	6,29 €	6,07 €	-	0,22 €
Ruta7	25	6,24 €	6,02 €	-	0,22 €
Ruta8	15	4,36 €	4,26 €	-	0,10 €
Ruta9	19	6,13 €	6,00 €	-	0,13 €
Ruta10	15	4,86 €	4,77 €	-	0,09 €
Ruta11	18	5,55 €	5,39 €	-	0,15 €
Ruta12	17	6,19 €	6,02 €	-	0,18 €
TOTAL	335	70,76 €	68,38 €	-	2,38 €

Tabla 130: Coste económico (en €) de la recogida de residuos mixtos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 2.

En cuanto al sector 2, se puede reparar en la Tabla 128, Tabla 129 y Tabla 130 que el número de vehículos necesarios para llevar a cabo esta recogida de residuos es de 12. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de casi 8 horas, excepto dos que realizan más de 5 y 6 horas, todo ello sin tener en cuenta descansos. En cuanto al coste económico total, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 70,76 € (34.223,02 CFA).

4.1.3. Total

Por último, se va a mostrar el precio total semanal para todos los sectores, entendiendo el precio total como la suma entre el coste de adquisición de los vehículos y el coste total operativo. De este modo, se obtiene tal y como se muestra en las Tabla 131 y Tabla 132, un coste operativo total de 162,71 € semanales (107.048,15 CFA) y un coste de adquisición de los vehículos de 18.240,00 € (12.000.000,00 CFA).

Por lo que se tiene en conclusión, un coste total semanal para la recogida de residuos mixtos, con una frecuencia de una vez a la semana, de 12.107.048,15 CFA, que son 18.402,71 €.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (CFA)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (CFA)
1 semana S1	60.494,29 CFA	15	12.000.000,00 CFA
1 semana S2	46.553,86 CFA	12	9.600.000,00 CFA
Máximo	-	15	12.000.000,00 CFA
Suma	107.048,15 CFA	-	-
Total	12.107.048,15 CFA		

Tabla 131: Coste total semanal (en CFA) para una frecuencia de tres veces a la semana, residuos mixtos.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (€)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (€)
1 semana S1	91,95 €	15	18.240,00 €
1 semana S2	70,76 €	12	14.592,00 €
Máximo	-	15	18.240,00 €
Suma	162,71 €	-	-
Total	18.402,71 €		

Tabla 132: Coste total semanal (en €) para una frecuencia de tres veces a la semana, residuos mixtos.

4.2. Residuos plásticos

4.2.1. Sector 1

Para el sector 1, en la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de tres veces a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	19,377	7,751	6,917	40,051	0	0
Ruta2	19,819	7,982	7,083	43,947	0	0
Ruta3	21,162	7,970	7,083	43,170	0	0
Ruta4	12,814	7,707	7,083	27,428	0	0
Ruta5	11,640	7,961	7,417	22,657	0	0
Ruta6	12,094	7,986	7,417	24,161	0	0
Ruta7	9,454	7,808	7,333	18,480	0	0
Ruta8	9,425	7,993	7,533	17,554	0	0
Ruta9	8,587	7,957	7,500	17,416	0	0
Ruta10	8,544	7,801	7,350	17,060	0	0
Ruta11	6,216	7,942	7,583	11,526	0	0
Ruta12	3,315	1,704	1,417	7,235	0	0

Tabla 133: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de tres veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	71	4.121,90 CFA	3.873,87 CFA	- CFA	248,03 CFA
Ruta2	72	4.243,31 CFA	3.989,63 CFA	- CFA	253,68 CFA
Ruta3	63	4.254,03 CFA	3.983,16 CFA	- CFA	270,87 CFA
Ruta4	52	4.016,05 CFA	3.852,03 CFA	- CFA	164,02 CFA
Ruta5	44	4.127,87 CFA	3.978,88 CFA	- CFA	148,99 CFA
Ruta6	39	4.146,21 CFA	3.991,41 CFA	- CFA	154,80 CFA
Ruta7	36	4.023,45 CFA	3.902,44 CFA	- CFA	121,02 CFA
Ruta8	31	4.115,32 CFA	3.994,69 CFA	- CFA	120,64 CFA
Ruta9	30	4.086,79 CFA	3.976,87 CFA	- CFA	109,92 CFA
Ruta10	21	4.008,30 CFA	3.898,94 CFA	- CFA	109,36 CFA
Ruta11	17	4.049,03 CFA	3.969,46 CFA	- CFA	79,57 CFA
Ruta12	2	894,05 CFA	851,62 CFA	- CFA	42,43 CFA
TOTAL	478	33.467,07 CFA	32.416,34 CFA	- CFA	1.050,74 CFA

Tabla 134: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	71	6,27 €	5,89 €	-	0,38 €
Ruta2	72	6,45 €	6,06 €	-	0,39 €
Ruta3	63	6,47 €	6,05 €	-	0,41 €
Ruta4	52	6,10 €	5,86 €	-	0,25 €
Ruta5	44	6,27 €	6,05 €	-	0,23 €
Ruta6	39	6,30 €	6,07 €	-	0,24 €
Ruta7	36	6,12 €	5,93 €	-	0,18 €
Ruta8	31	6,26 €	6,07 €	-	0,18 €
Ruta9	30	6,21 €	6,04 €	-	0,17 €
Ruta10	21	6,09 €	5,93 €	-	0,17 €
Ruta11	17	6,15 €	6,03 €	-	0,12 €
Ruta12	2	1,36 €	1,29 €	-	0,06 €
TOTAL	478	70,05 €	67,28 €	-	2,77 €

Tabla 135: Coste económico (en €) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 1.

Para el sector 1, se puede observar en la Tabla 133, Tabla 134 y Tabla 135, que el número de vehículos necesarios para realizar esta recolección de residuos es de 12. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 7 horas, excepto un vehículo que no llega a realizar 2 horas, siempre sin contar descansos. Por lo que respecta al coste, éste tendría un coste total para el conjunto de todos sus vehículos de 70,05 € (33.467,07 CFA).

4.2.2. Sector 2

Con respecto al sector 2, en la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de tres veces a la semana, se obtienen los resultados mostrados a continuación:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	17,670	7,970	7,167	38,230	0	0
Ruta2	14,862	6,964	6,250	32,820	0	0
Ruta3	13,329	7,964	7,333	27,831	0	0
Ruta4	6,060	7,377	7,000	12,602	0	0
Ruta5	10,585	7,934	7,417	21,014	0	0
Ruta6	7,263	7,985	7,583	14,113	0	0
Ruta7	5,404	6,681	6,333	10,848	0	0
Ruta8	6,145	7,852	7,500	11,116	0	0
Ruta9	6,942	7,987	7,583	14,233	0	0

Tabla 136: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de tres veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	75	4.209,83 CFA	3.983,66 CFA	-	226,17 CFA
Ruta2	54	3.670,68 CFA	3.480,44 CFA	-	190,23 CFA
Ruta3	49	4.150,94 CFA	3.980,33 CFA	-	170,61 CFA
Ruta4	27	3.764,45 CFA	3.686,88 CFA	-	77,57 CFA
Ruta5	37	4.100,69 CFA	3.965,20 CFA	-	135,49 CFA
Ruta6	31	4.083,98 CFA	3.991,01 CFA	-	92,97 CFA
Ruta7	25	3.408,24 CFA	3.339,06 CFA	-	69,18 CFA
Ruta8	20	4.003,05 CFA	3.924,40 CFA	-	78,65 CFA
Ruta9	17	4.080,86 CFA	3.992,01 CFA	-	88,86 CFA
TOTAL	335	35.472,72 CFA	34.342,99 CFA	-	1.129,73 CFA

Tabla 137: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	75	6,40 €	6,06 €	-	0,34 €
Ruta2	54	5,58 €	5,29 €	-	0,29 €
Ruta3	49	6,31 €	6,05 €	-	0,26 €
Ruta4	27	5,72 €	5,60 €	-	0,12 €
Ruta5	37	6,23 €	6,03 €	-	0,21 €
Ruta6	31	6,21 €	6,07 €	-	0,14 €
Ruta7	25	5,18 €	5,08 €	-	0,11 €
Ruta8	20	6,08 €	5,97 €	-	0,12 €
Ruta9	17	6,20 €	6,07 €	-	0,14 €
TOTAL	335	53,92 €	52,20 €	-	1,72 €

Tabla 138: Coste económico (en €) de la recogida de residuos plásticos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 2.

En cuanto al sector 2, se puede reparar en la Tabla 136, Tabla 137 y Tabla 138 que el número de vehículos necesarios para llevar a cabo esta recogida de residuos es de 9. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 7 horas, excepto dos que realizan una jornada de casi 7 horas, todo ello sin contar descansos. En cuanto al coste económico total, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 53,92 € (35.472,72 CFA).

4.2.3. Total

Por último, se va a mostrar el precio total semanal para todos los sectores, entendiendo el precio total como la suma entre el coste de adquisición de los vehículos y el coste total operativo. De este modo, se obtiene tal y como se muestra en las Tabla 139 y Tabla 140, un coste operativo total de 123,97 €semanales (81.559,03 CFA) y un coste de adquisición de los vehículos de 14.592,00 € (9.600.000,00 CFA).

Por lo que se tiene en conclusión, un coste total semanal para la recogida de residuos mixtos, con una frecuencia de una vez a la semana, de 9.681.559,03 CFA, que son 14.715,97 €.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (CFA)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (CFA)
3 semana S1	46.086,31 CFA	12	9.600.000,00 CFA
3 semana S2	35.472,72 CFA	9	7.200.000,00 CFA
Máximo	-	12	9.600.000,00 CFA
Suma	81.559,03 CFA	-	-
Total	9.681.559,03 CFA		

Tabla 139: Coste total semanal (en CFA) para una frecuencia de tres veces a la semana, residuos plásticos.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (€)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (€)
1 semana S1	70,05 €	12	14.592,00 €
1 semana S2	53,92 €	9	10.944,00 €
Máximo	-	12	14.592,00 €
Suma	123,97 €	-	-
Total	14.715,97 €		

Tabla 140: Coste total semanal (en €) para una frecuencia de tres veces a la semana, residuos plásticos.

4.3. Residuos orgánicos

4.3.1. Sector 1

Para el sector 1, en la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de tres veces a la semana, se obtienen los siguientes resultados:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	26,110	7,992	6,617	52,513	20	2
Ruta2	13,293	7,130	6,333	27,816	10	1
Ruta3	22,963	7,982	6,750	43,911	20	2
Ruta4	14,069	6,485	5,667	29,089	10	1
Ruta5	26,077	7,781	6,583	51,865	10	1
Ruta6	20,833	7,959	6,750	42,567	20	2
Ruta7	16,524	7,756	6,700	33,364	20	2
Ruta8	15,551	7,414	6,583	29,848	10	1
Ruta9	17,845	7,674	6,750	35,452	10	1
Ruta10	13,387	7,291	6,500	27,486	10	1
Ruta11	19,945	7,347	6,417	35,790	10	1
Ruta12	19,210	7,946	6,833	36,731	20	2
Ruta13	8,762	3,724	3,250	18,468	0	0

Tabla 141: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de tres veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	59	4.328,55 CFA	3.994,35 CFA	- CFA	334,20 CFA
Ruta2	36	3.733,86 CFA	3.563,71 CFA	- CFA	170,15 CFA
Ruta3	43	4.283,26 CFA	3.989,33 CFA	- CFA	293,93 CFA
Ruta4	33	3.421,19 CFA	3.241,11 CFA	- CFA	180,08 CFA
Ruta5	50	4.222,77 CFA	3.888,99 CFA	- CFA	333,79 CFA
Ruta6	45	4.244,79 CFA	3.978,14 CFA	- CFA	266,66 CFA
Ruta7	31	4.087,99 CFA	3.876,48 CFA	- CFA	211,51 CFA
Ruta8	40	3.904,64 CFA	3.705,59 CFA	- CFA	199,06 CFA
Ruta9	35	4.063,98 CFA	3.835,57 CFA	- CFA	228,41 CFA
Ruta10	26	3.815,60 CFA	3.644,26 CFA	- CFA	171,35 CFA
Ruta11	31	3.927,08 CFA	3.671,78 CFA	- CFA	255,30 CFA
Ruta12	31	4.217,06 CFA	3.971,17 CFA	- CFA	245,89 CFA
Ruta13	18	1.973,64 CFA	1.861,49 CFA	- CFA	112,15 CFA
TOTAL	478	50.224,43 CFA	47.221,95 CFA	- CFA	3.002,48 CFA

Tabla 142: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 1.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	59	6,58 €	6,07 €	-	0,51 €
Ruta2	36	5,68 €	5,42 €	-	0,26 €
Ruta3	43	6,51 €	6,06 €	-	0,45 €
Ruta4	33	5,20 €	4,93 €	-	0,27 €
Ruta5	50	6,42 €	5,91 €	-	0,51 €
Ruta6	45	6,45 €	6,05 €	-	0,41 €
Ruta7	31	6,21 €	5,89 €	-	0,32 €
Ruta8	40	5,94 €	5,63 €	-	0,30 €
Ruta9	35	6,18 €	5,83 €	-	0,35 €
Ruta10	26	5,80 €	5,54 €	-	0,26 €
Ruta11	31	5,97 €	5,58 €	-	0,39 €
Ruta12	31	6,41 €	6,04 €	-	0,37 €
Ruta13	18	3,00 €	2,83 €	-	0,17 €
TOTAL	478	76,34 €	71,78 €	-	4,56 €

Tabla 143: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 1.

Para el sector 1, se puede observar en la Tabla 141, Tabla 142 y Tabla 143, que el número de vehículos necesarios para realizar esta recolección de residuos es de 13. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 6 horas excepto un vehículo que realiza casi 4 horas, siempre sin contar descansos. Por lo que respecta al coste, éste tendría un coste total para el conjunto de todos sus vehículos de 76,34 € (50.224,43 CFA).

4.3.2. Sector 2

Con respecto al sector 2, en la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de tres veces a la semana, se obtienen los resultados mostrados a continuación:

Vehículos	Distancia de viaje total para la ruta (km)	Duración total de la ruta (h)	Tiempo de servicio total (h)	Tiempo de viaje total para la ruta (min)	Tiempo empleado en todas las visitas de renovación en la ruta (min)	Número de visitas al depósito
Ruta1	16,913	7,042	6,167	32,516	10	1
Ruta2	13,661	6,719	5,917	28,167	10	1
Ruta3	14,199	7,516	6,500	30,983	20	2
Ruta4	18,048	7,972	6,833	38,292	20	2
Ruta5	11,141	7,371	6,667	22,273	10	1
Ruta6	11,400	7,138	6,417	23,289	10	1
Ruta7	12,957	7,849	6,900	26,945	20	2
Ruta8	11,800	7,042	6,333	22,505	10	1
Ruta9	9,766	7,348	6,500	20,886	20	2
Ruta10	10,059	6,660	6,000	19,592	10	1

Tabla 144: Número de vehículos, tiempos y distancias de los itinerarios, y número de renovaciones para la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de tres veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (CFA)	Coste de horas de trabajo normales (CFA)	Coste de trabajo en horas extra (CFA)	Coste de distancia (CFA)
Ruta1	38	3.736,05 CFA	3.519,56 CFA	- CFA	216,49 CFA
Ruta2	38	3.533,24 CFA	3.358,38 CFA	- CFA	174,86 CFA
Ruta3	42	3.938,44 CFA	3.756,69 CFA	- CFA	181,75 CFA
Ruta4	46	4.215,19 CFA	3.984,17 CFA	- CFA	231,02 CFA
Ruta5	32	3.826,74 CFA	3.684,14 CFA	- CFA	142,61 CFA
Ruta6	32	3.713,57 CFA	3.567,65 CFA	- CFA	145,92 CFA
Ruta7	36	4.088,82 CFA	3.922,97 CFA	- CFA	165,85 CFA
Ruta8	25	3.670,51 CFA	3.519,46 CFA	- CFA	151,04 CFA
Ruta9	23	3.797,58 CFA	3.672,58 CFA	- CFA	125,00 CFA
Ruta10	23	3.457,35 CFA	3.328,61 CFA	- CFA	128,75 CFA
TOTAL	335	37.977,49 CFA	36.314,20 CFA	- CFA	1.663,29 CFA

Tabla 145: Coste económico (en CFA) de la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 2.

Vehículos	Número de paradas asignadas a la ruta	Coste operativo total de la ruta (€)	Coste de horas de trabajo normales (€)	Coste de trabajo en horas extra (€)	Coste de distancia (€)
Ruta1	38	5,68 €	5,35 €	-	0,33 €
Ruta2	38	5,37 €	5,10 €	-	0,27 €
Ruta3	42	5,99 €	5,71 €	-	0,28 €
Ruta4	46	6,41 €	6,06 €	-	0,35 €
Ruta5	32	5,82 €	5,60 €	-	0,22 €
Ruta6	32	5,64 €	5,42 €	-	0,22 €
Ruta7	36	6,22 €	5,96 €	-	0,25 €
Ruta8	25	5,58 €	5,35 €	-	0,23 €
Ruta9	23	5,77 €	5,58 €	-	0,19 €
Ruta10	23	5,26 €	5,06 €	-	0,20 €
TOTAL	335	57,73 €	55,20 €	-	2,53 €

Tabla 146: Coste económico (en €) de la recogida de residuos orgánicos con una frecuencia de recogida de tres veces a la semana para el sector 2.

Por lo que respecta al sector 2, se muestra en la Tabla 144, Tabla 145 y Tabla 146 que el número de vehículos necesarios para realizar esta recogida de residuos es de 24. Por otro lado, todos los vehículos realizan una jornada laboral de más de 5 horas y de menos de 9 horas sin contar descansos. En cuanto al coste económico total, éste tendría un coste para la flota de todos sus vehículos de 57,73 € (37.977,49 CFA).

4.3.3. Total

Por último, se va a mostrar el precio total semanal para todos los sectores, entendiendo el precio total como la suma entre el coste de adquisición de los vehículos y el coste total operativo. De este modo, se obtiene tal y como se muestra en las Tabla 147 y Tabla 148, un coste operativo total de 134,07 € semanales (88.201,90 CFA) y un coste de adquisición de los vehículos de 15.808,00 € (10.400.000,00 CFA).

Por lo que se tiene en conclusión, un coste total semanal para la recogida de residuos mixtos, con una frecuencia de una vez a la semana, de 10.488.201,90 CFA, que son 15.942,07 €.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (CFA)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (CFA)
1 semana S1	50.224,41 CFA	13	10.400.000,00 CFA
1 semana S2	37.977,49 CFA	10	8.000.000,00 CFA
Máximo	-	13	10.400.000,00 CFA
Suma	88.201,90 CFA	-	-
Total	10.488.201,90 CFA		

Tabla 147: Coste total semanal (en CFA) para una frecuencia de tres veces a la semana, residuos orgánicos.

Frecuencia de recogida	Coste operativo total (€)	Número de vehículos	Coste adquisición vehículos (€)
1 semana S1	76,34 €	13	15.808,00 €
1 semana S2	57,73 €	10	12.160,00 €
Máximo	-	13	15.808,00 €
Suma	134,07 €	-	-
Total	15.942,07 €		

Tabla 148: Coste total semanal (en CFA) para una frecuencia de tres veces a la semana, residuos orgánicos.

Anexo IV:

Rutas de los vehículos

En este anexo se van a presentar cada una de las rutas que van a realizar los diferentes vehículos en la recogida de residuos de la ciudad de Nikki de la solución finalmente escogida: 3 veces a la semana para los residuos mixtos, 3 veces a la semana para los plásticos y 3 veces a la semana para los orgánicos. Esta información se presentará mediante imágenes con el fin de que sea más visual y fácil de entender, ya que las calles de Nikki no tienen un nombre definido y, por falta de datos, se nombraron las calles mediante números. Además, las indicaciones por calles ocupan una gran cantidad de páginas (más de 500 páginas). Las rutas se indican en color azul claro.

1. Rutas de los vehículos utilizados para los residuos mixtos con una frecuencia de tres veces a la semana

1.1. Sector 1

A continuación, se muestran las rutas para los vehículos que realizan una recogida de residuos mixtos tres veces a la semana para el sector 1.

