

Universidad de Costa Rica
Facultad de ingeniería
Escuela de ingeniería civil

Desarrollo del estudio de línea base respecto a la generación y gestión de los residuos sólidos ordinarios para el distrito cabecera del cantón de Río Cuarto

Trabajo Final de Graduación

Para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta:

Alex Ricardo Solís Molina

Directora del proyecto de graduación:

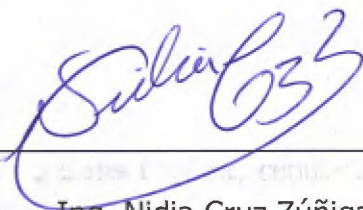
Ing. Nidia Cruz Zúñiga, MSc

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Costa Rica

Mayo, 2022

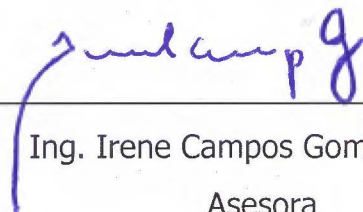
Hoja de aprobación



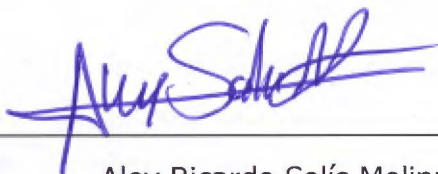
Ing. Nidia Cruz Zúñiga, M.Sc.
Directora del Proyecto



Ing. Luis Zamora Gonzáles
Asesor



Ing. Irene Campos Gomez, M.Sc.
Asesora



Alex Ricardo Solís Molina
Autor

Derechos de autor

Fecha: 2022, Mayo, 05

El suscrito, Alex Ricardo Solís Molina, cédula 2-0705-0243, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné **B16419**, manifiesta que es autor del Proyecto Final de Graduación **Desarrollo del estudio de línea base respecto a la generación y gestión de los Residuos Sólidos Ordinarios para el distrito cabecera del Cantón de Río Cuarto**, bajo la Dirección de la Licenciada Nidia Cruz Zúñiga, quien en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de esta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.

Nota: De acuerdo con la Ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Artículo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001); “no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente distinción entre el texto original y las modificaciones o adiciones editoriales”. Además, el autor conserva el derecho moral sobre la obra, Artículo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.

Dedicatoria

Este documento es el resultado de un largo proceso, con mucho trabajo y esfuerzo de por medio, el cual viene a cerrar una etapa académica y de vida que atesorare con todas las experiencias vividas.

Dedico el resultado de todo este proceso a mi familia, amigos y seres queridos que siempre estuvieron ahí dándome ánimo y apoyo.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por permitirme vivir y culminar esta experiencia académica de manera exitosa.

A mi familia, por el gran apoyo que siempre me ha dado, por creer siempre en mí y ser amor en todo momento.

A mis amigos, a mis profesores y a todas las personas que de una u otra manera formaron parte de este proceso compartiendo momentos, conocimientos y experiencias.

A los funcionarios de la municipalidad de San Carlos por su colaboración con el proyecto, especialmente a Francela Alvarado y Andrei Salas.

A mi directora de tesis, la Ingeniera Nidia Cruz y a mis asesores, el Ingeniero Luis Manuel Zamora y la Ingeniera Irene Campos, por todo su apoyo y colaboración en el proceso.

A todos y cada uno de ustedes, muchas gracias.

Índice General

Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Tabla de Figuras	ix
Tabla de Cuadros	xi
Acrónimos y Abreviaturas	xii
Resumen	xiii
1. Capítulo 1: Introducción.....	1
1.1. Justificación.....	1
1.1.1. Problema específico	1
1.1.2. Importancia	2
1.2. Antecedentes	3
1.2.1. Bases legales para la GIRS	3
1.2.2. Cantón de Río Cuarto: desafíos en GIRS.....	4
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos	6
1.4. Delimitación del problema	6
1.4.1. Alcances	6
1.4.2. Limitaciones.....	7
2. Capítulo 2: Marco teórico y legal.....	8
2.1. Gestión Integral de residuos: generalidades y definiciones	8
2.2. Componentes del sistema de recolección y transporte de residuos sólidos	10
2.2.1. Manejo interno y domiciliario de los residuos sólidos	11
2.2.2. Recolección y transporte de los residuos sólidos.....	13
2.2.3. Descarga	23
2.3. Generación y composición de los residuos sólidos ordinarios.....	24