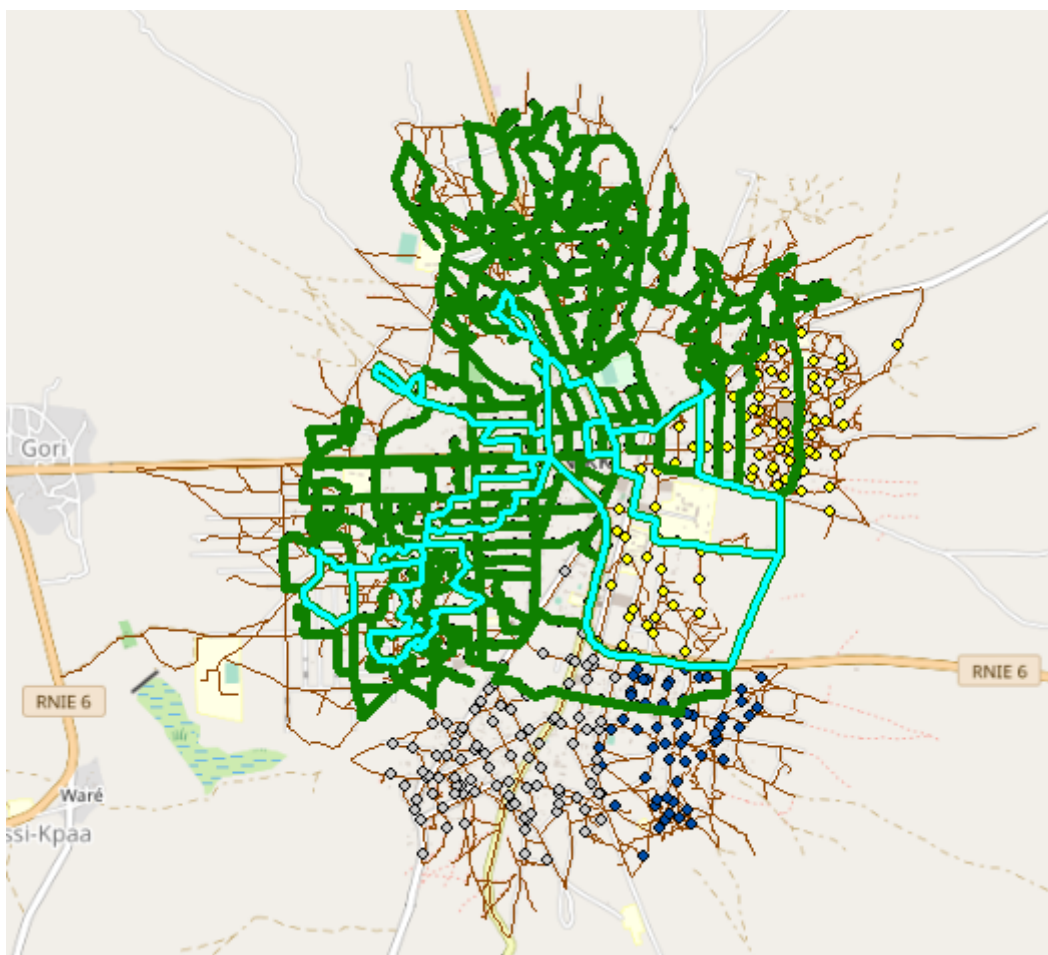


Imagen 70: Ruta 1

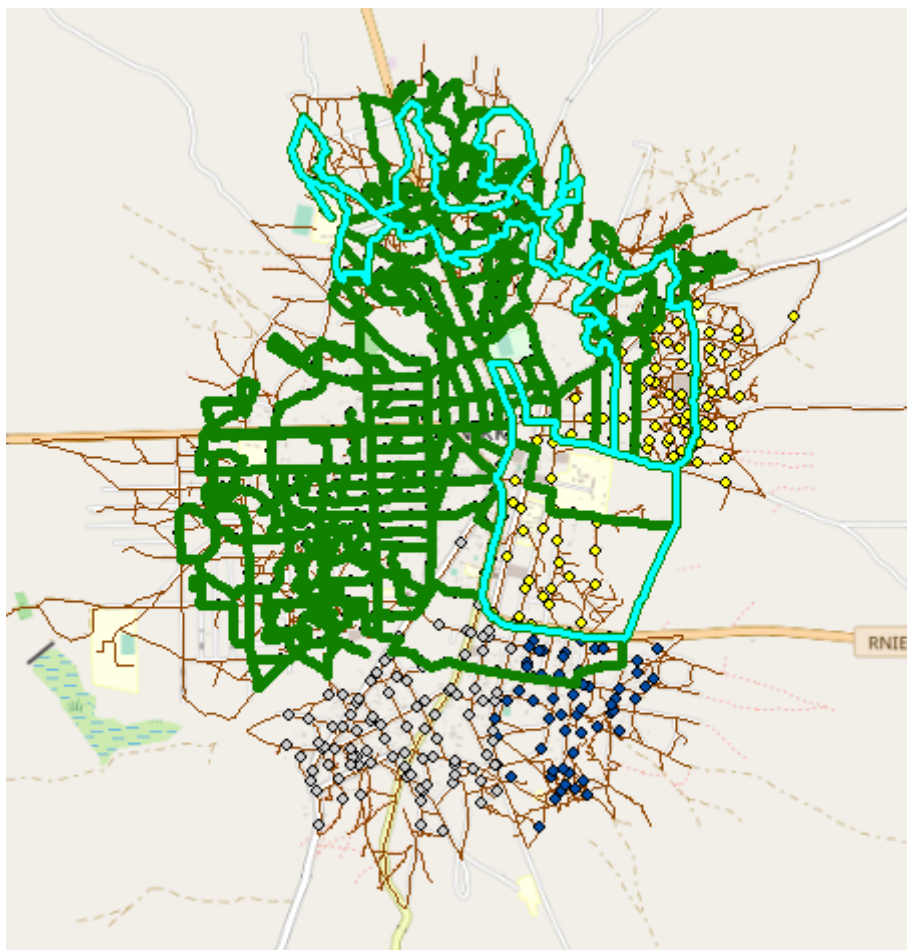


Imagen 71: Ruta 2

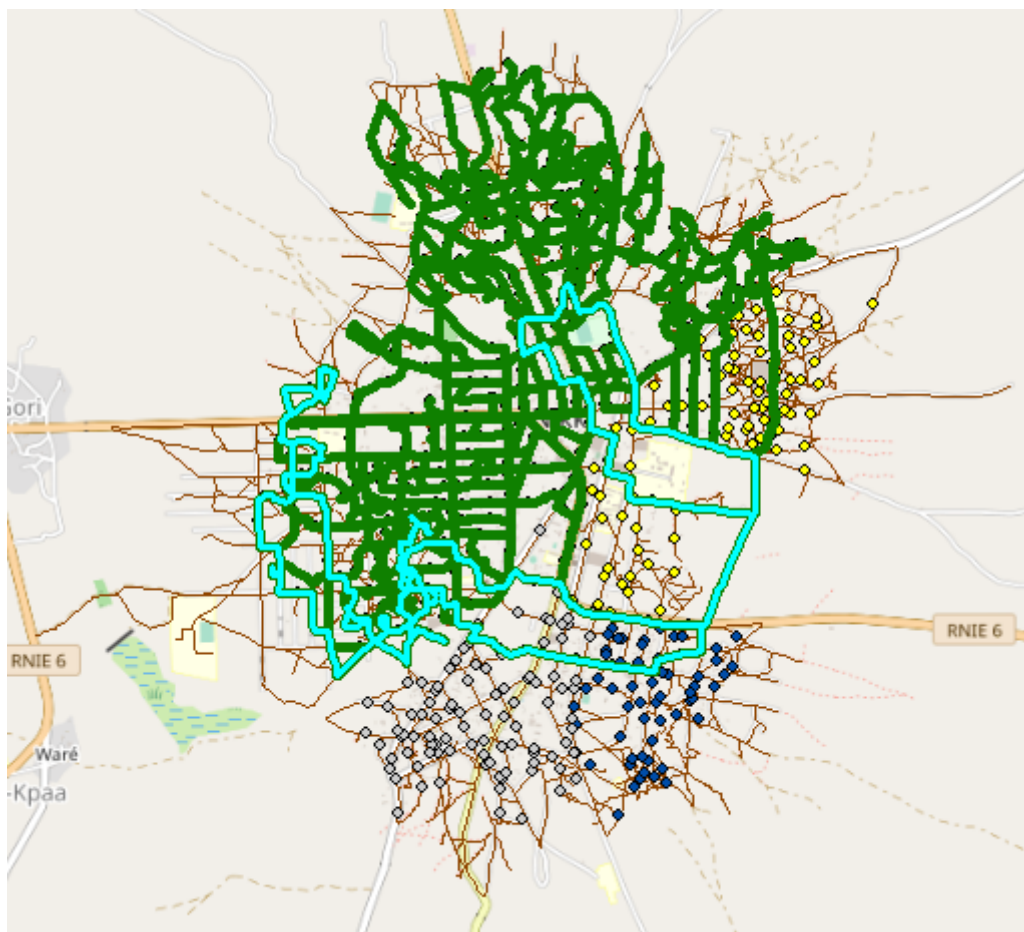


Imagen 72: Ruta 3

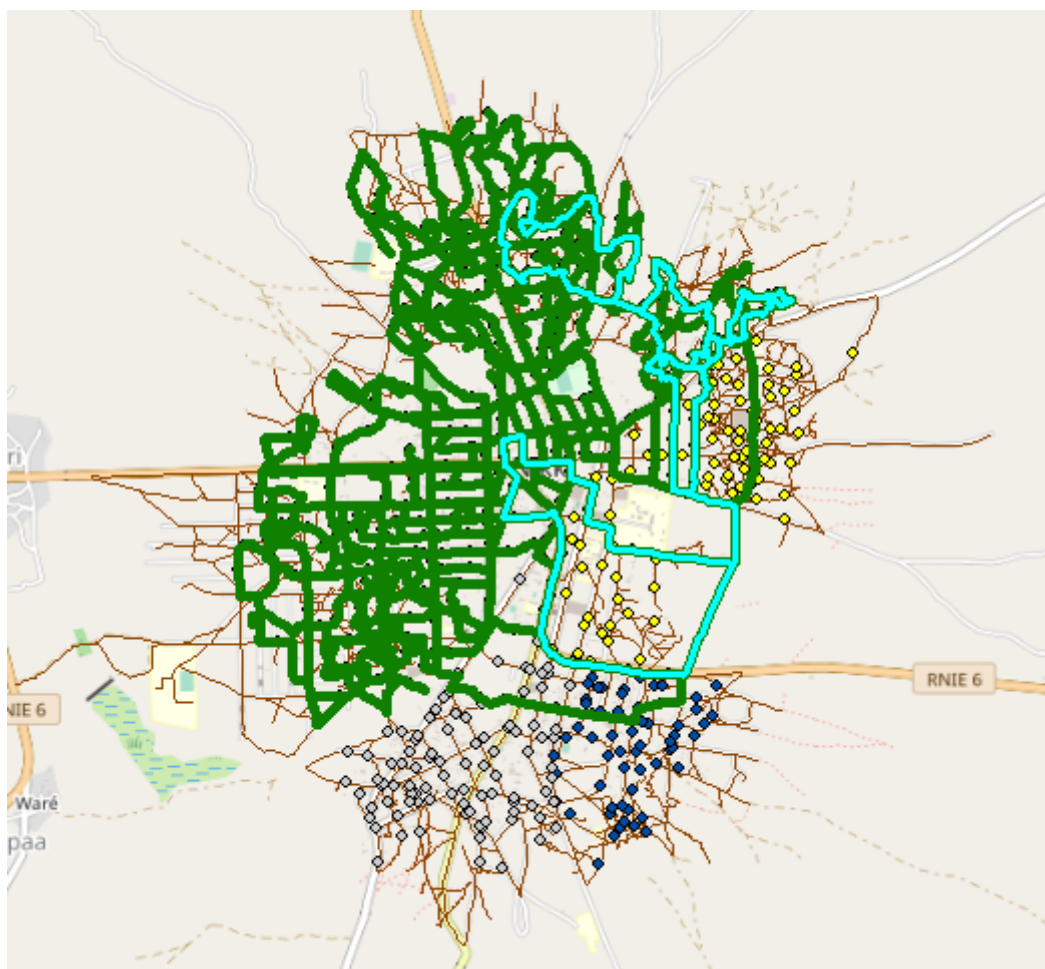


Imagen 73: Ruta 4

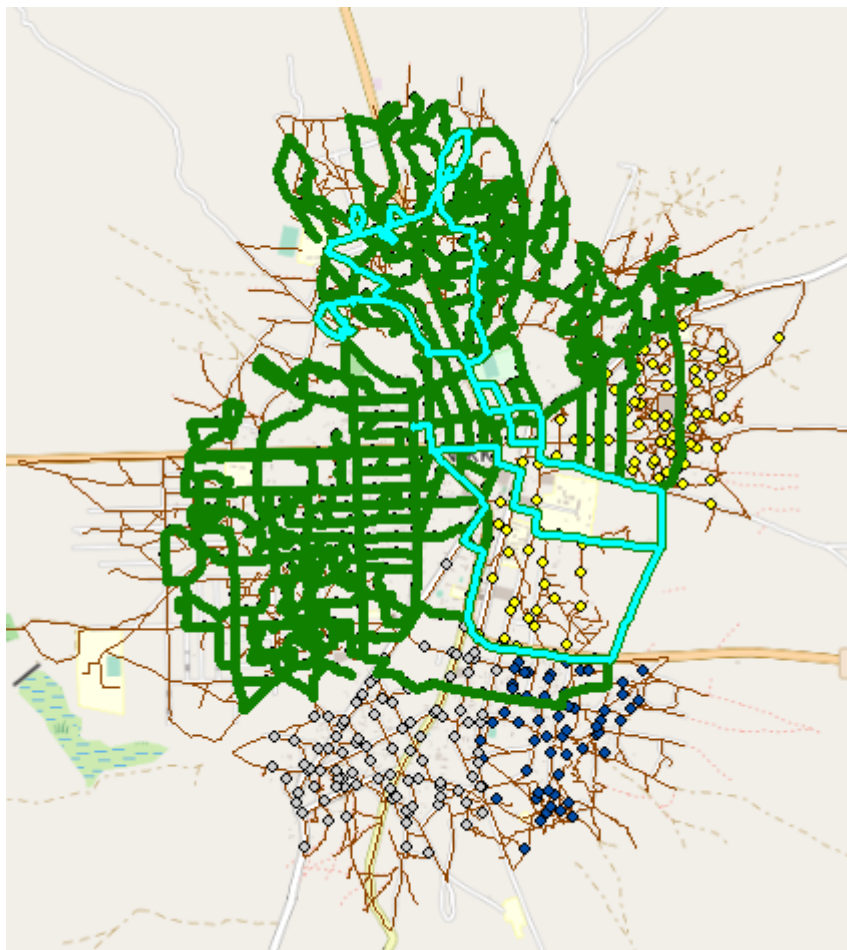


Imagen 74: Ruta 5

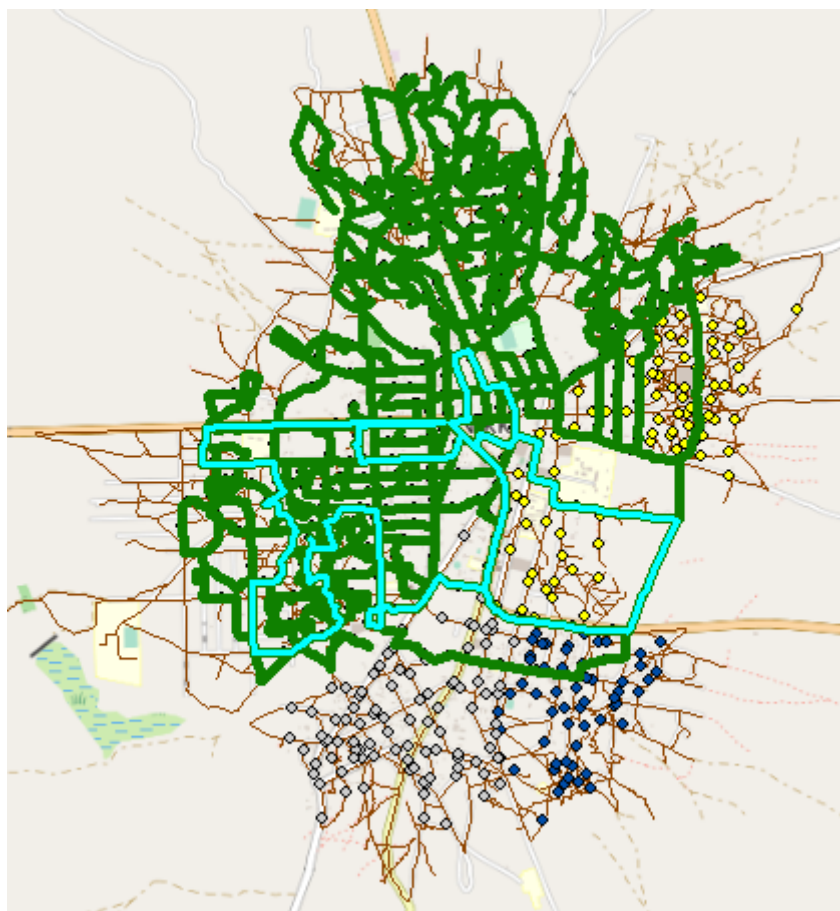


Imagen 75: Ruta 6

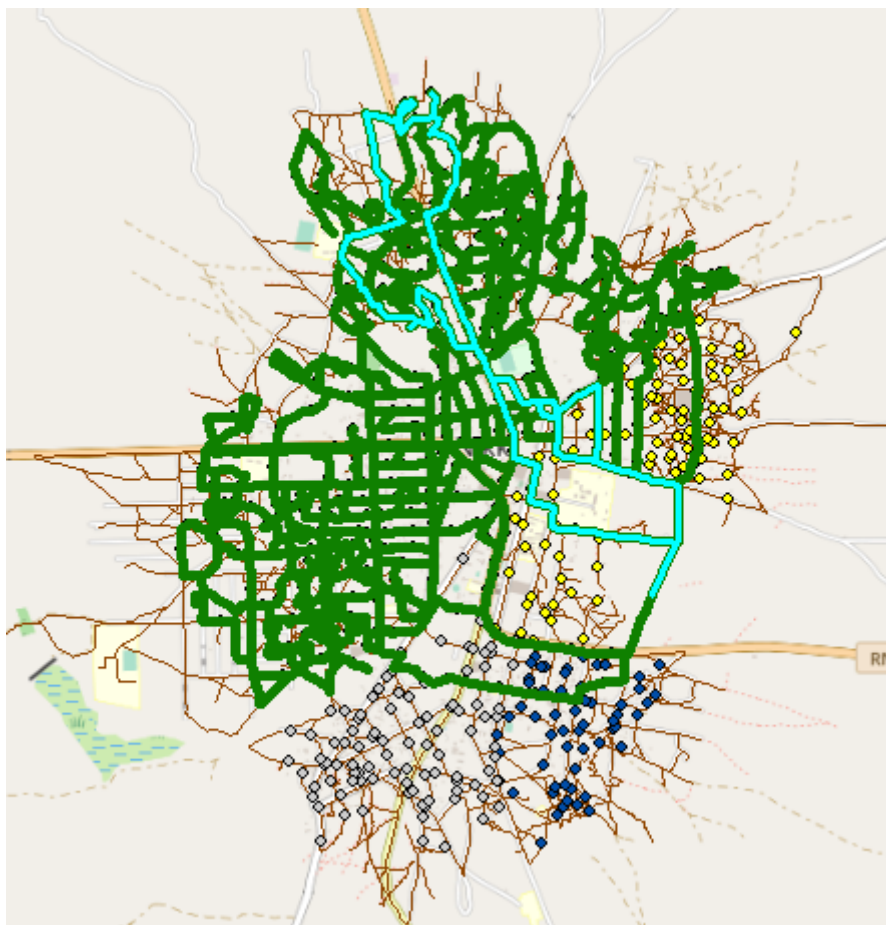


Imagen 76: Ruta 7

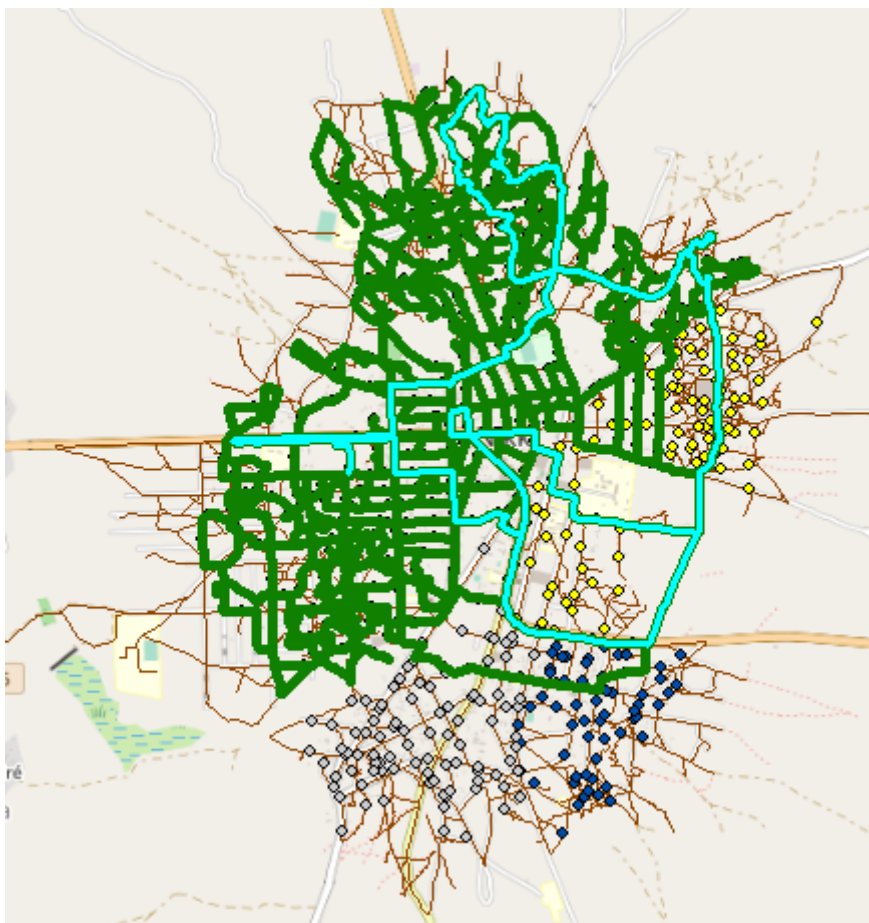


Imagen 77: Ruta 8

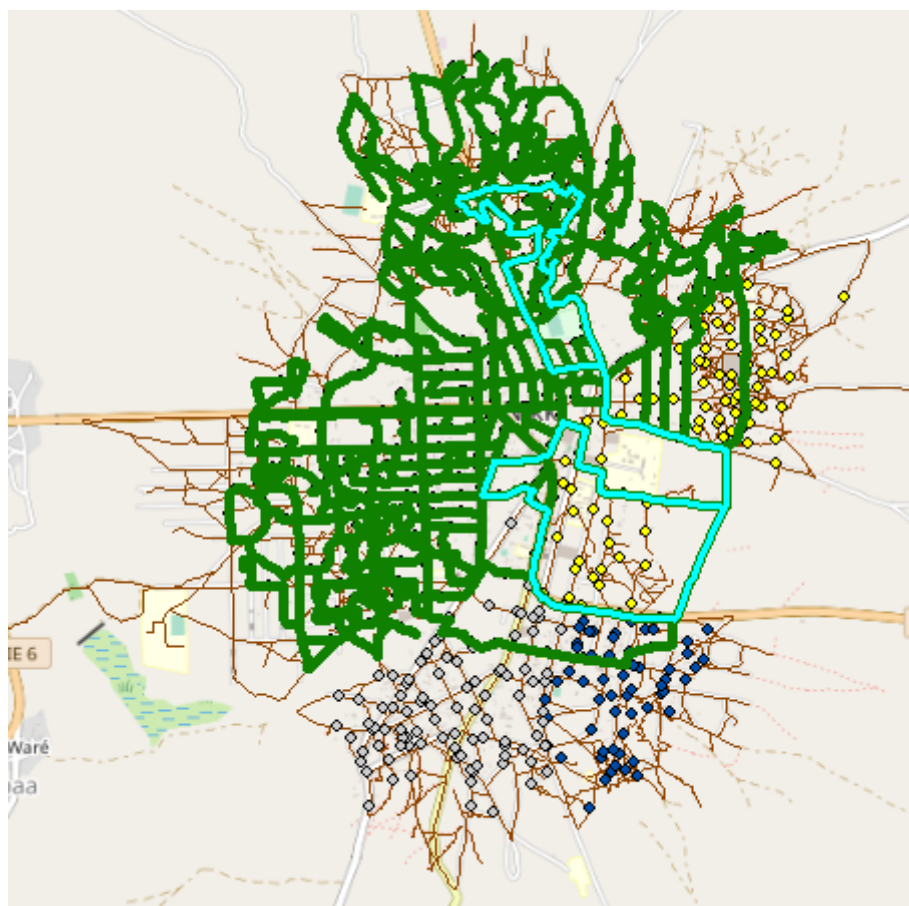


Imagen 78: Ruta 9

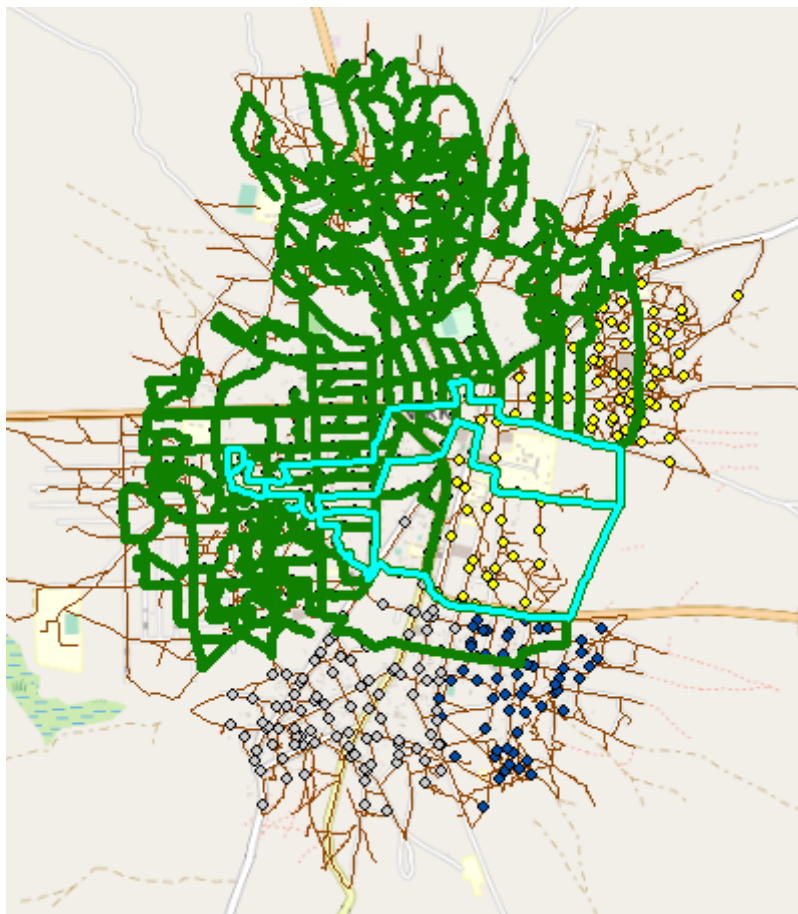


Imagen 79: Ruta 10

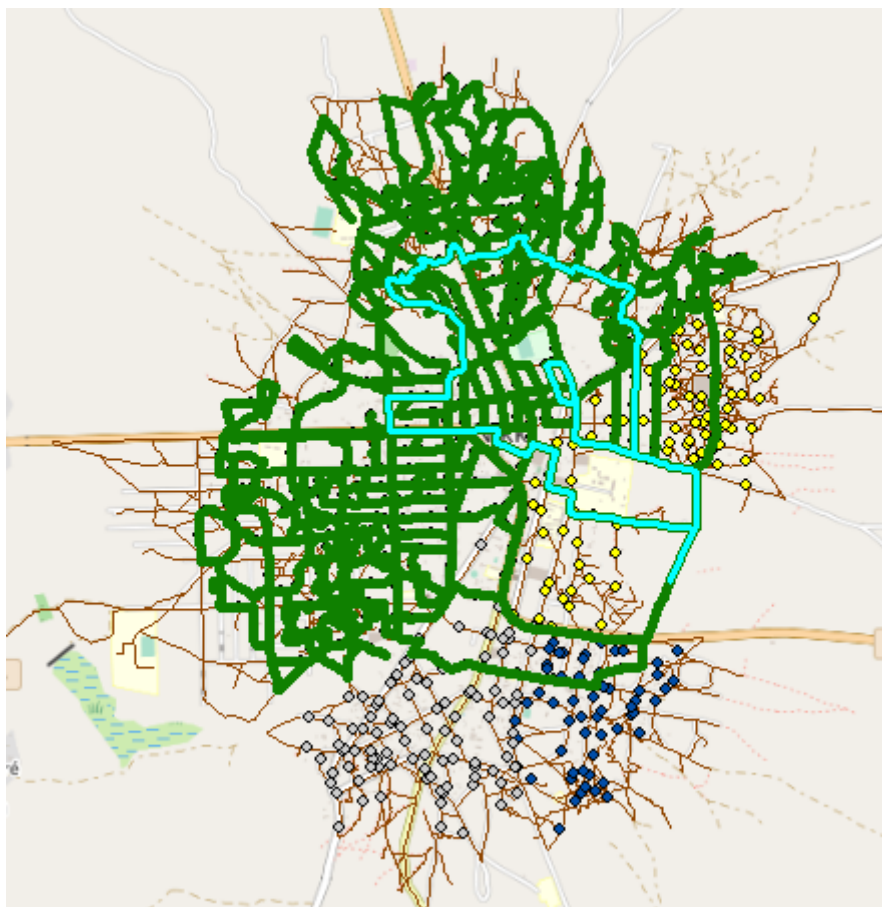


Imagen 80: Ruta 11

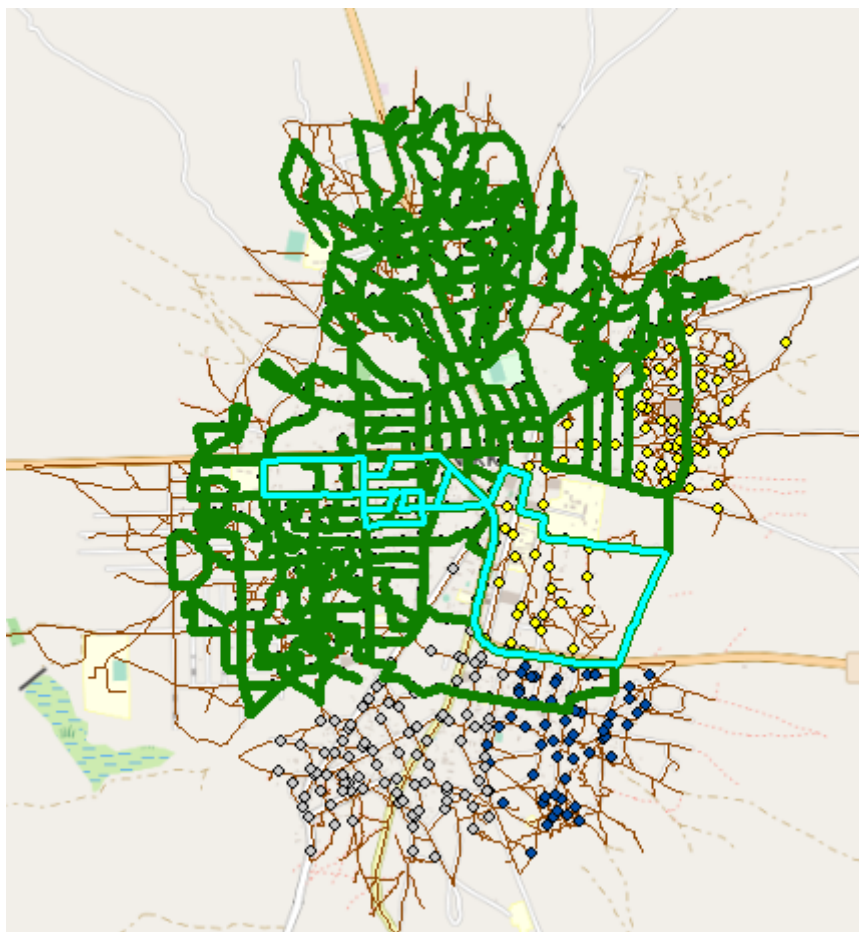


Imagen 81: Ruta 12

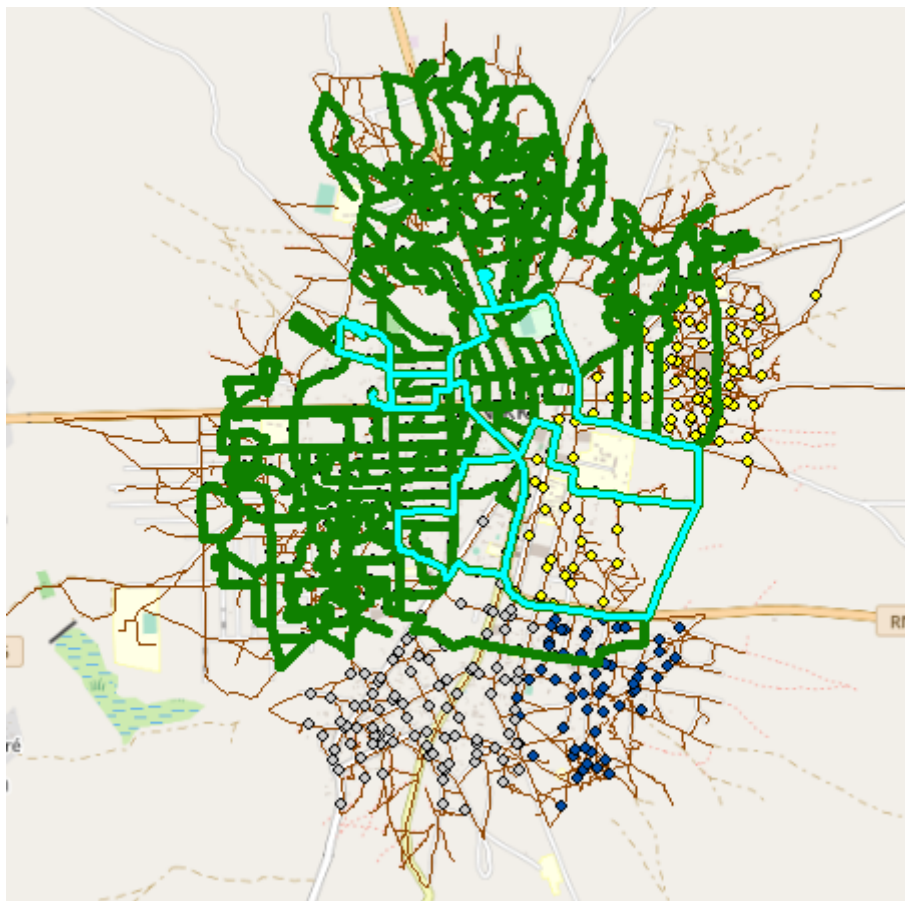


Imagen 82: Ruta 13

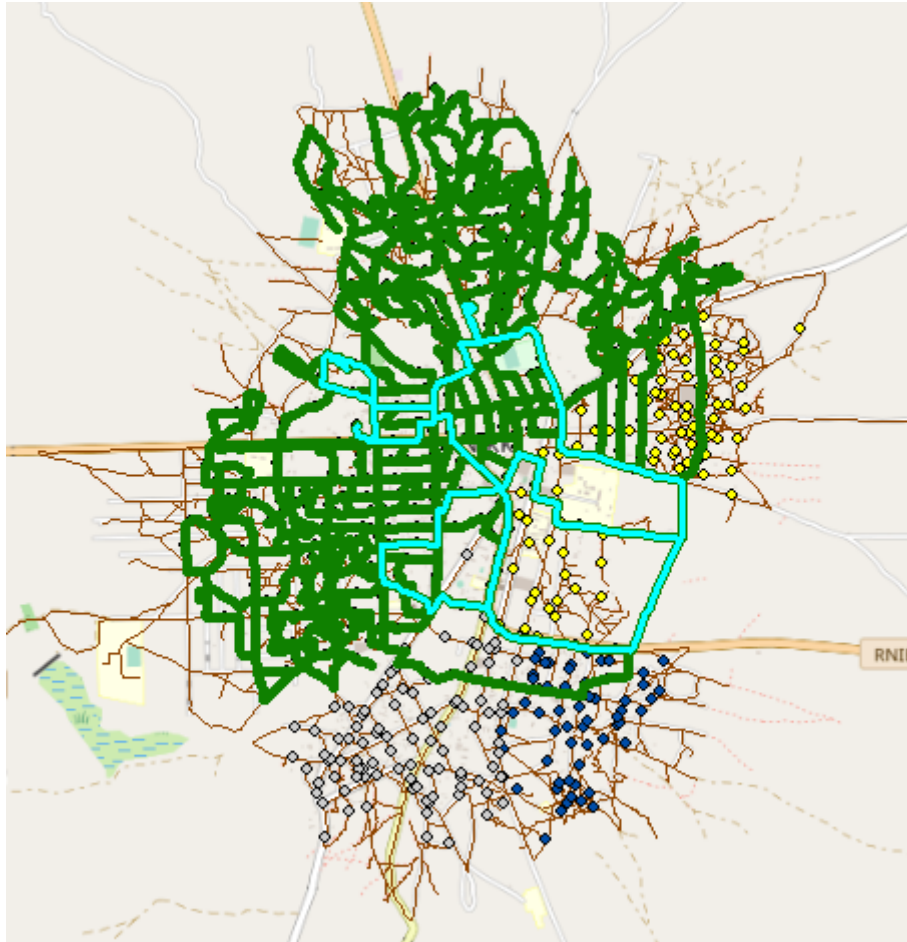


Imagen 83: Ruta 14

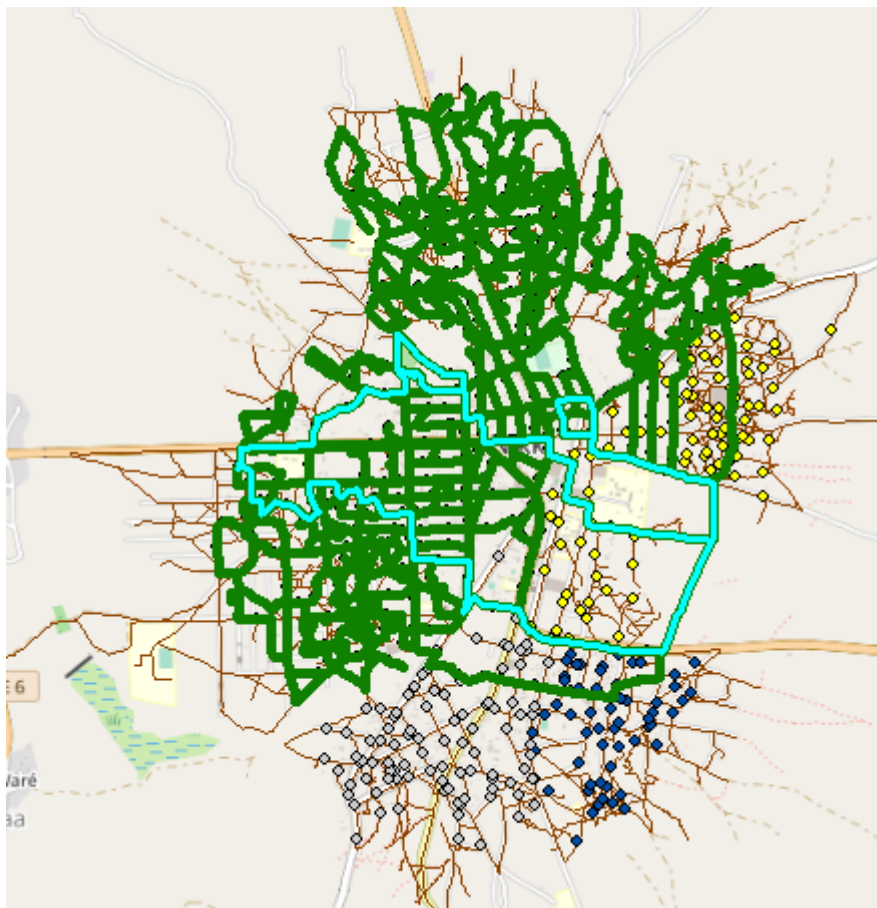


Imagen 84: Ruta 15

1.2. Sector 2

A continuación, se muestran las rutas para los vehículos que realizan una recogida de residuos mixtos tres veces a la semana para el sector 2.

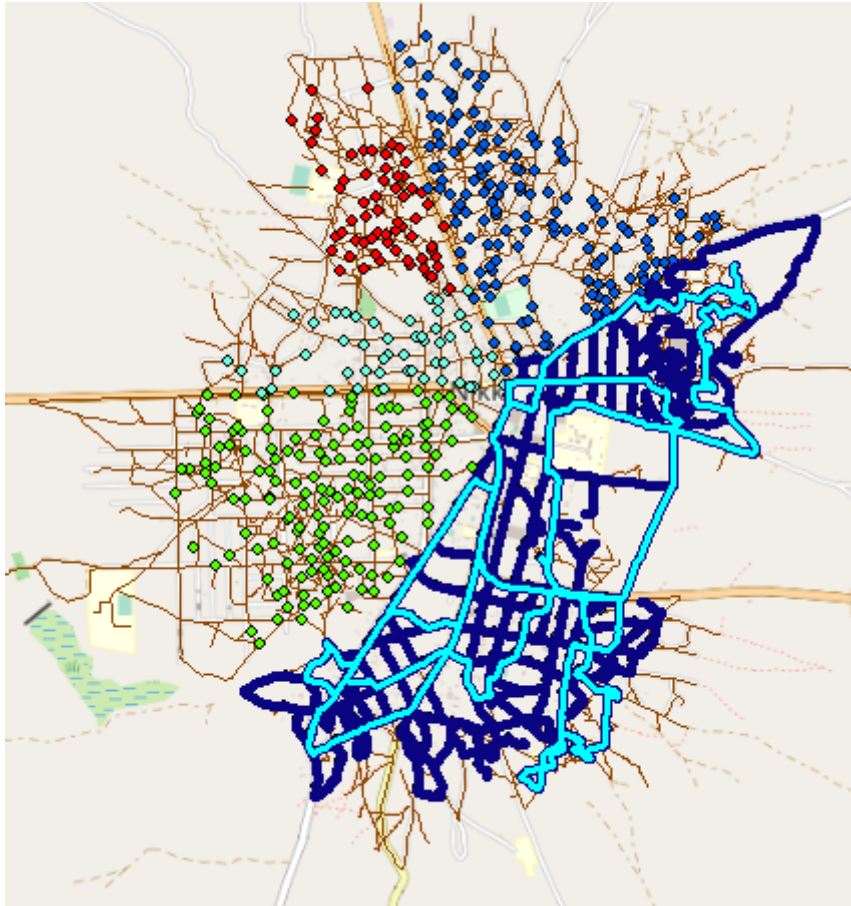


Imagen 85: Ruta 1

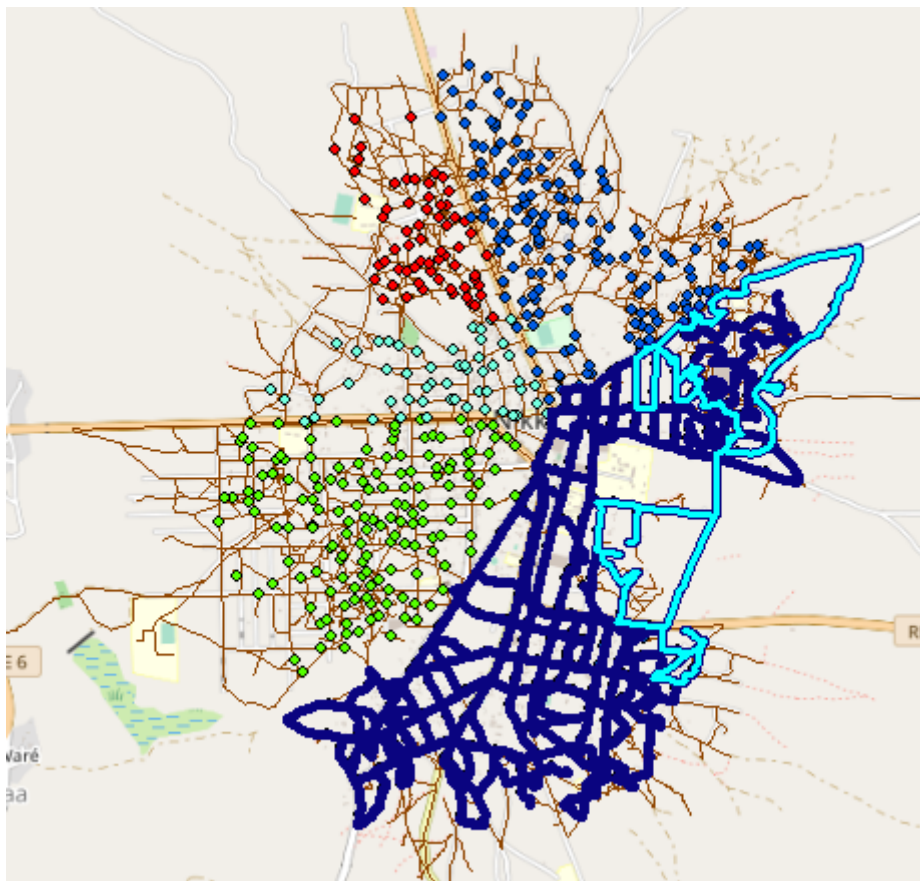


Imagen 86: Ruta 2

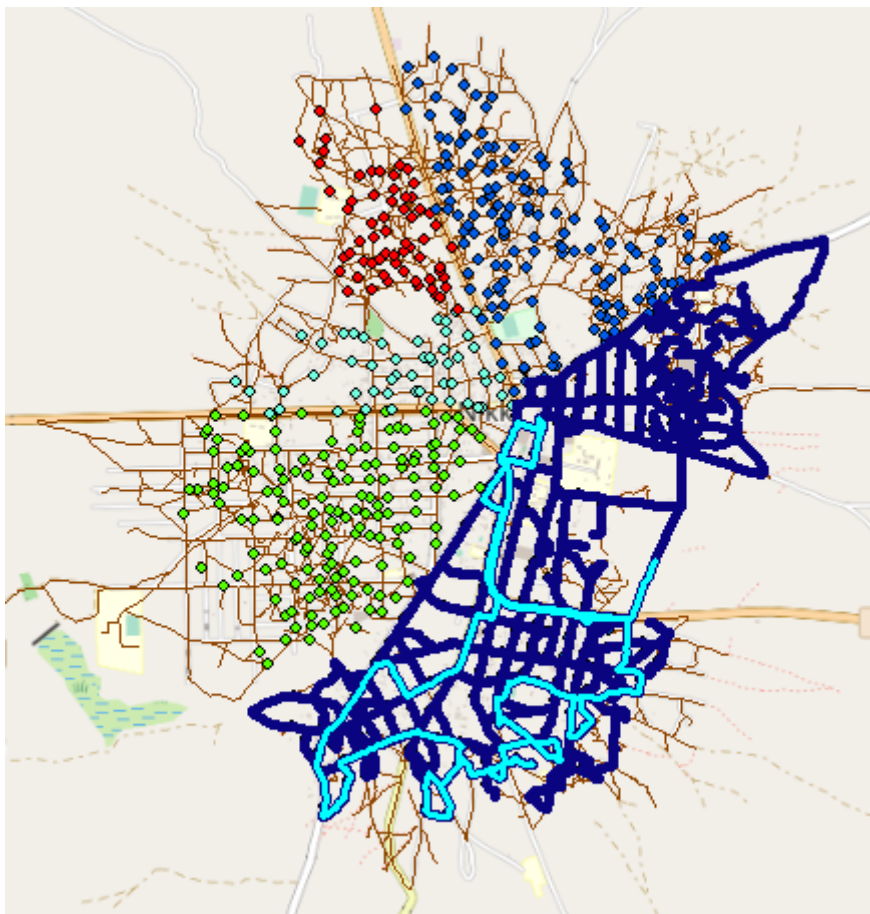


Imagen 87: Ruta 3

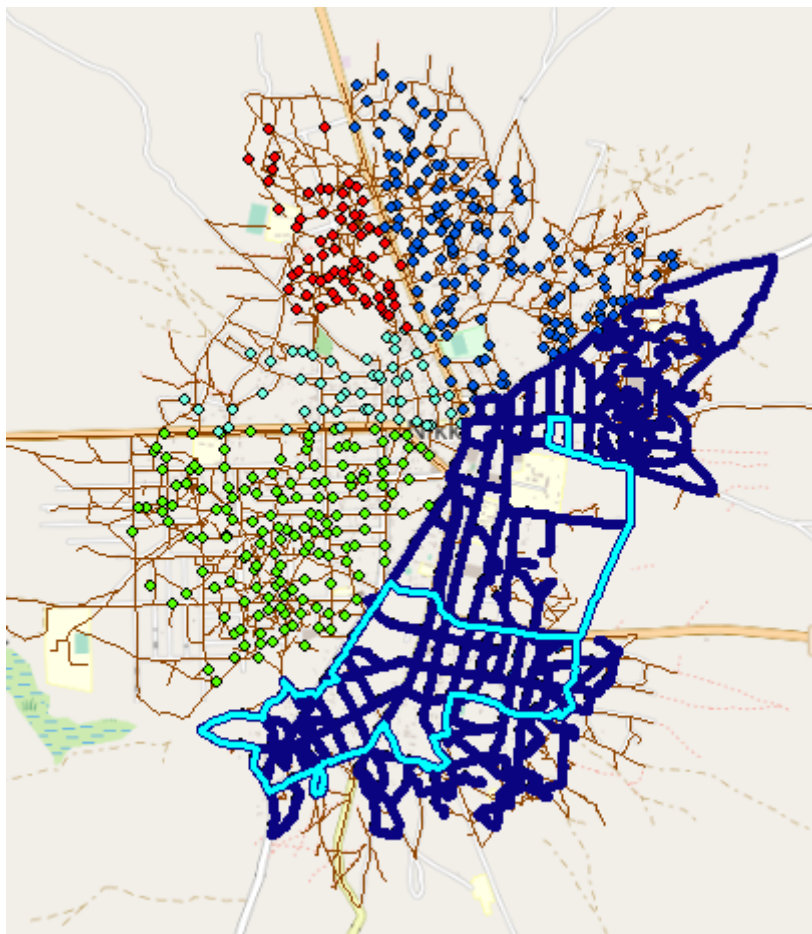


Imagen 88: Ruta 4

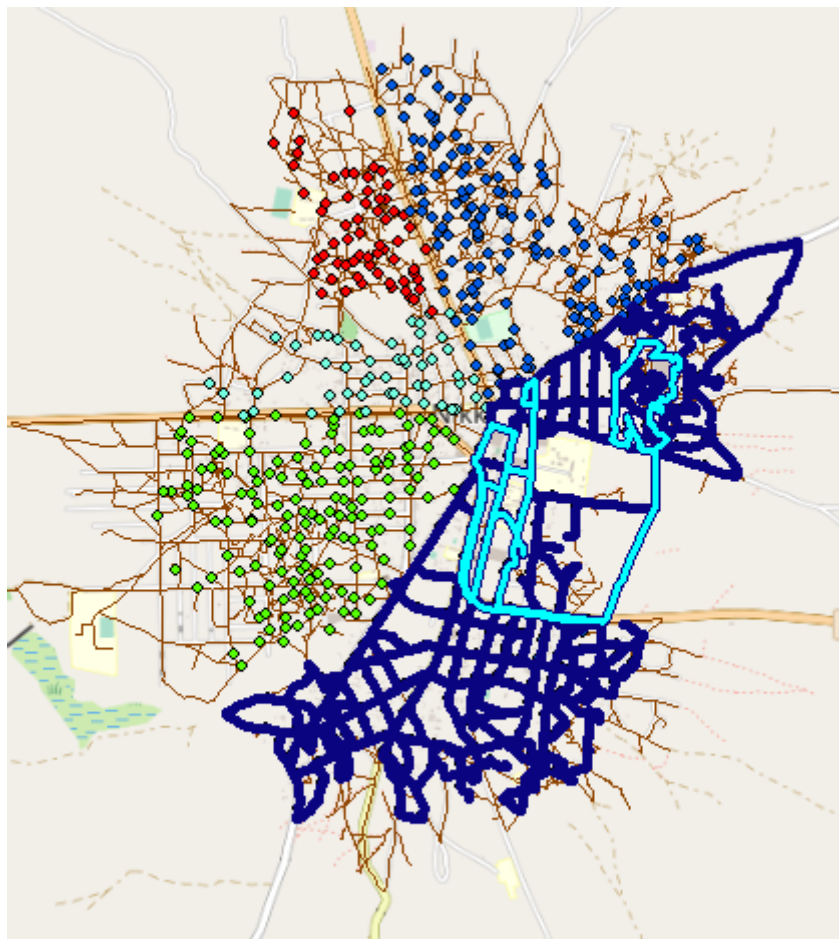


Imagen 89: Ruta 5

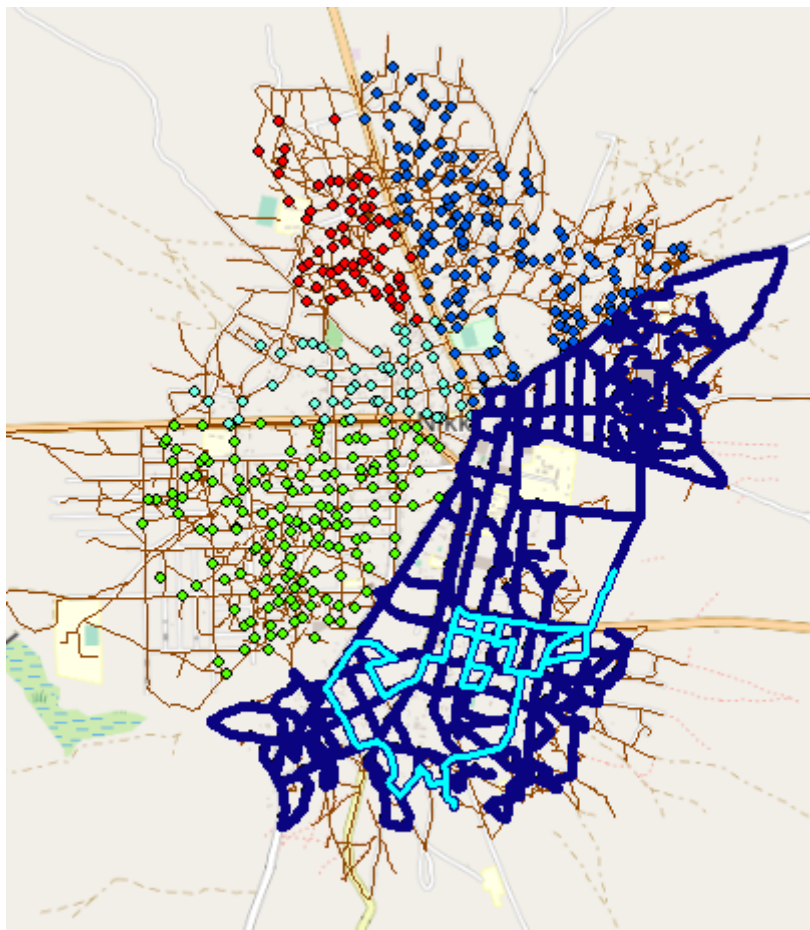


Imagen 90: Ruta 6

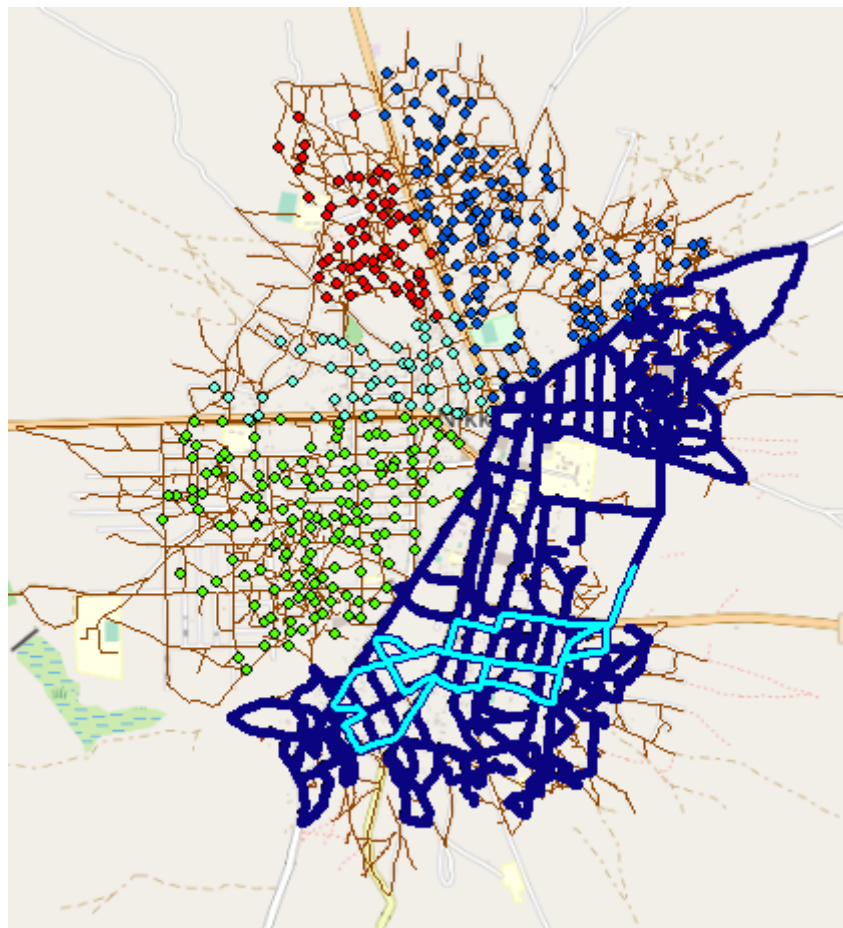


Imagen 91: Ruta 7

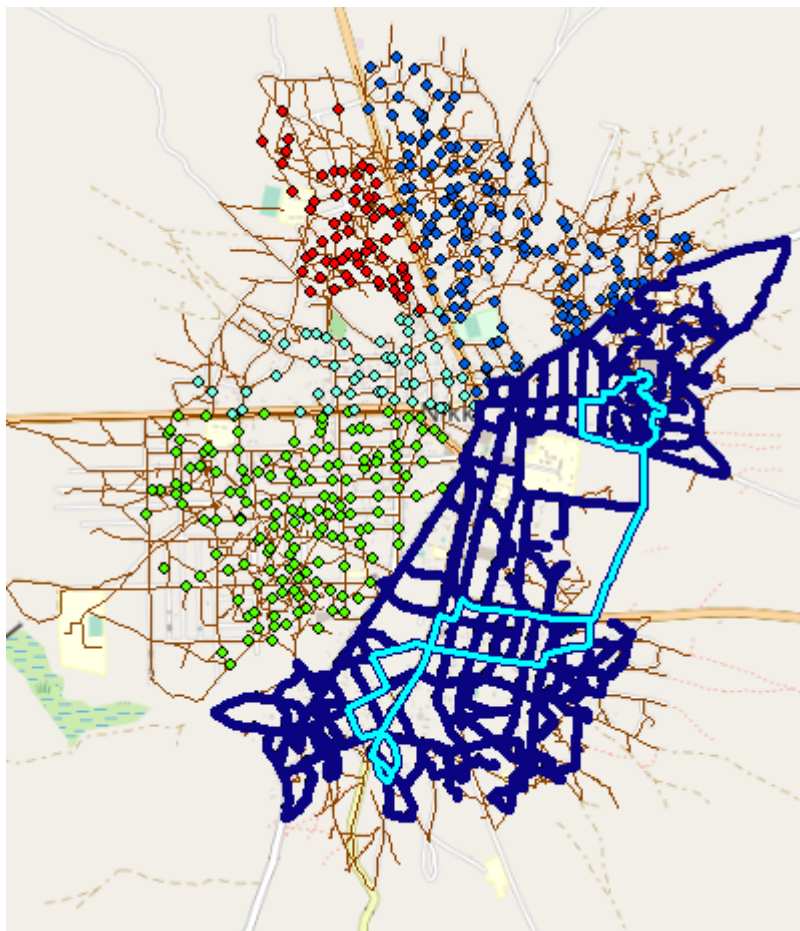


Imagen 92: Ruta 8

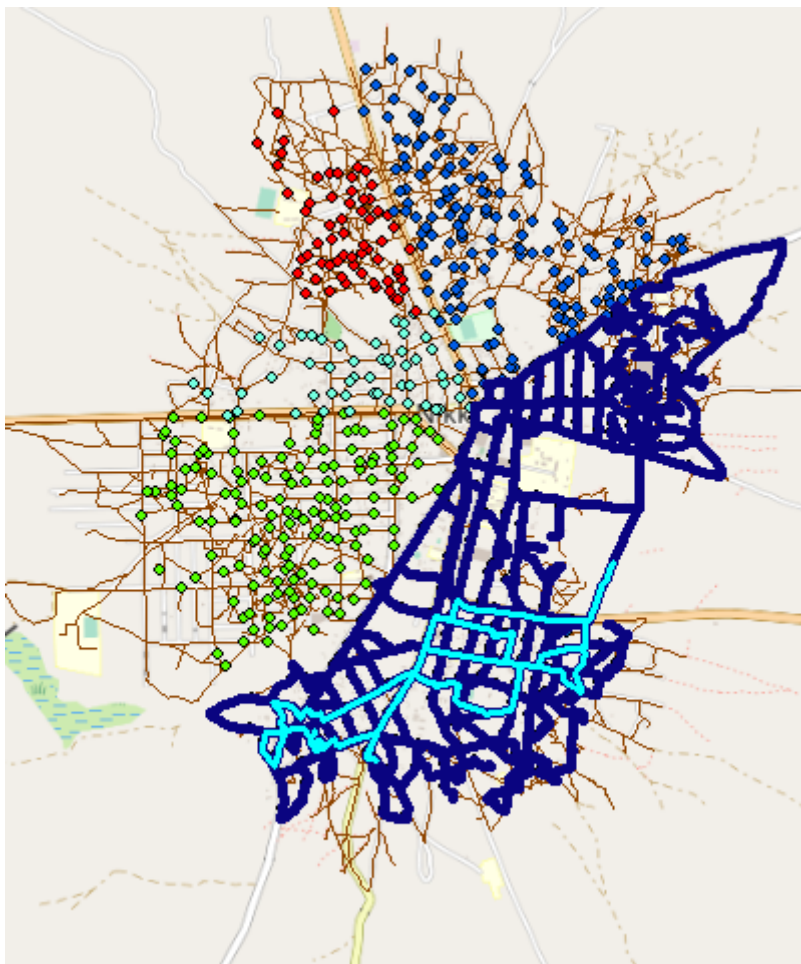


Imagen 93: Ruta 9

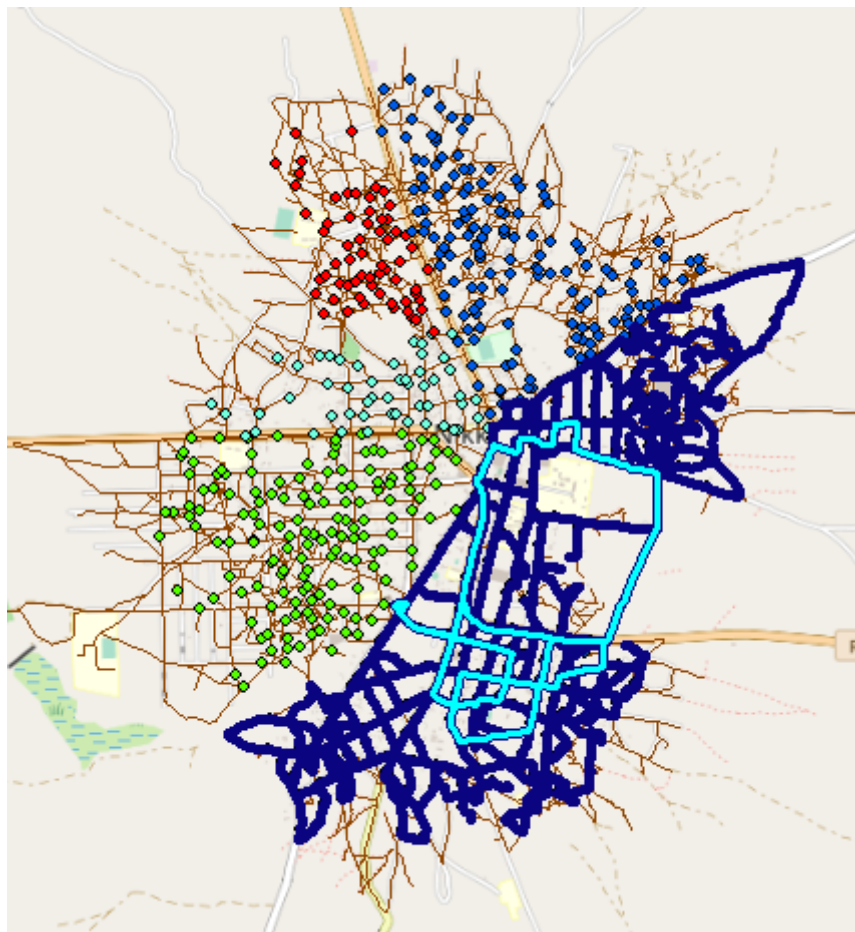


Imagen 94: Ruta 10

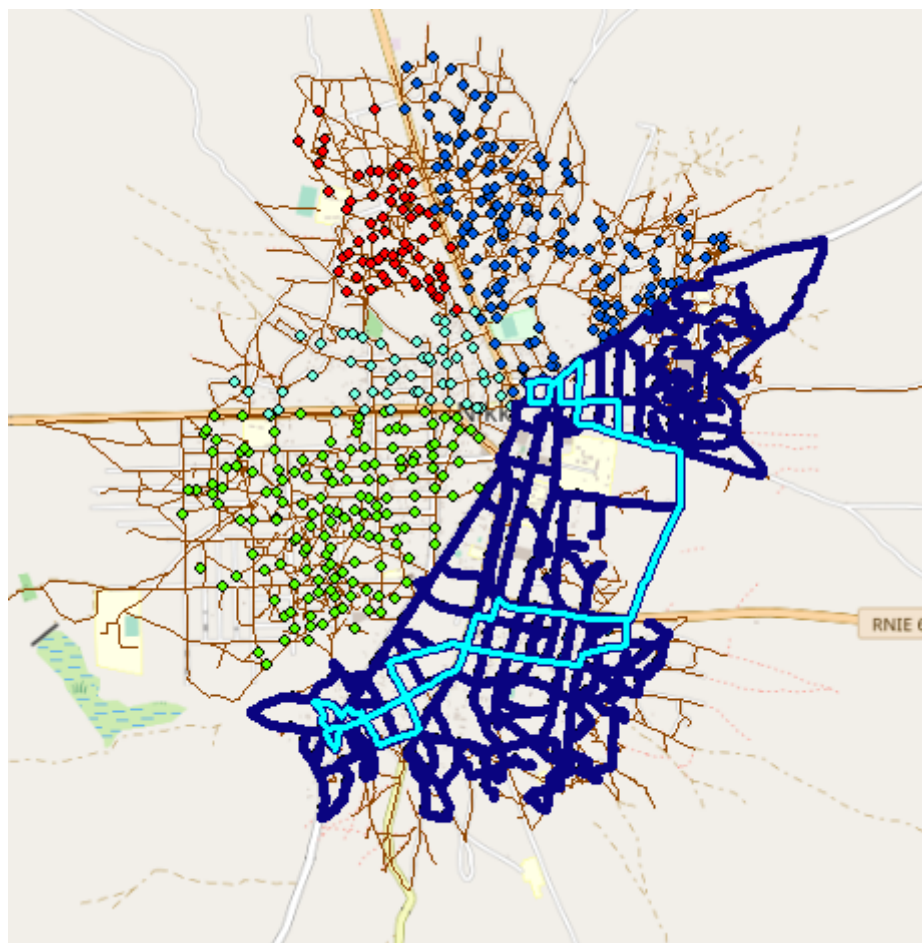


Imagen 95: Ruta 11

2. Rutas de los vehículos utilizados para los residuos plásticos con una frecuencia de tres veces a la semana

2.1. Sector 1

A continuación, se muestran las rutas para los vehículos que realizan una recogida de residuos plásticos tres veces a la semana para el sector 1.

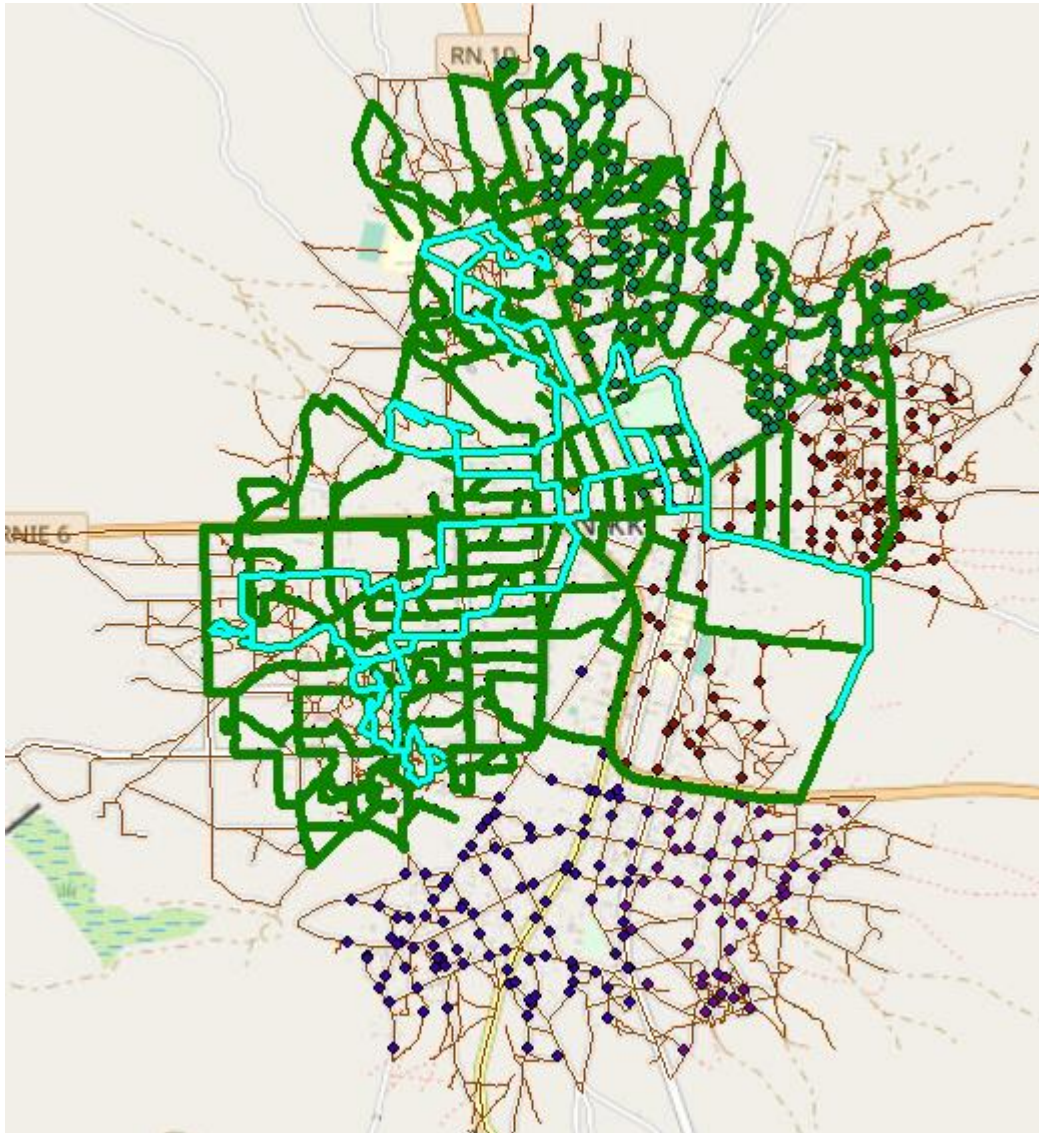


Imagen 95: Ruta 1

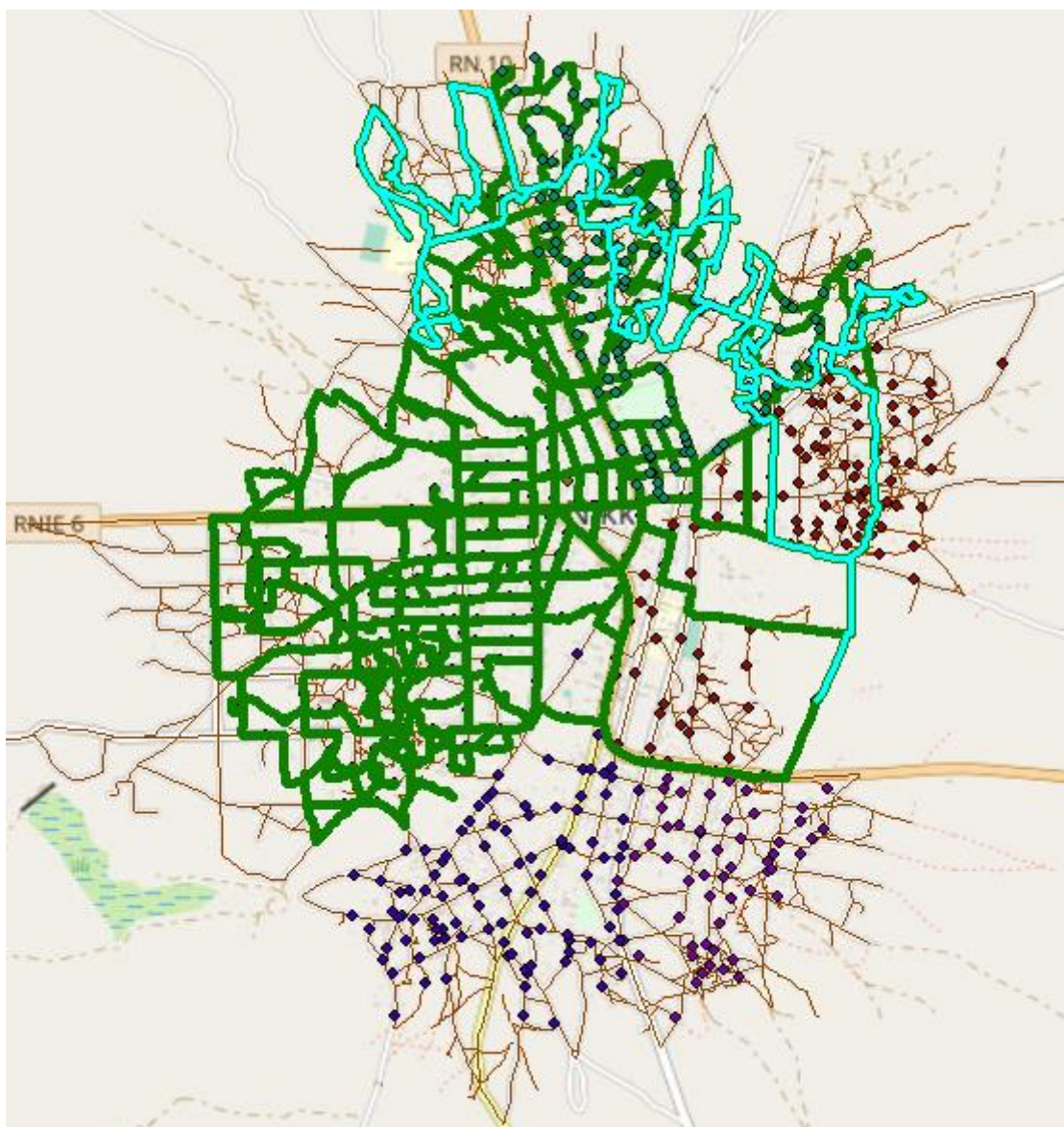


Imagen 96: Ruta 2

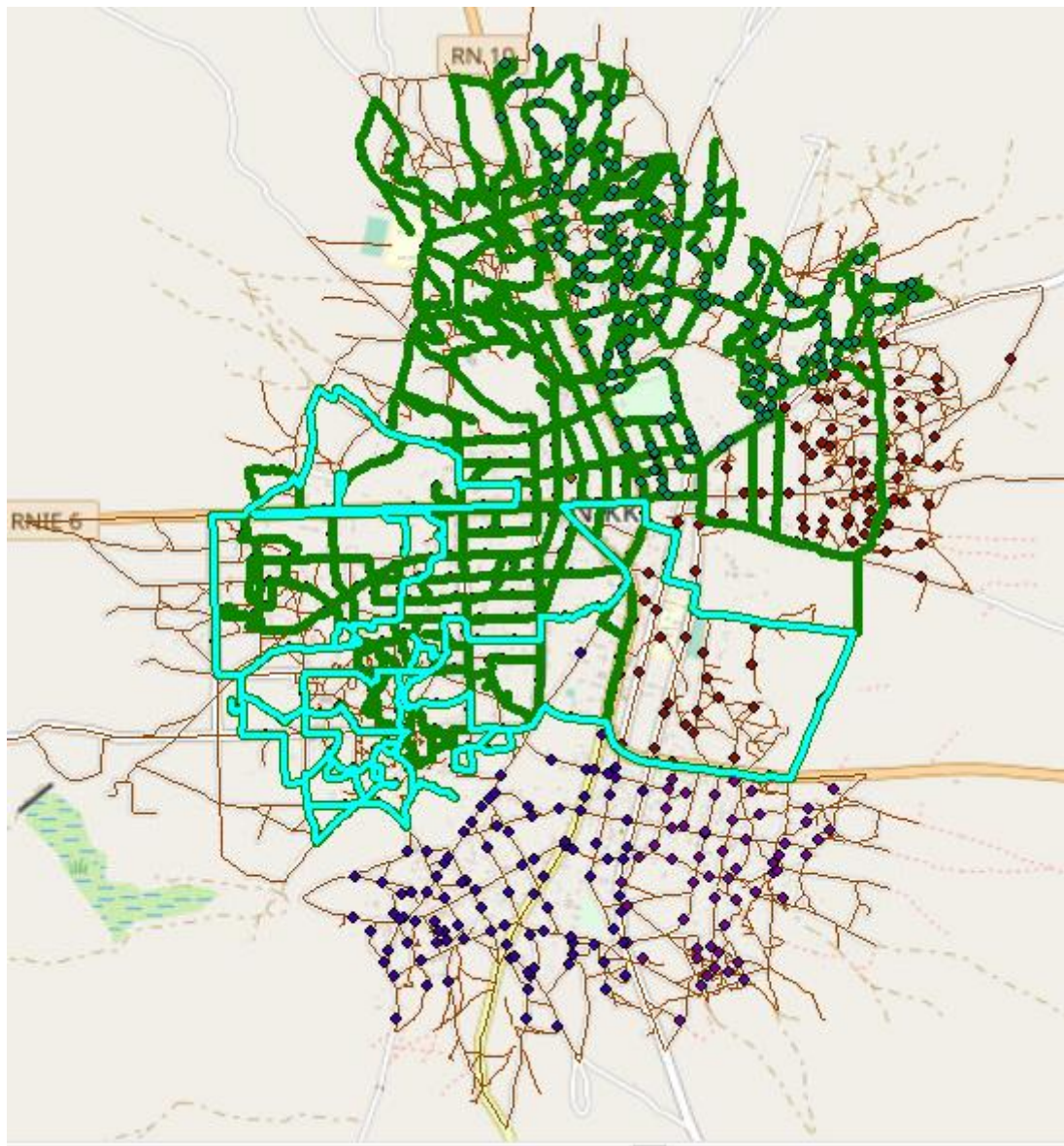


Imagen 97: Ruta 3

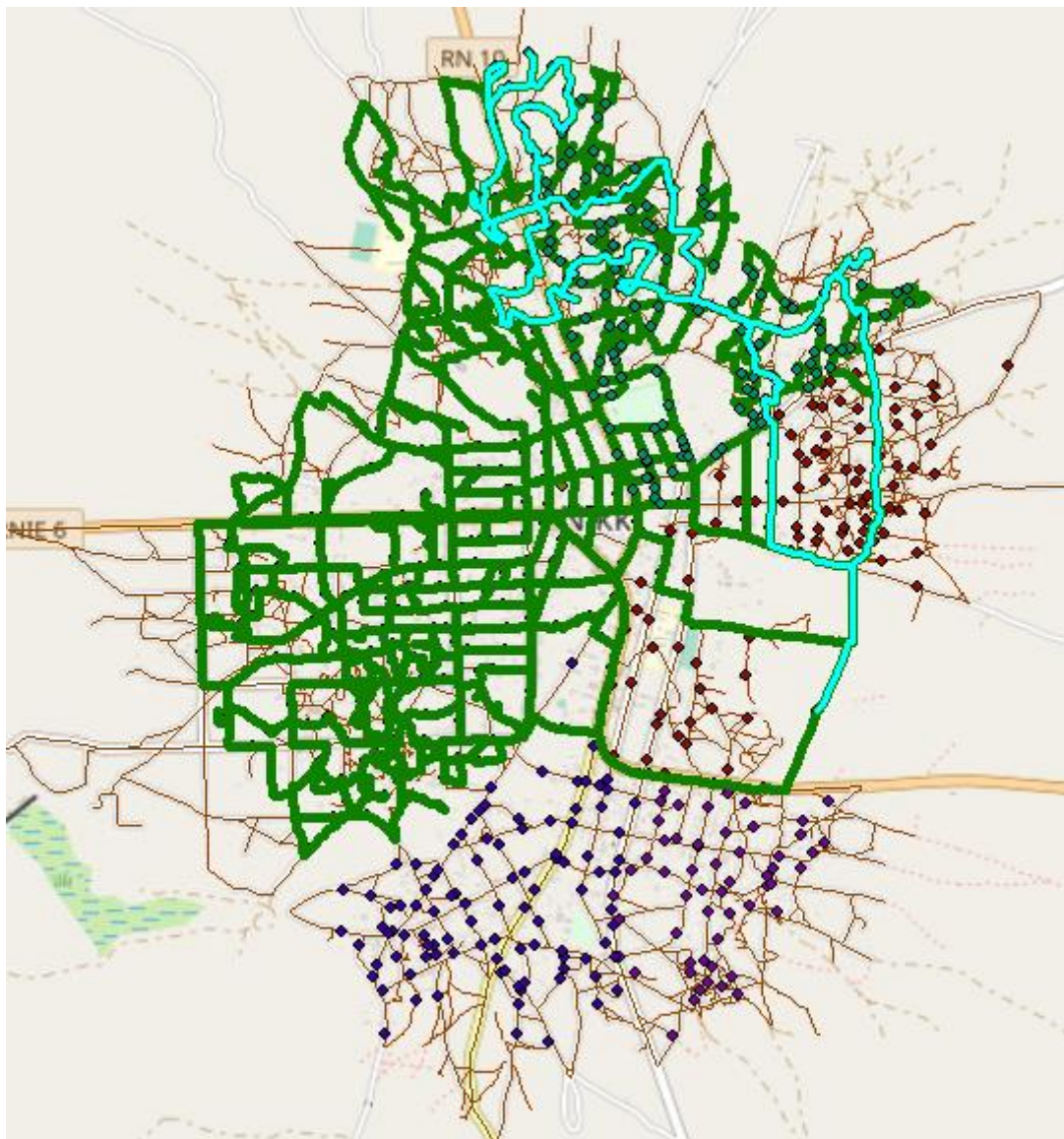


Imagen 98: Ruta 4



Imagen 99: Ruta 5

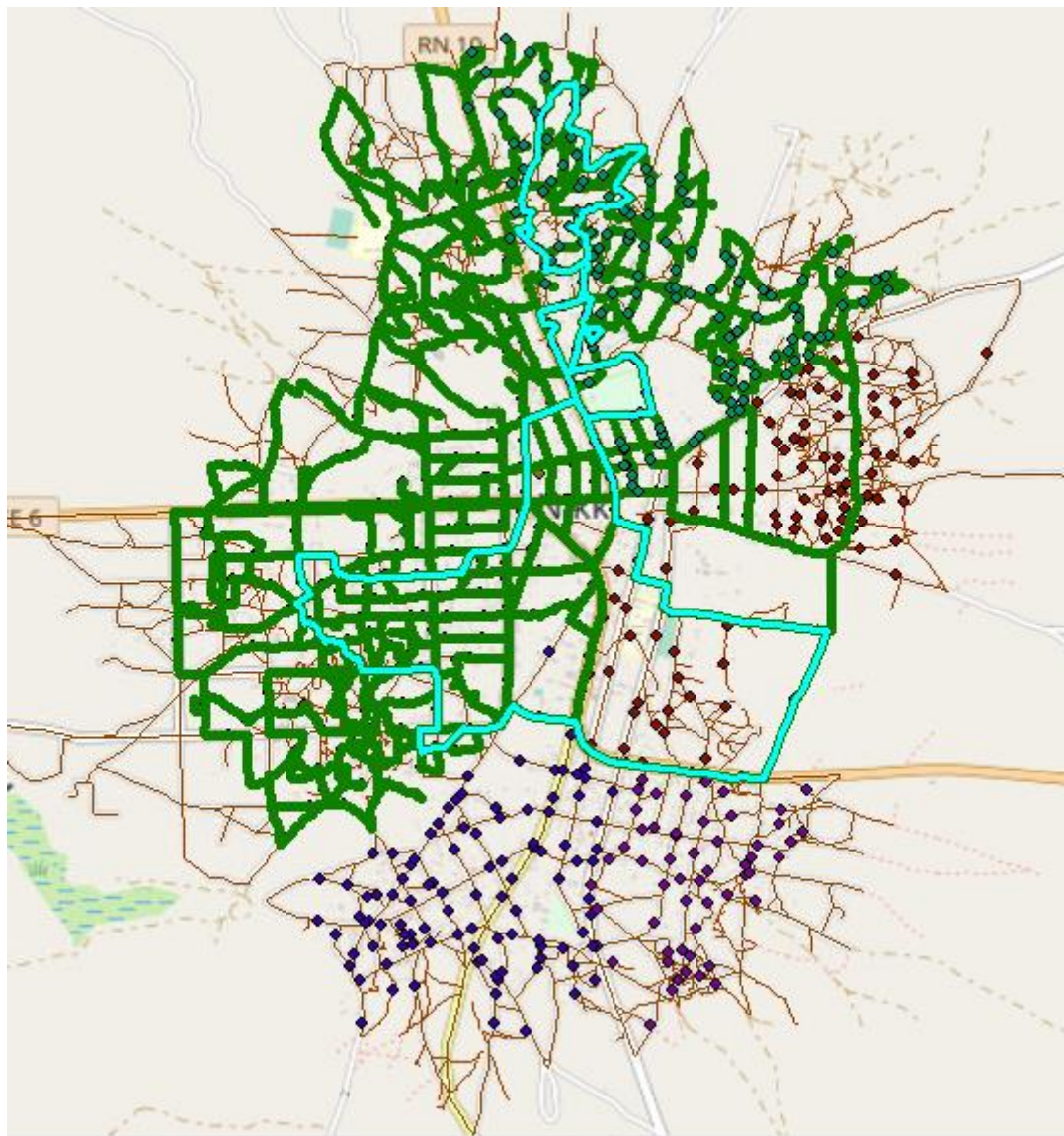


Imagen 100: Ruta 6

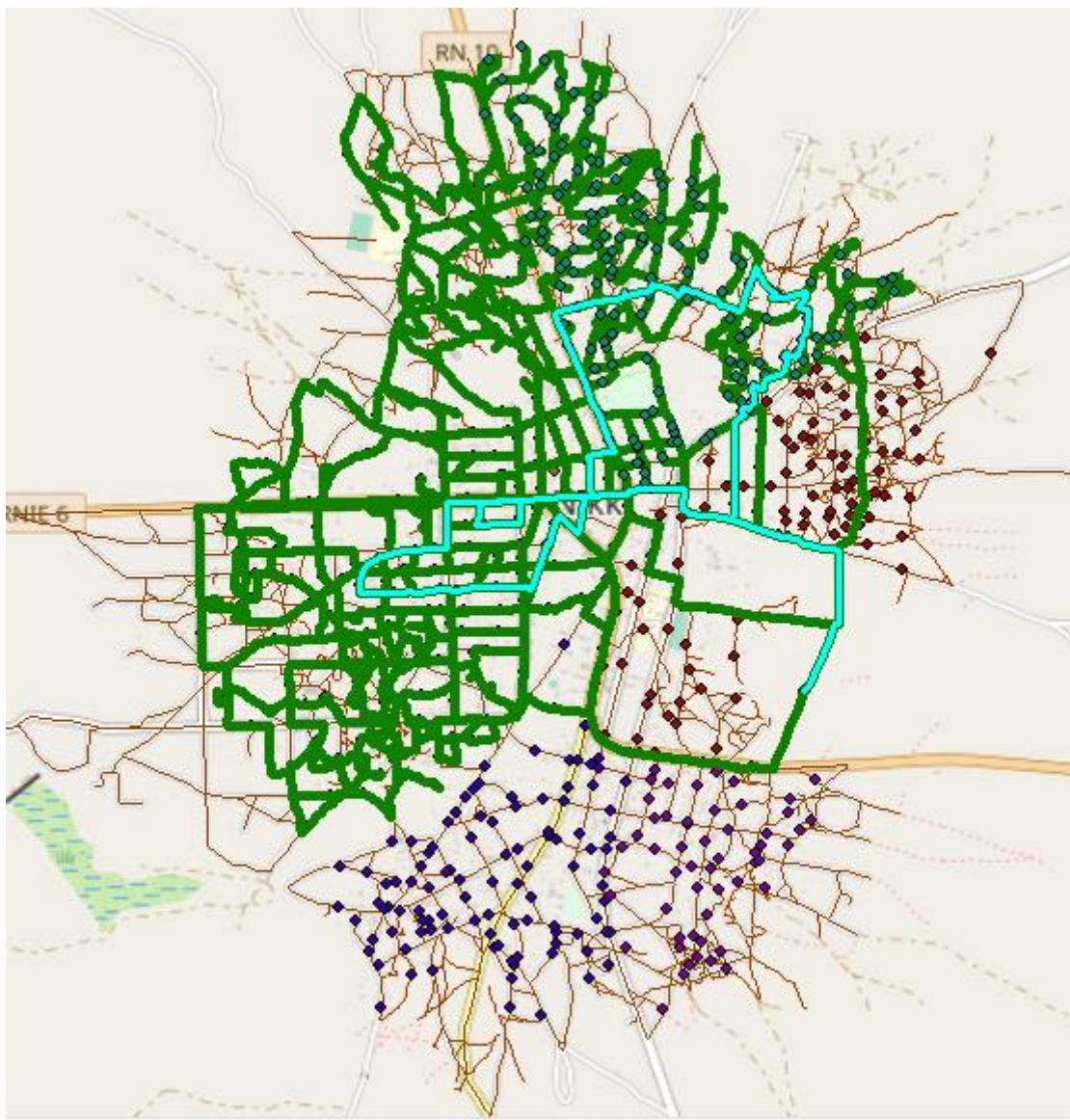


Imagen 101: Ruta 7

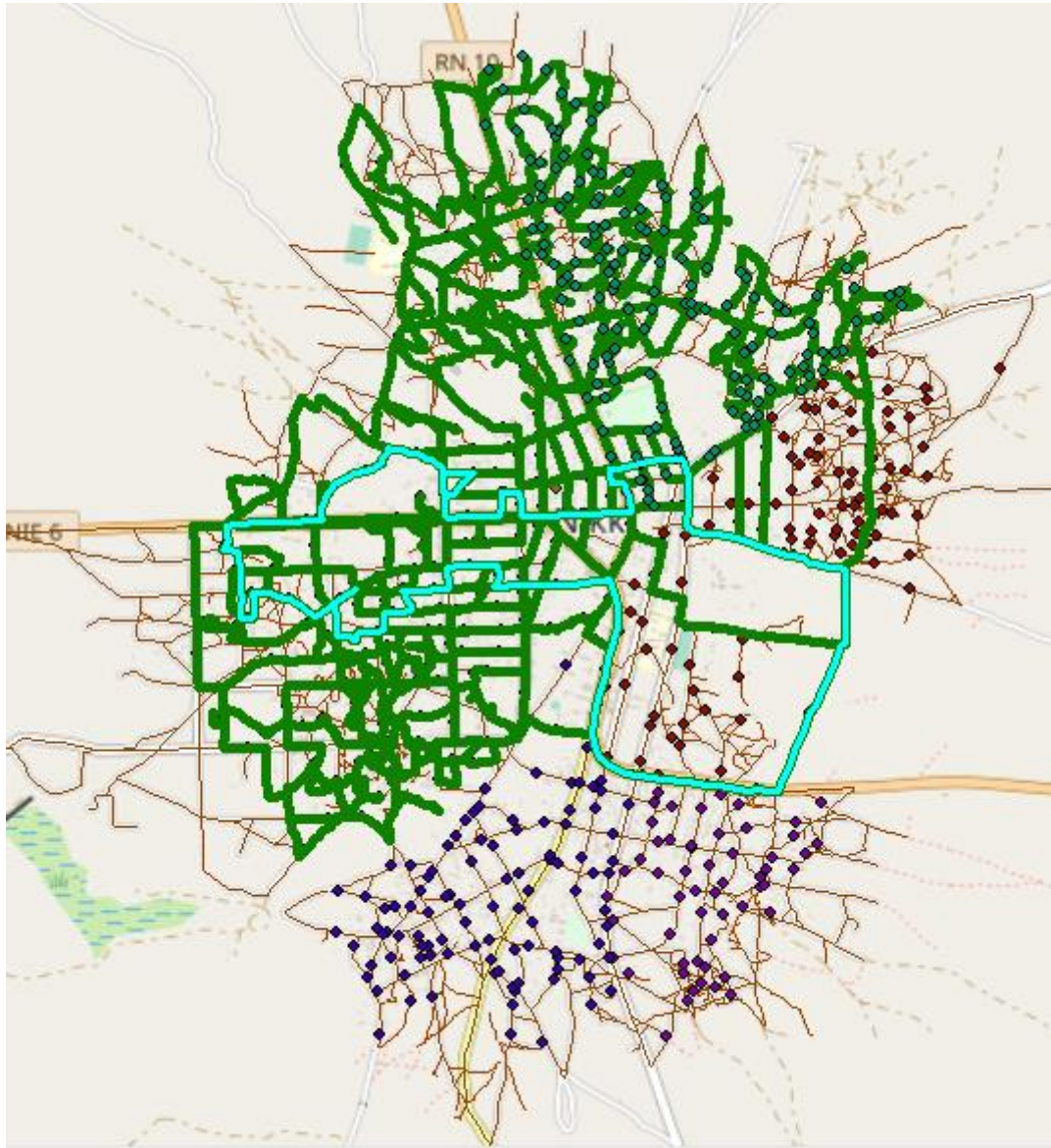


Imagen 102: Ruta 8

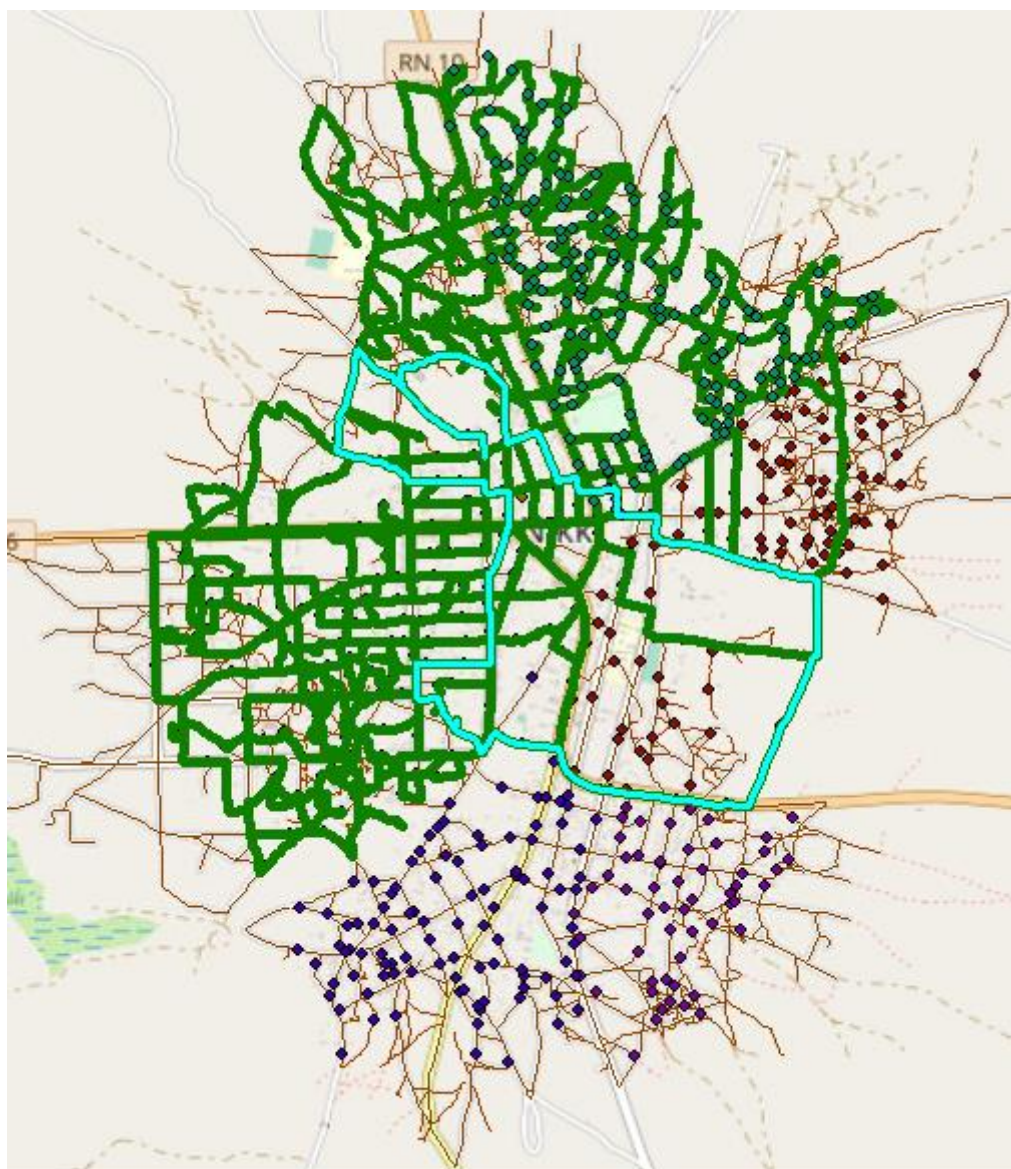


Imagen 103: Ruta 9

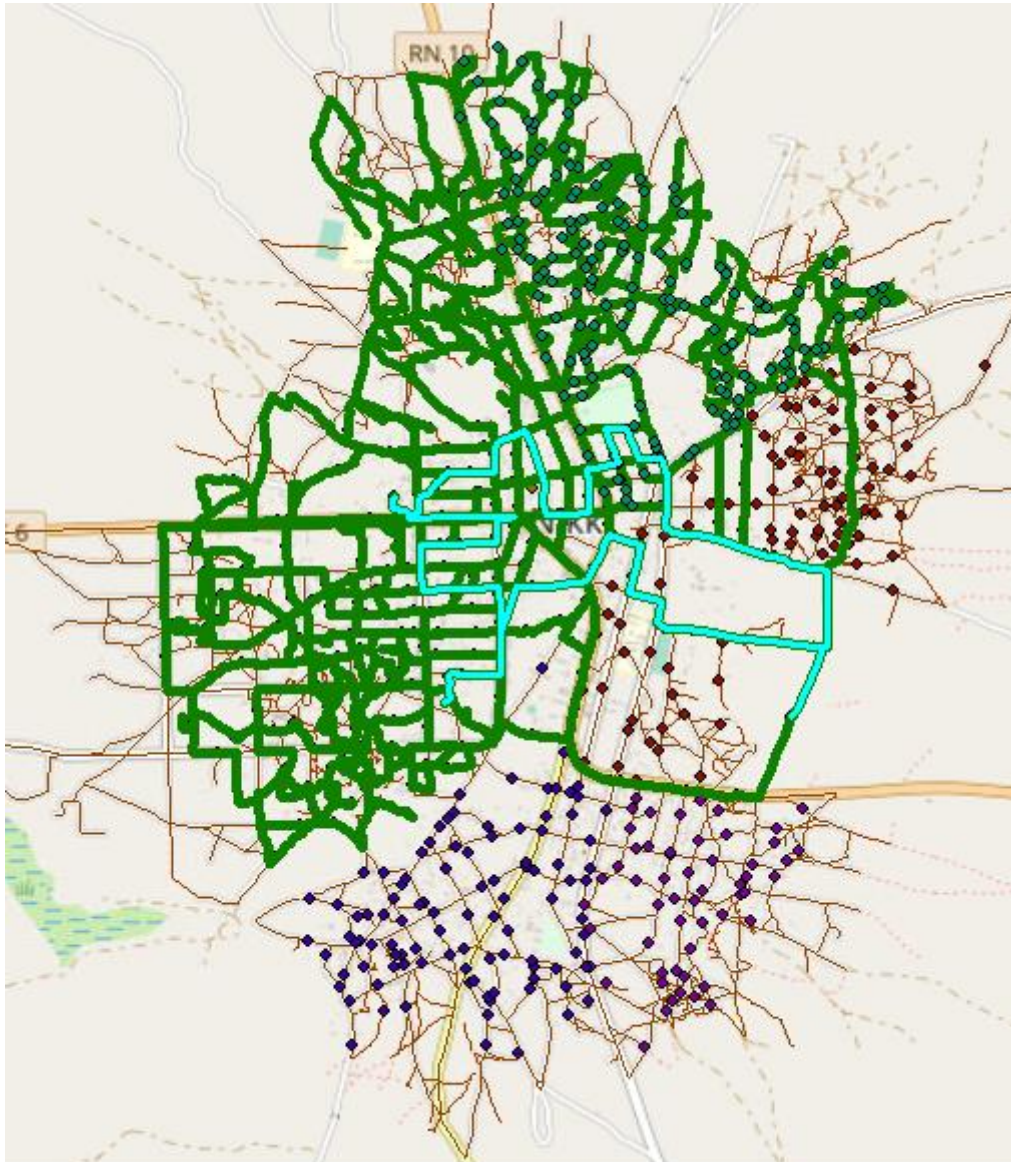


Imagen 104: Ruta 10

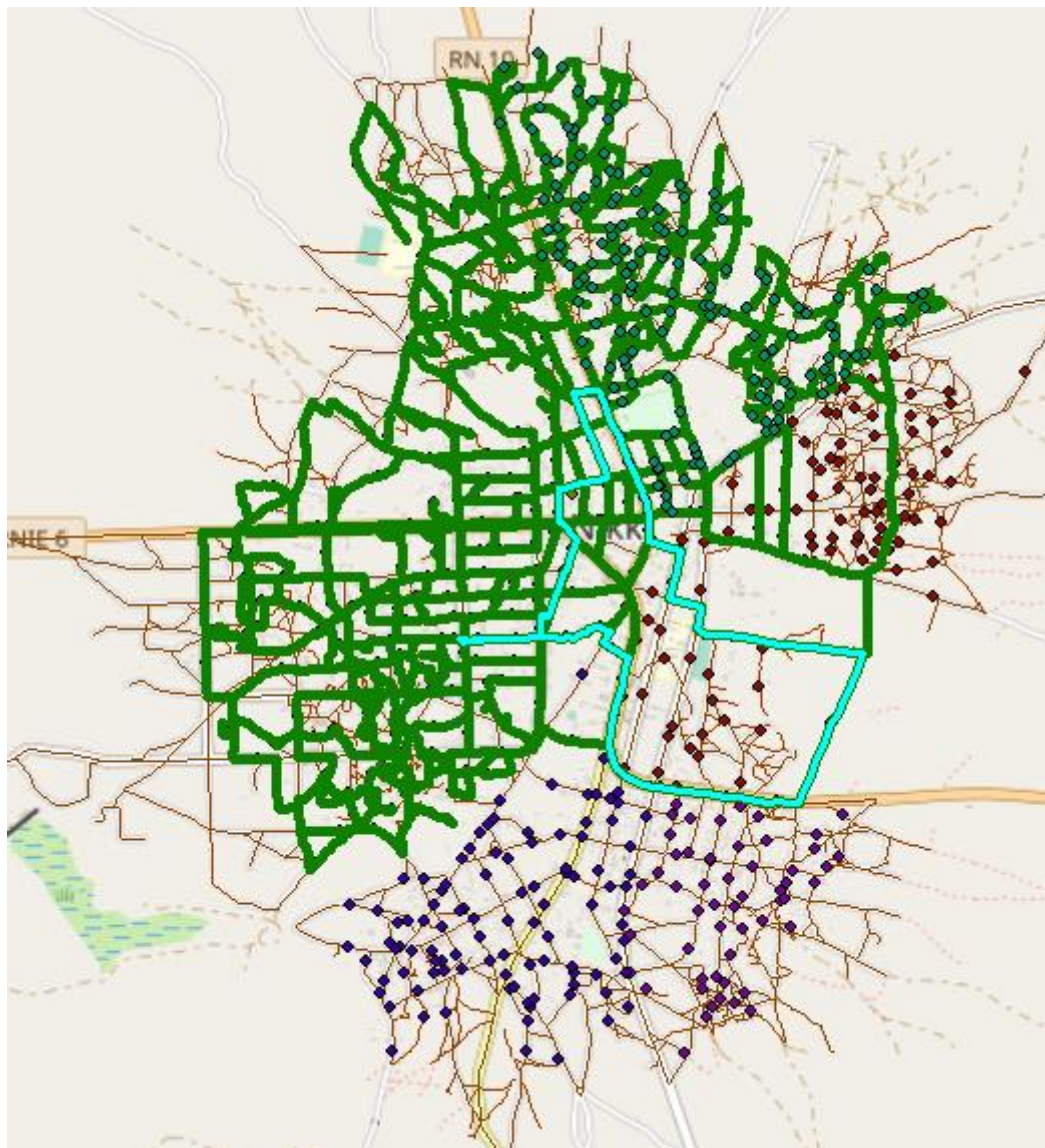


Imagen 105: Ruta 11

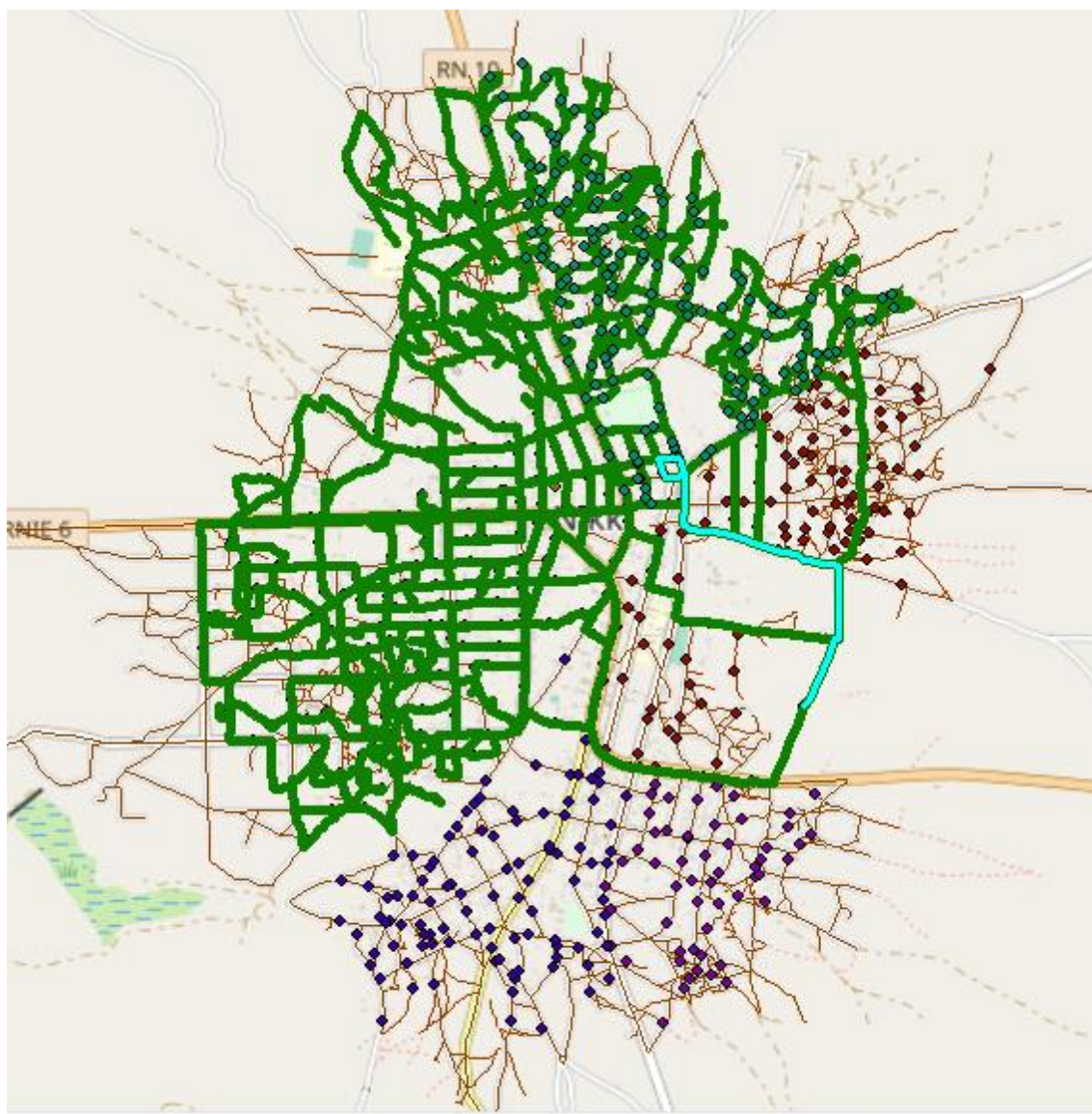


Imagen 106: Ruta 12

2.2. Sector 2

A continuación, se muestran las rutas para los vehículos que realizan una recogida de residuos plásticos tres veces a la semana para el sector 2.

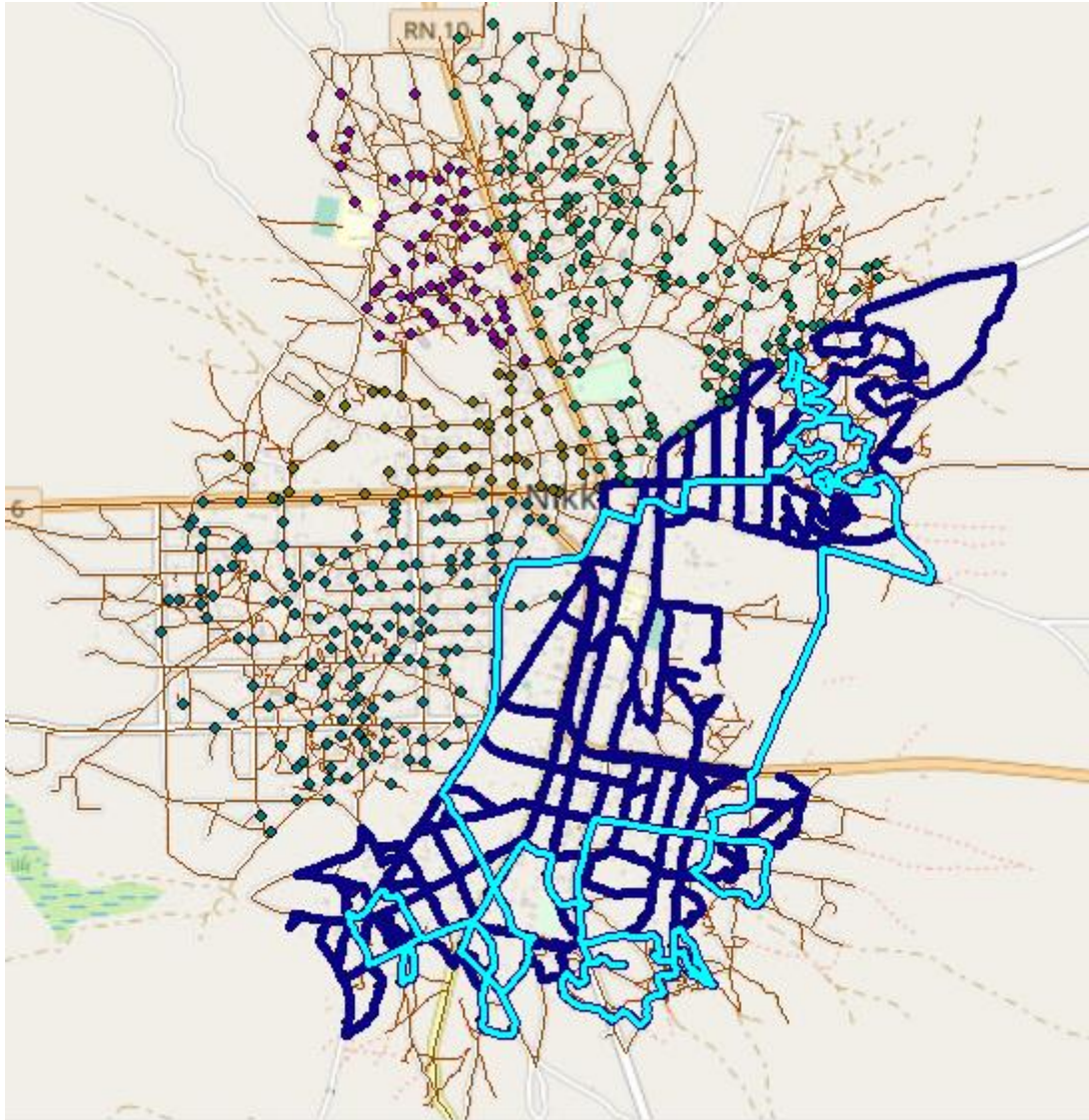


Imagen 107: Ruta 1

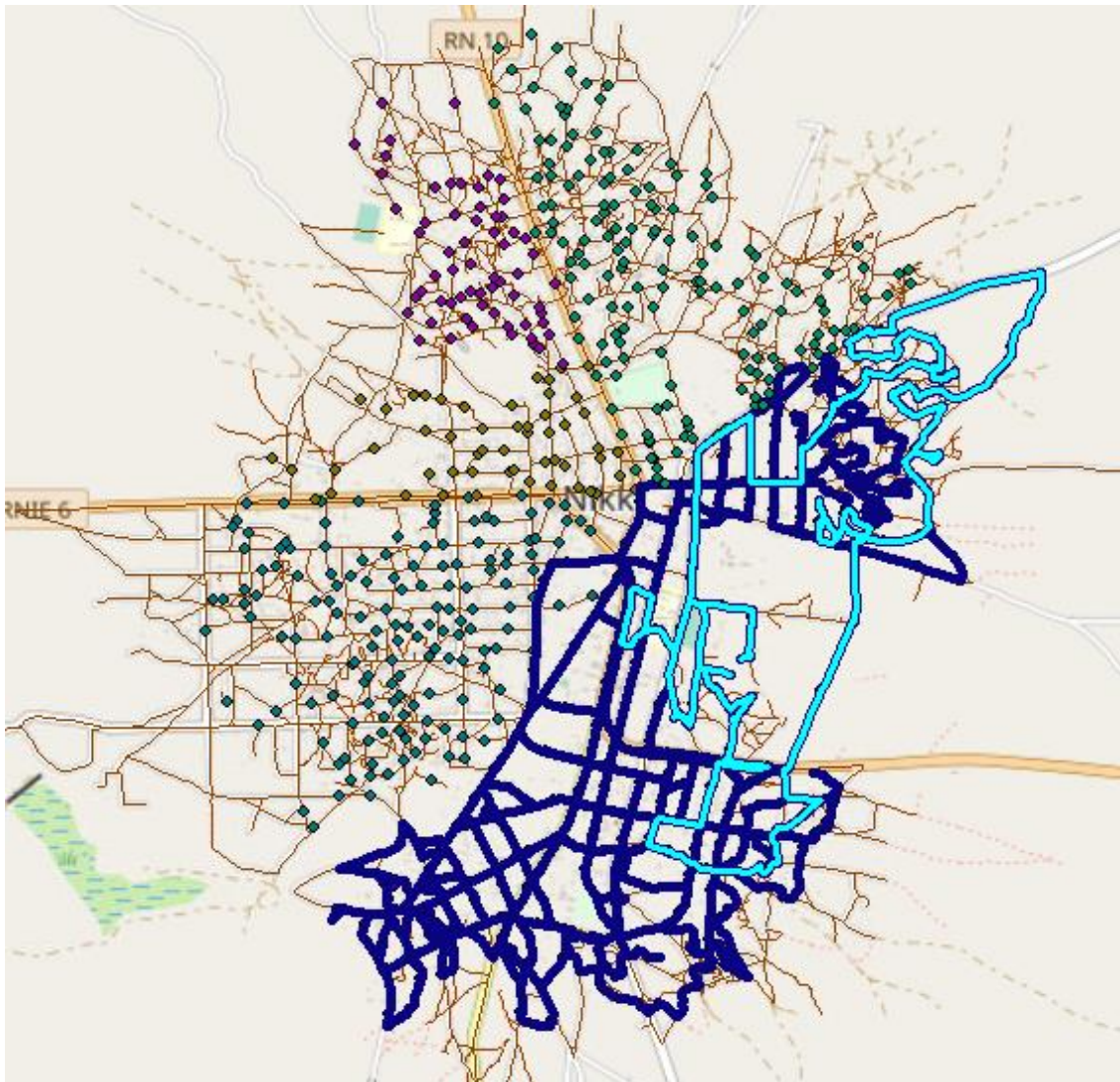


Imagen 108: Ruta 2

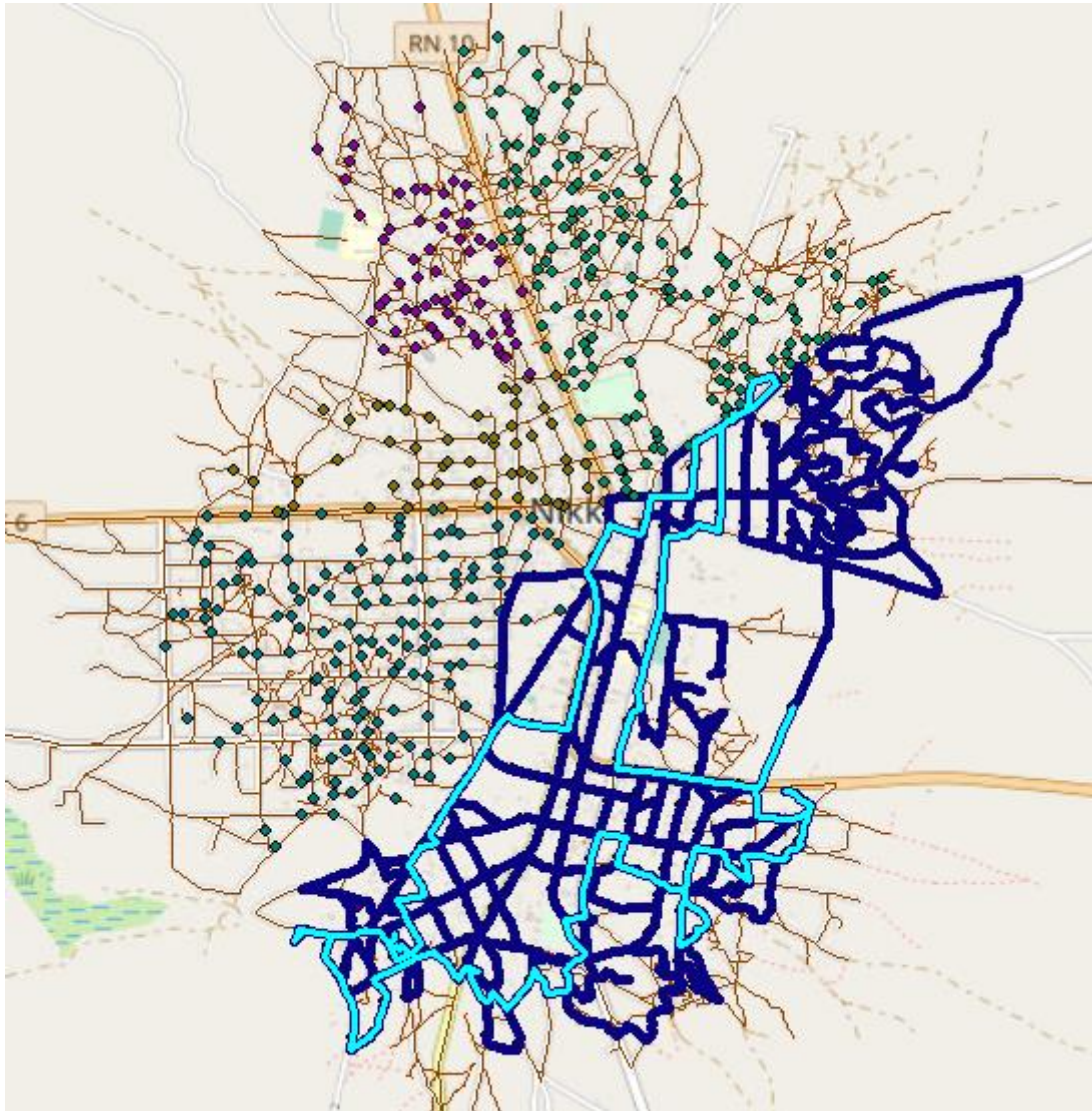


Imagen 109: Ruta 3

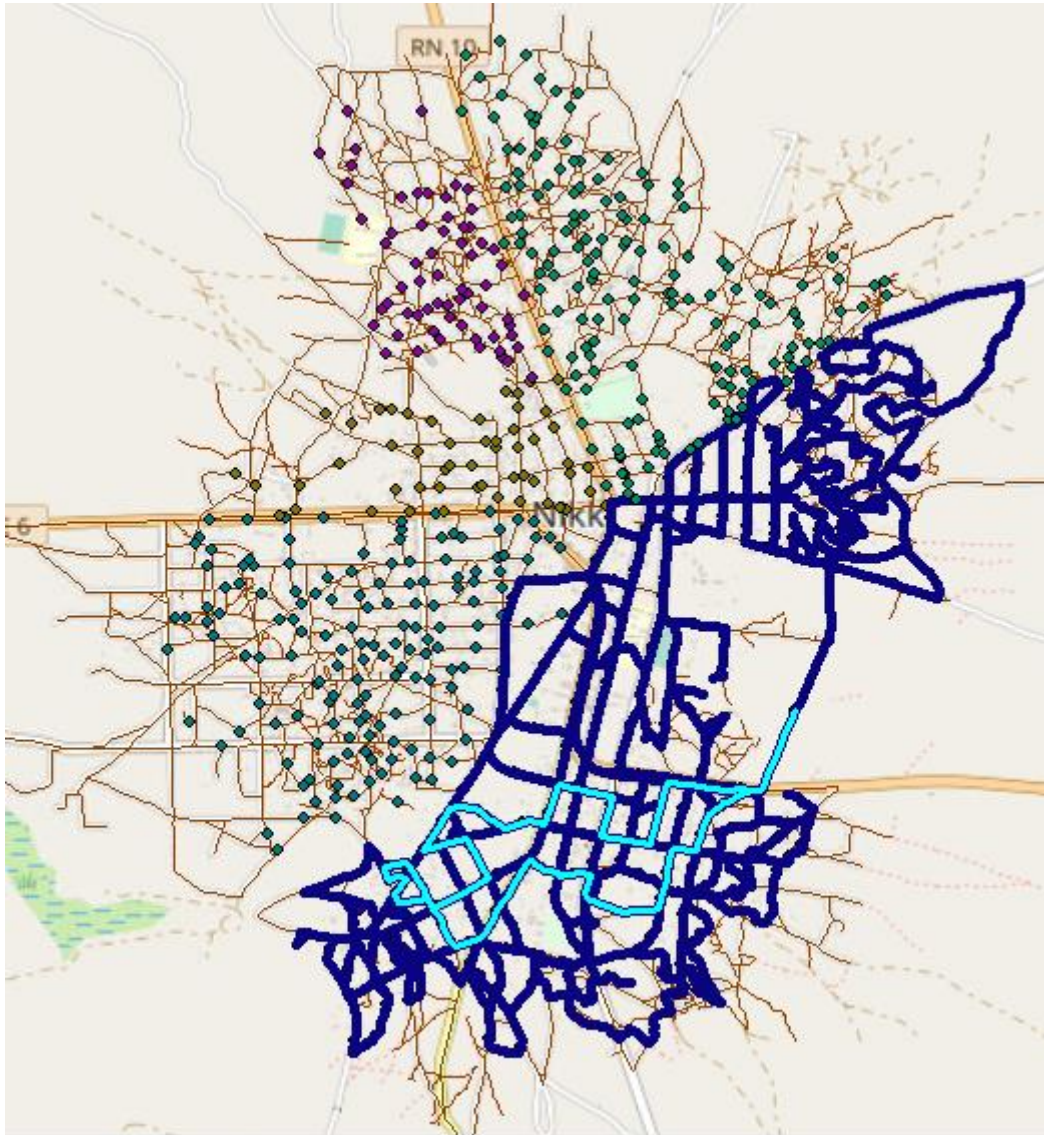


Imagen 110: Ruta 4



Imagen 111: Ruta 5



Imagen 112: Ruta 6

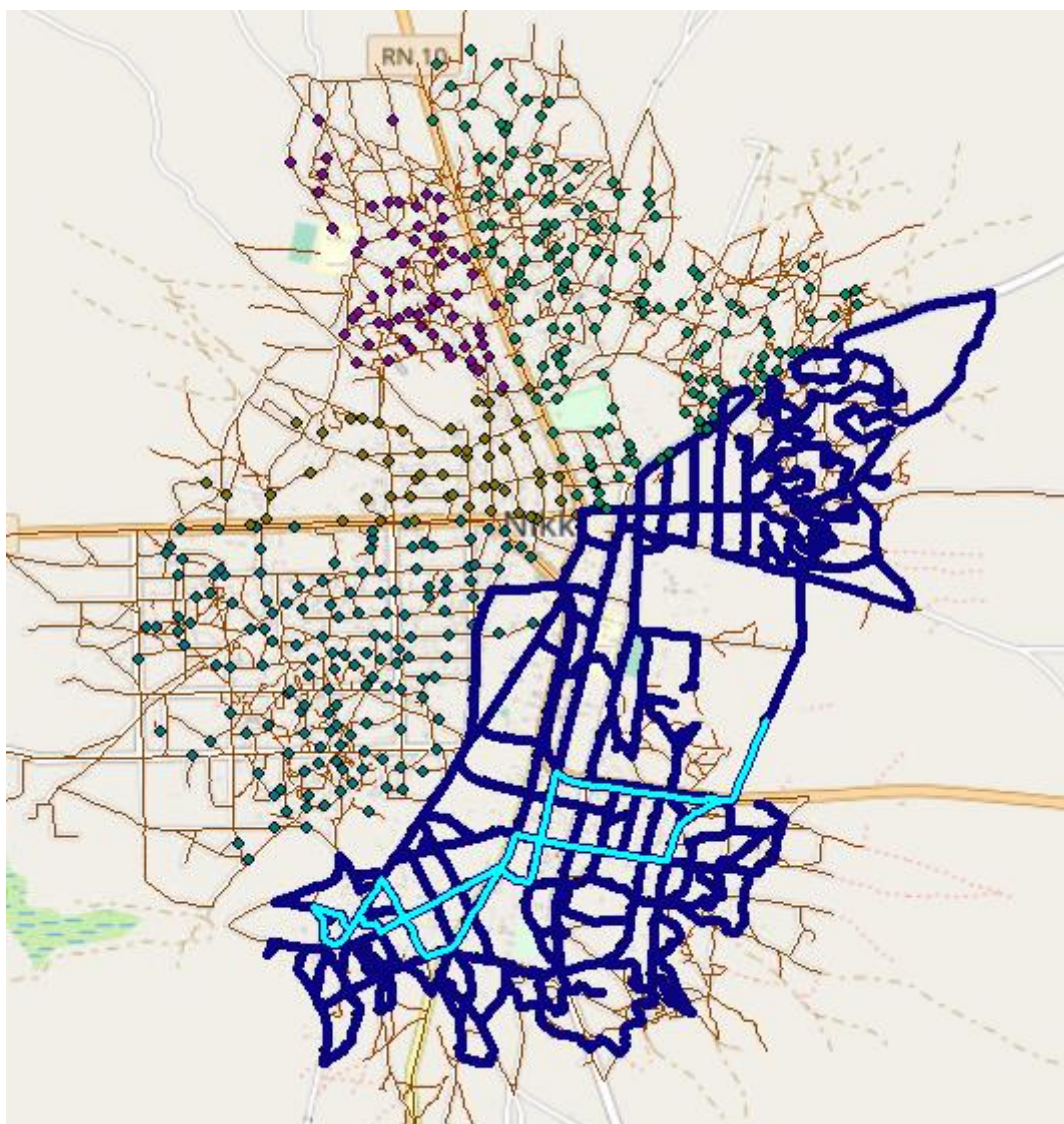


Imagen 113: Ruta 7

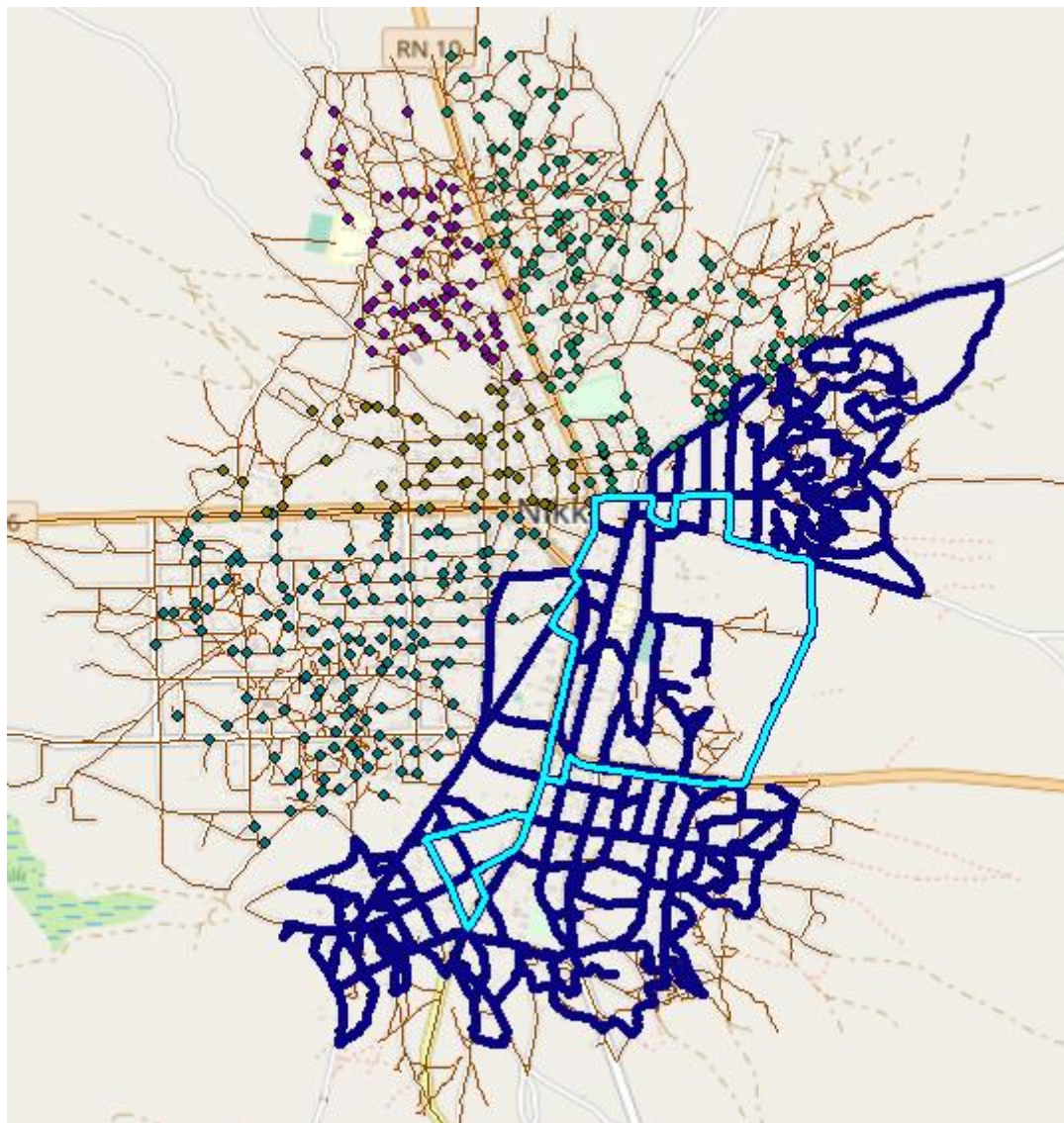


Imagen 114: Ruta 8

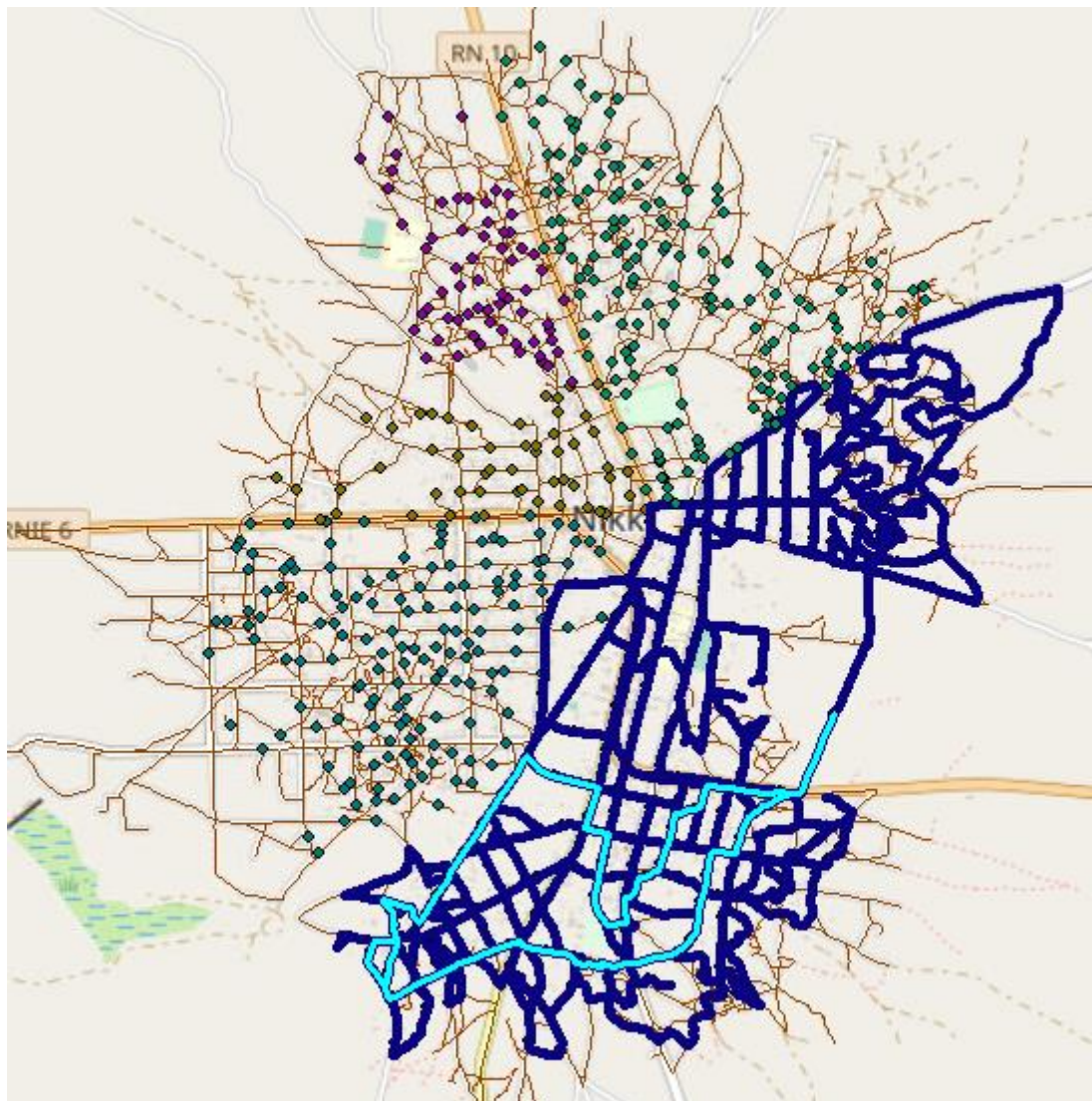


Imagen 115: Ruta 9

3. Rutas de los vehículos utilizados para los residuos orgánicos con una frecuencia de tres veces a la semana

3.1. Sector 1

A continuación, se muestran las rutas para los vehículos que realizan una recogida de residuos orgánicos tres veces a la semana para el sector 1.

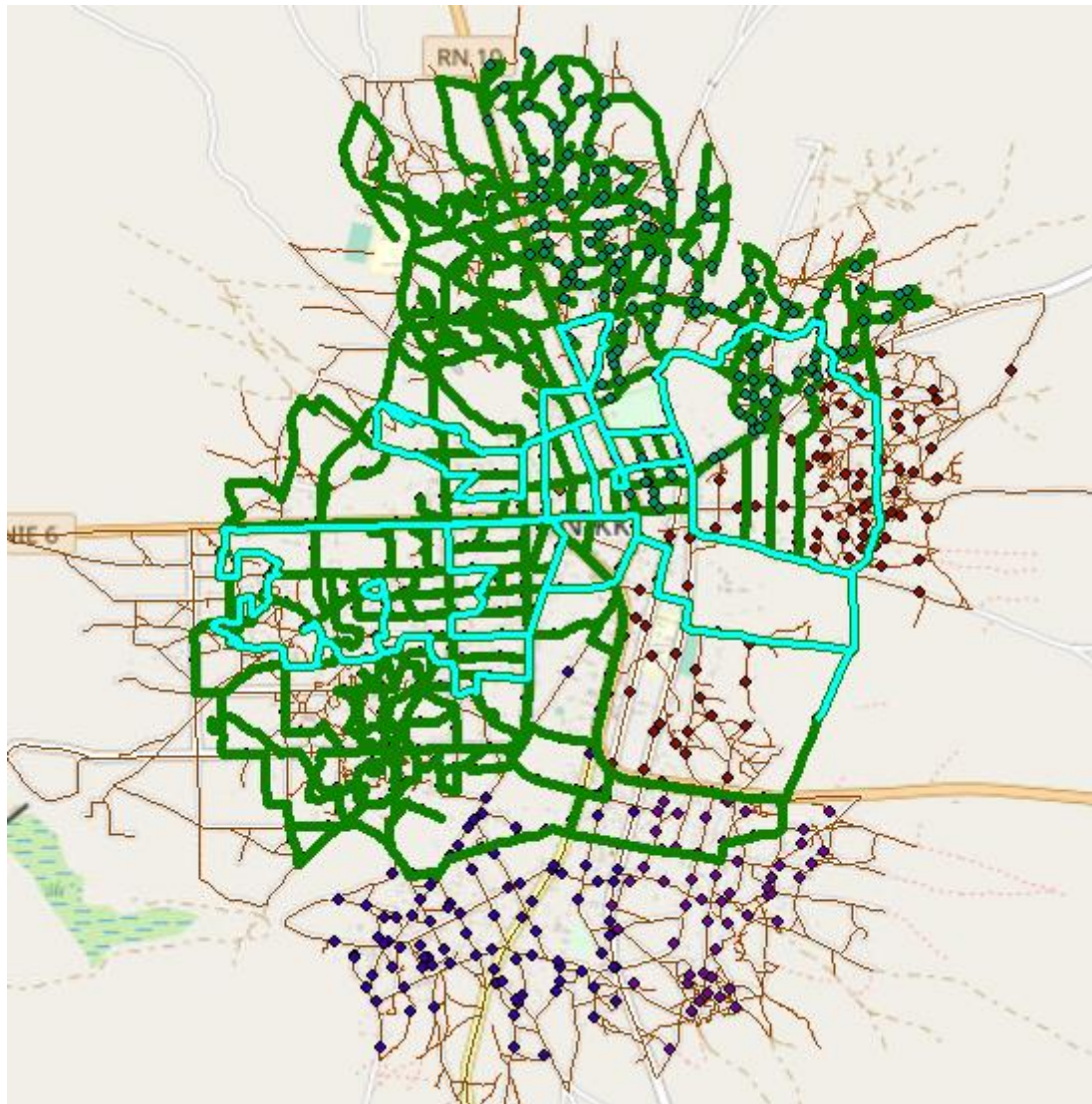


Imagen 116: Ruta 1



Imagen 117: Ruta 2

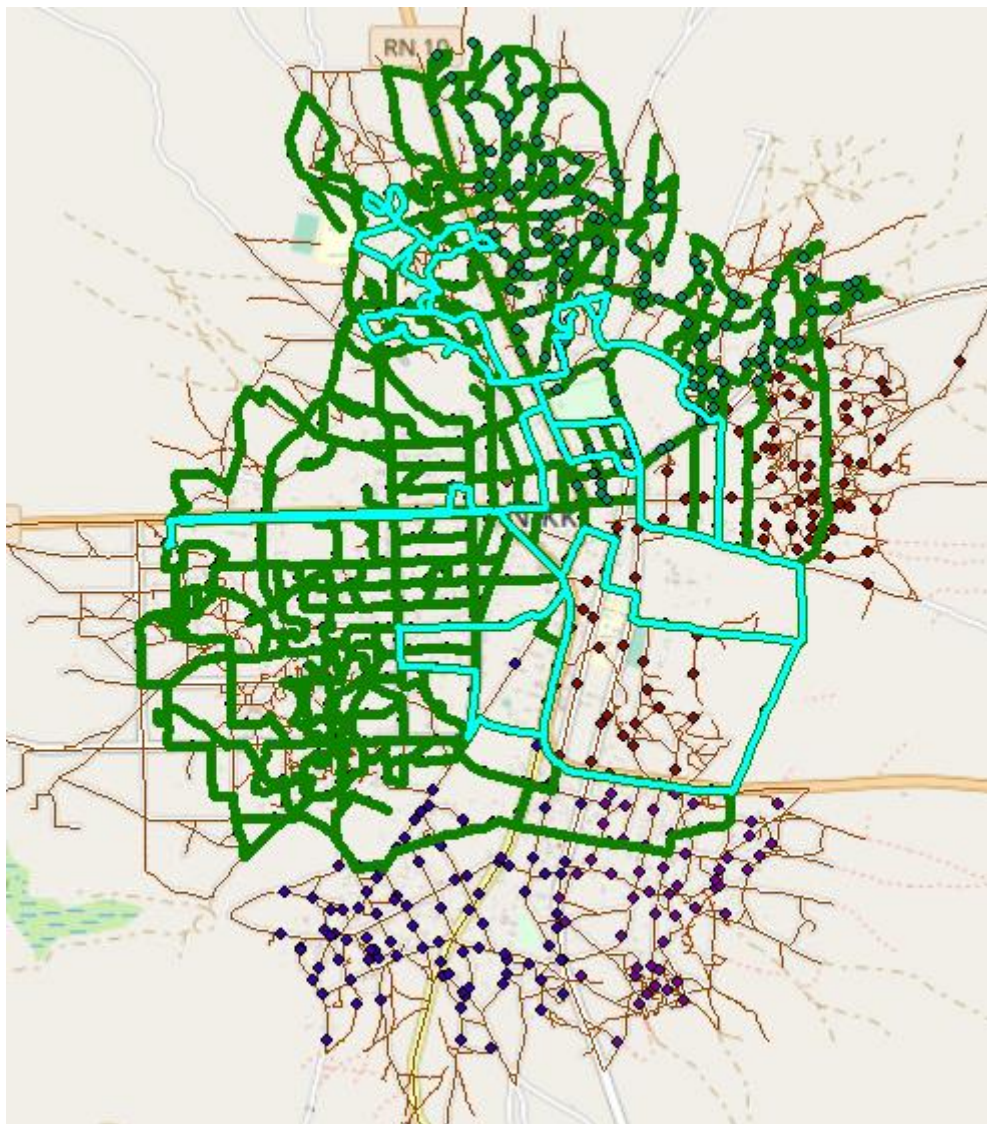


Imagen 118: Ruta 3

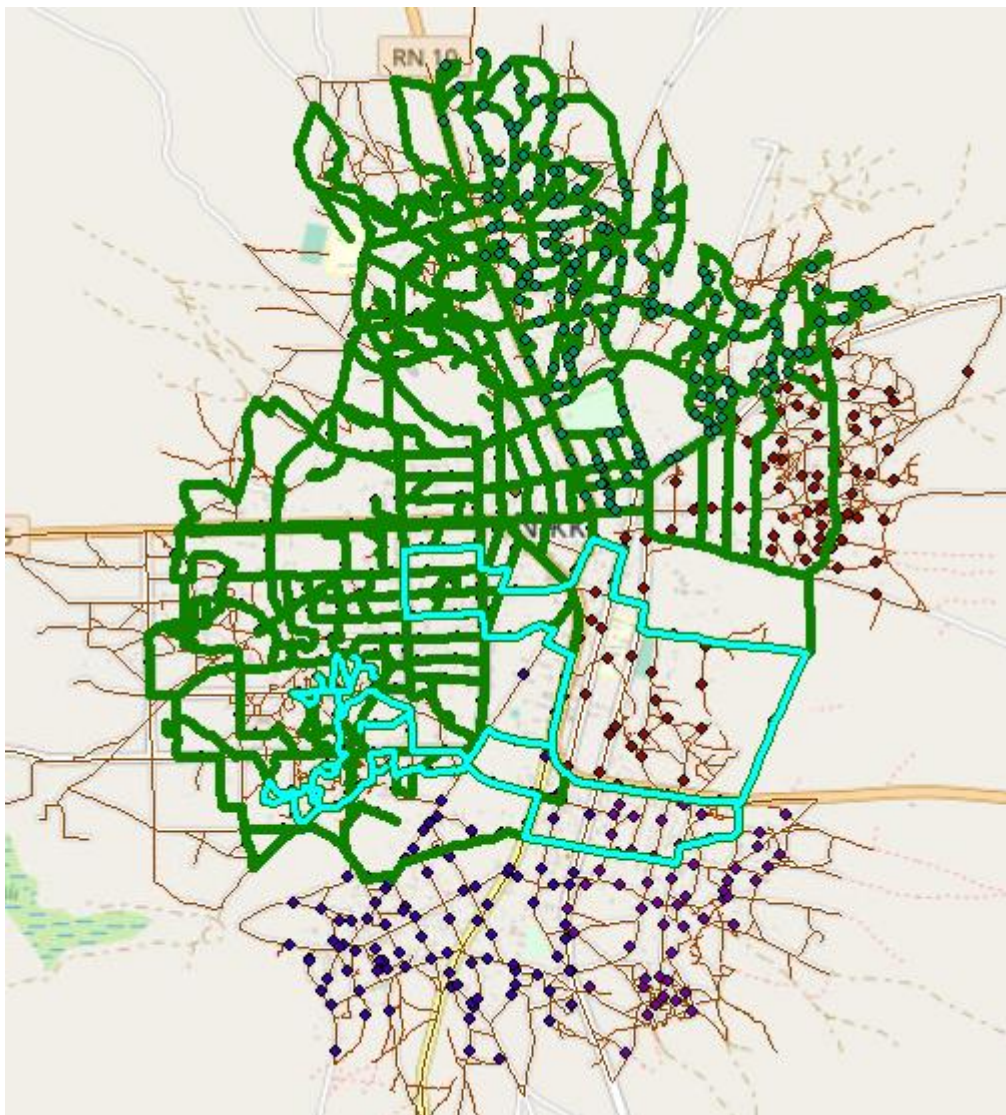


Imagen 119: Ruta 4

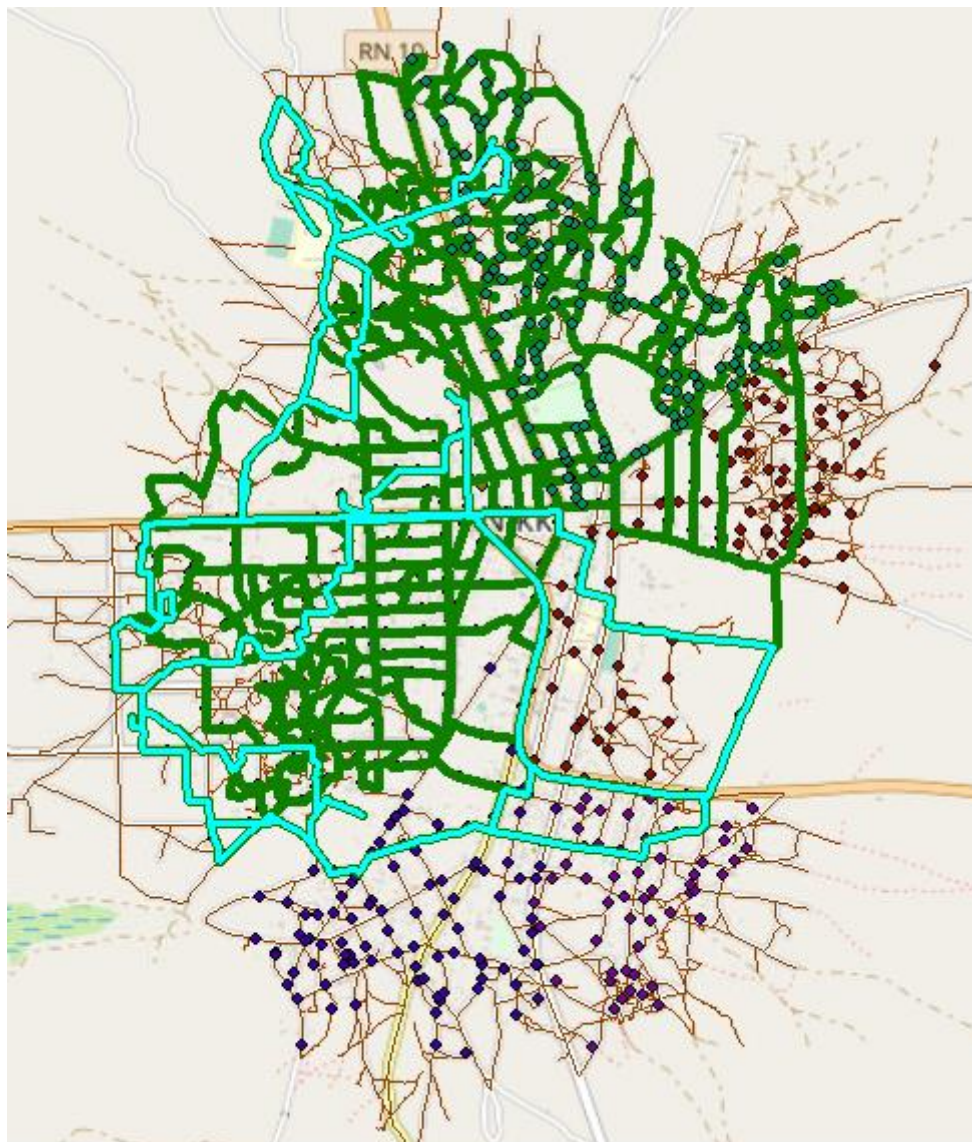


Imagen 120: Ruta 5

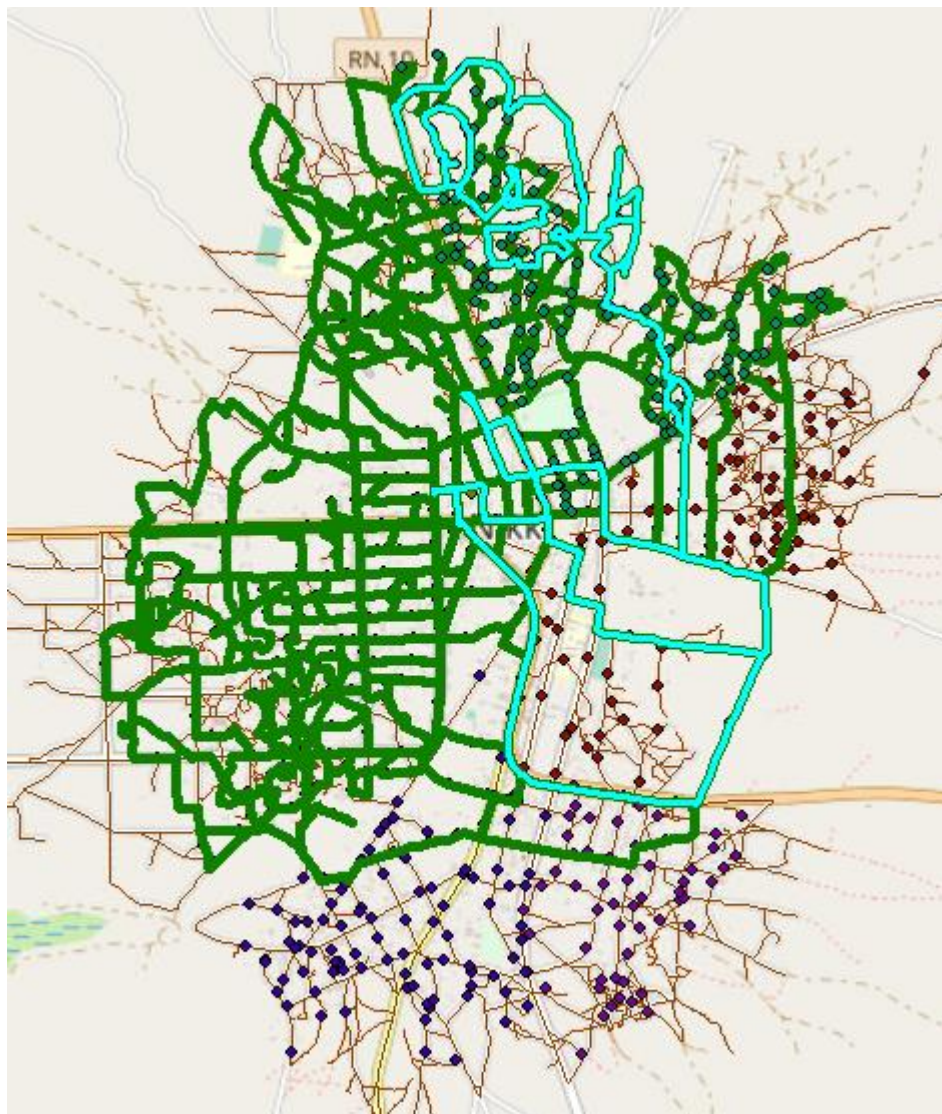


Imagen 121: Ruta 6



Imagen 122: Ruta 7

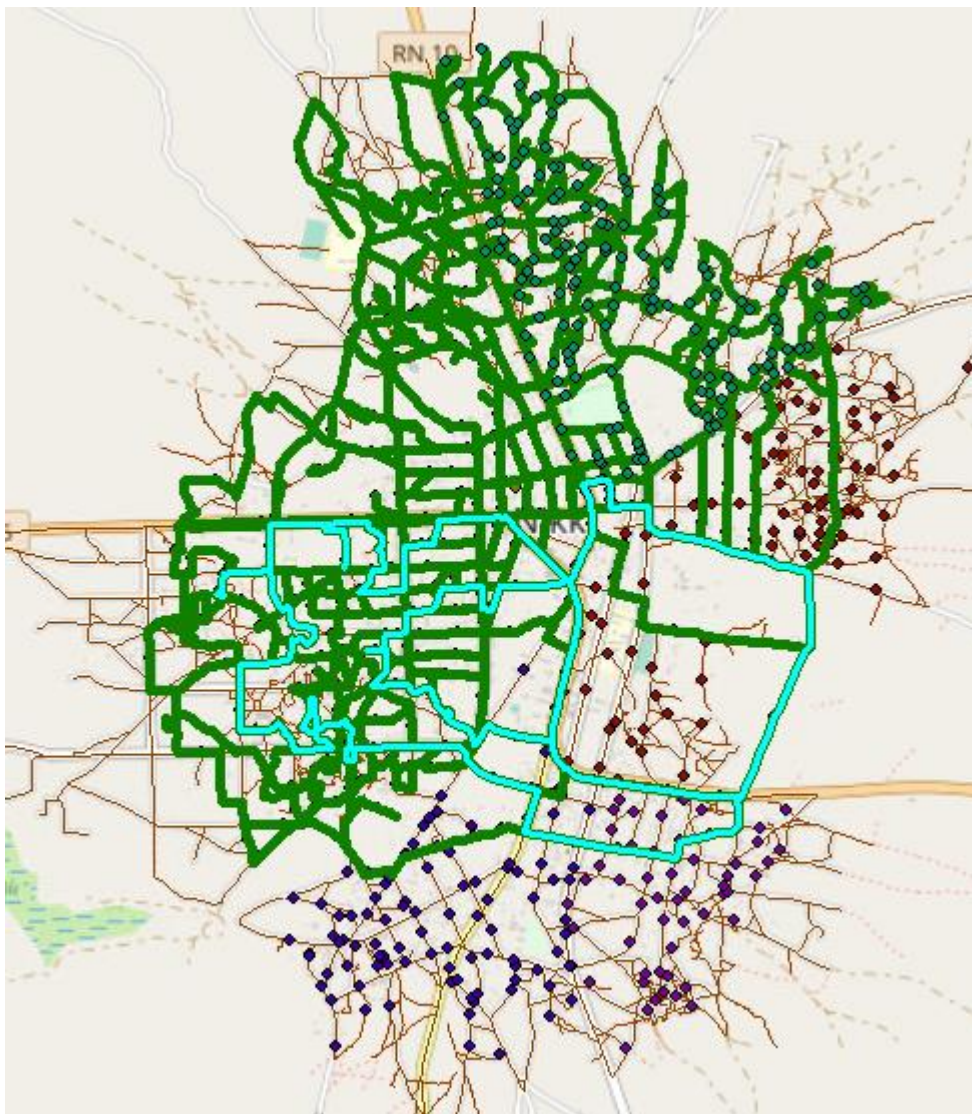


Imagen 123: Ruta 8

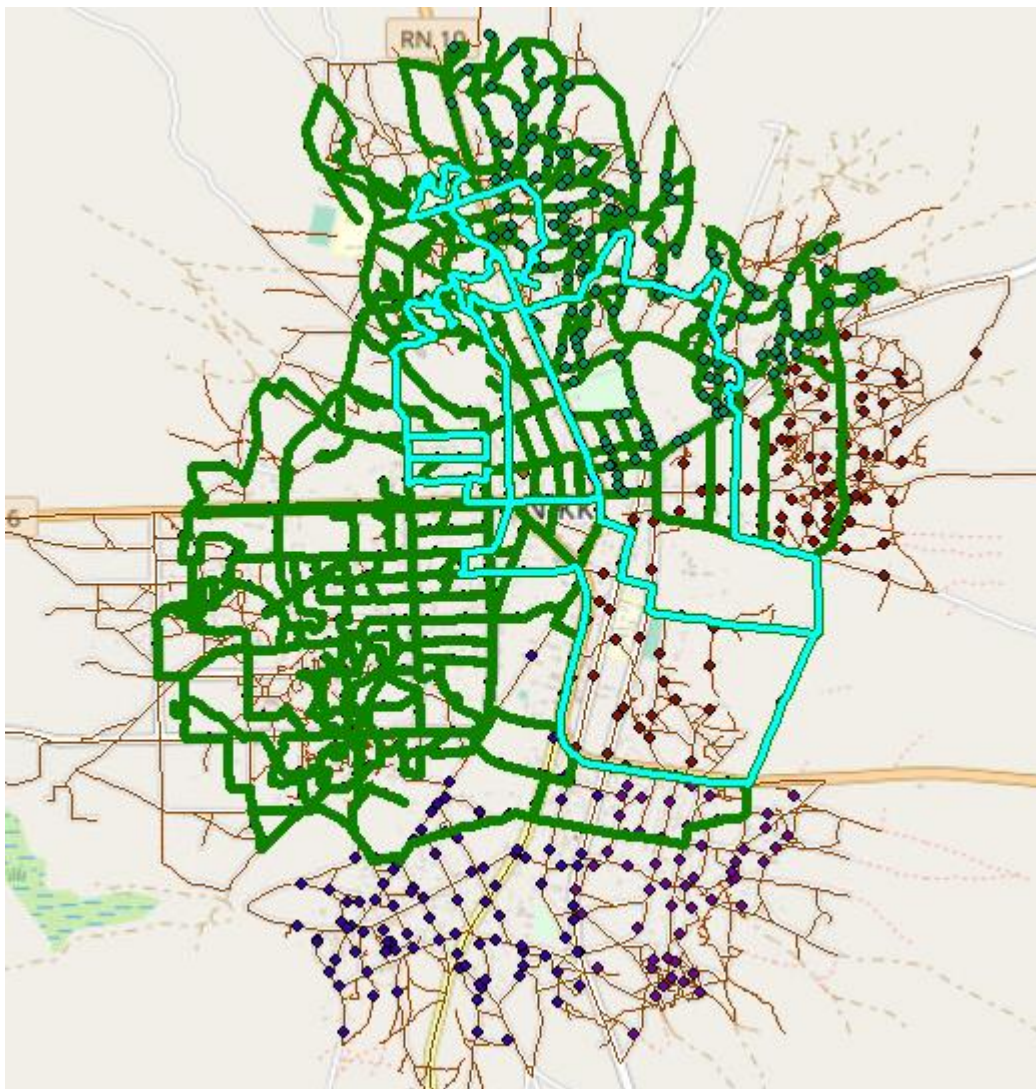


Imagen 124: Ruta 9



Imagen 125: Ruta 10



Imagen 126: Ruta 11

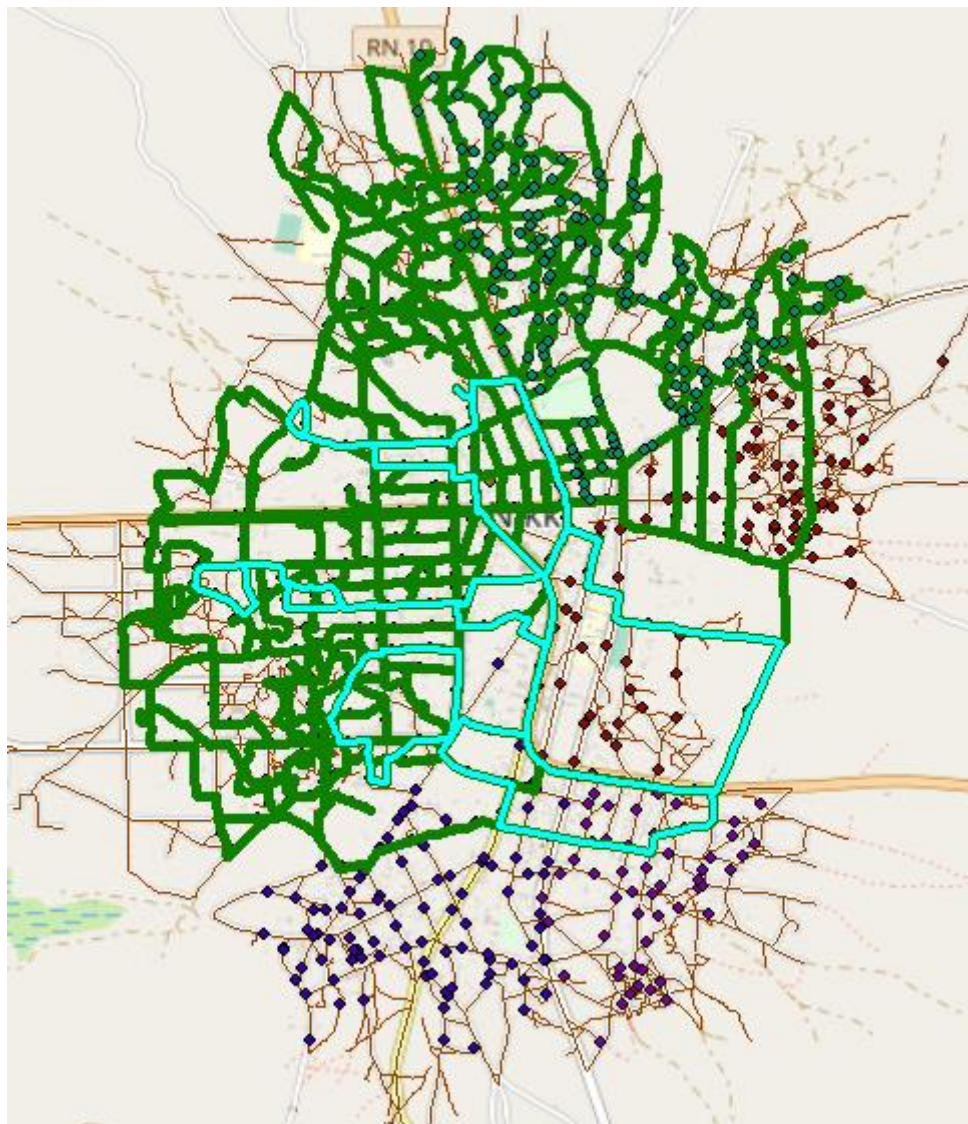


Imagen 127: Ruta 12



Imagen 128: Ruta 13

3.2. Sector 2

A continuación, se muestran las rutas para los vehículos que realizan una recogida de residuos orgánicos tres veces a la semana para el sector 2.

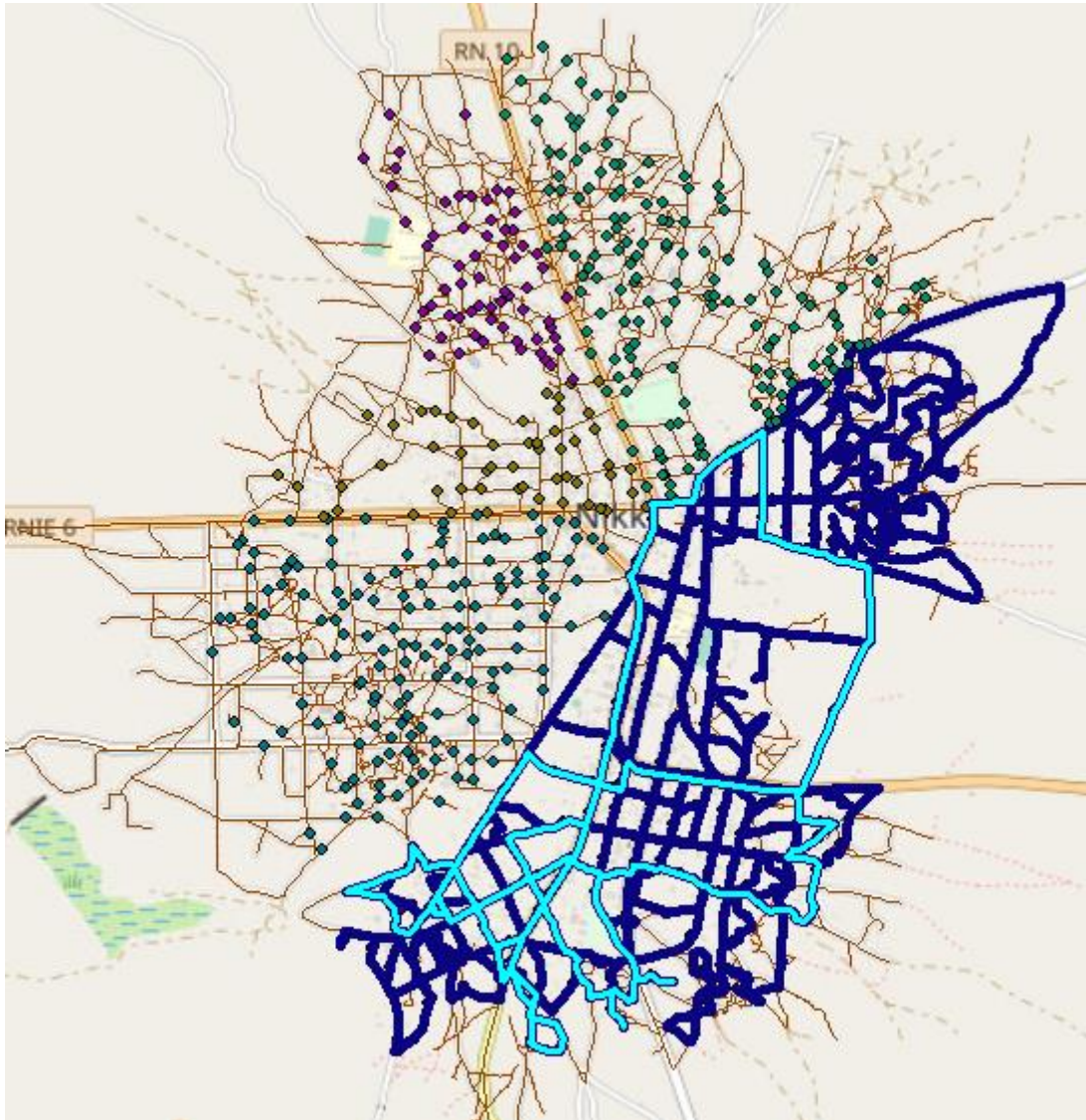


Imagen 129: Ruta 1



Imagen 130: Ruta 2



Imagen 131: Ruta 3

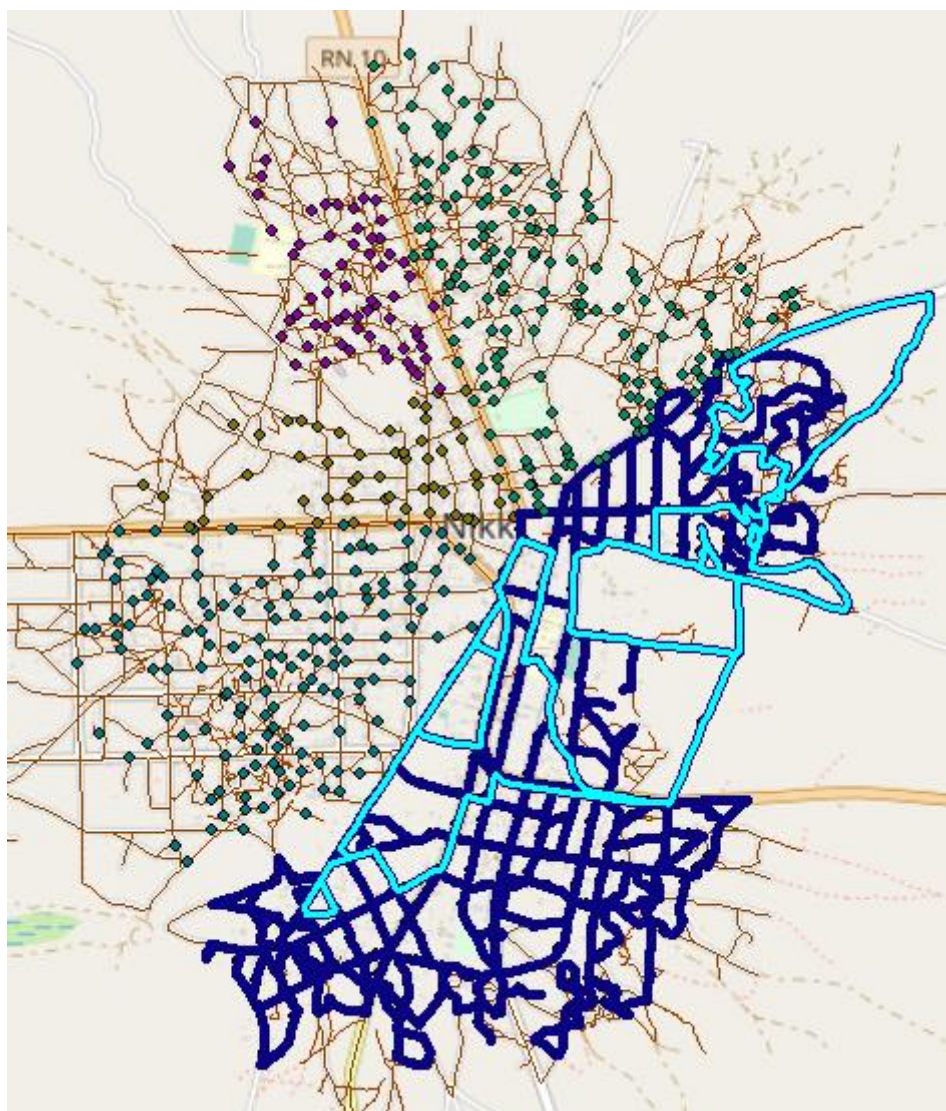


Imagen 132: Ruta 4



Imagen 133: Ruta 5



Imagen 134: Ruta 6



Imagen 135: Ruta 7

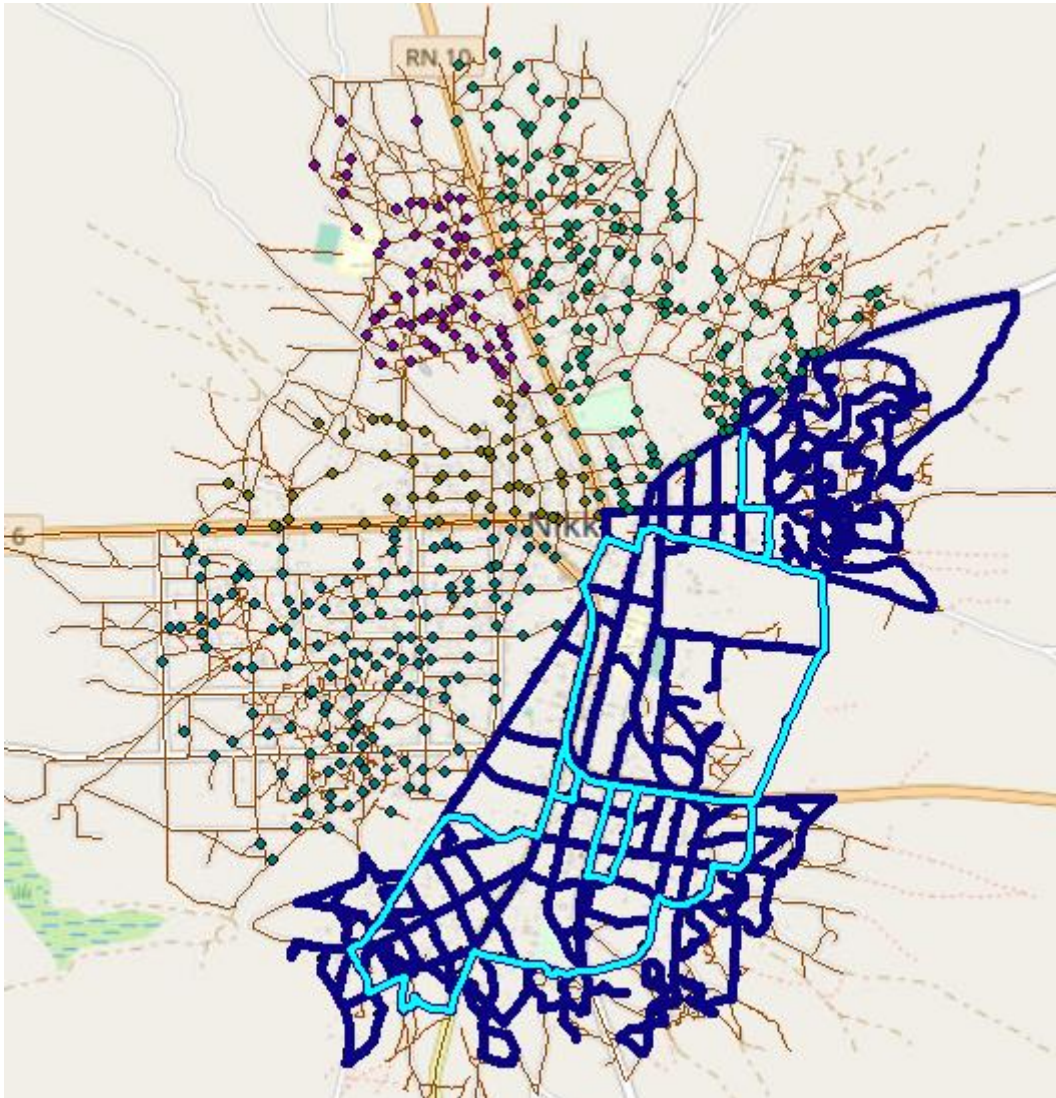


Imagen 136: Ruta 8



Imagen 137: Ruta 9



Imagen 138: Ruta 10