2.4. Métodos de análisis de pobreza para la estimación de estratos socioeconómicos	31
2.4.1. Método de línea de pobreza (Méndez, 2010)	31
2.4.2. Método de Necesidades Básicas Insatisfechas (Méndez y Trejos, 2000)	33
2.4.3. Método del Índice de Pobreza Multidimensional (INEC, 2015a)	36
3. Capítulo 3: Metodología de la investigación	41
3.1. Esquema metodológico	41
3.2. Primera etapa: Investigación bibliográfica y desarrollo teórico y descriptivo del proyecto	42
3.3. Segunda etapa: Levantamiento de datos en campo	43
3.3.1. Levantamiento de las rutas de recolección existentes	43
3.3.2. Aplicación de encuestas a generadores	43
3.3.3. Estudio de generación y composición	44
3.4. Tercera etapa: Análisis y resultados	47
3.4.1. Caracterización de rutas de recolección	47
3.4.2. Procesamiento y análisis de encuestas	47
3.4.3. Análisis de resultados del estudio de composición y generación	48
3.4.4. Propuesta de mejora del sistema de recolección	48
4. Capítulo 4: Caracterización de la zona de estudio y sus generadores	49
4.1. Aspectos generales del cantón	49
4.1.1. Ubicación del cantón	49
4.1.2. Topografía	50
4.1.3. Poblados y población	51
4.1.4. Principales actividades económicas de la zona	54
4.1.5. Aspectos de GIRS	55
4.2. Aspectos específicos de la zona de estudio	57
4.2.1. Delimitación de la zona de estudio	57
4.2.2. Análisis socioeconómico y geográfico de los generadores residenciales	58
5. Capítulo 5: Diagnóstico del sistema de gestión de residuos ordinarios	73
5.1. Levantamiento de las rutas existentes a nivel cantonal	73

5.1.1. Rutas del distrito de Río Cuarto	74
5.1.2. Ruta de Santa Rita-Santa Isabel	83
5.2. Encuestas sobre GIRS elaboradas en la zona de estudio.....	94
5.2.1. Tamaño de las muestras	94
5.2.2. Análisis y resultados del sector residencial	96
5.2.3. Análisis y resultados de encuestas a comercios	104
5.3. Estudio de generación y composición de RSO en la zona de estudio.....	115
5.3.1. Cantidad de unidades muestreadas.....	115
5.3.2. Aspectos generales de la elaboración del sondeo	115
5.3.3. Análisis de los resultados de generación y composición.....	121
6. Capítulo 6: Propuesta de mejora para el sistema de GIRS de RSO	134
6.1. Etapa 1: Mejora general del sistema de recolección de RSO	134
6.1.1. Intervención del servicio de recolección en el distrito de Río Cuarto.....	136
6.1.2. Intervención del servicio de recolección en el distrito de Santa Rita	139
6.1.3. Intervención del servicio de recolección en el distrito de Santa Isabel	141
6.2. Etapa 2: Propuesta para el fortalecimiento de las prácticas de valorización de RSO	142
6.2.1. Separación y captación de residuos reciclables.....	142
6.2.2. Valorización de la fracción orgánica.....	144
7. Conclusiones y recomendaciones	146
7.1. Conclusiones	146
7.1.1. Características de la zona	146
7.1.2. Servicio actual de recolección	147
7.1.3. Generación y composición de RSO	148
7.1.4. Principales retos para la nueva municipalidad de Río Cuarto en cuanto a GIRS .	150
7.2. Recomendaciones	150
7.2.1. Sobre la gestión de residuos valorizables y especiales.....	150
7.2.2. Sobre obtención de datos de generación y composición	151
7.2.3. De las mejoras en el sistema de GIRS	152
7.2.4. Sobre aspectos administrativos y planificación cantonal	153

Fuentes bibliográficas	154
Anexos.....	161

Tabla de Figuras

<i>Figura 1. Separación geográfica de Río Cuarto respecto al cantón de Grecia.....</i>	<i>4</i>
<i>Figura 2. Categorías y asignación de colores para los RSO</i>	<i>13</i>
<i>Figura 3. Categorías y asignación de colores para otros residuos</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4. Imagen ilustrativa de camión compactador</i>	<i>18</i>
<i>Figura 5. Imágenes ilustrativas para el transporte de residuos específicos.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 6. Resumen de actividades para la elaboración del estudio de generación y composición.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 7. Pasos para determinar composición de los residuos</i>	<i>29</i>
<i>Figura 8. Propuesta de ponderación de dimensiones elaborada por el INEC.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 9. Porcentaje de hogares pobres para distintos umbrales de pobreza (k)</i>	<i>40</i>
<i>Figura 10. Esquema metodológico</i>	<i>41</i>
<i>Figura 11. Mapa de ubicación del cantón de Río Cuarto.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 12. Mapa de pendientes del cantón de Río Cuarto</i>	<i>51</i>
<i>Figura 13. Resultados de caracterización empresarial de Río Cuarto.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 14. Resultados sobre métodos de eliminación de residuos sólidos en el antiguo distrito de Río Cuarto</i>	<i>56</i>
<i>Figura 15. Delimitación especial de la zona de estudio</i>	<i>57</i>
<i>Figura 16. Rangos de clasificación de hogares según indicadores evaluados.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 17. División del distrito de Río Cuarto por UGM</i>	<i>61</i>
<i>Figura 18. Zonas consideradas como urbanas para el distrito de Río Cuarto</i>	<i>63</i>
<i>Figura 19. Fotografías dentro de las zonas consideradas urbanas en el distrito de Río Cuarto.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 20. Fotografías de viviendas en la dentro de la zona de estudio</i>	<i>65</i>
<i>Figura 21. Cantidad de hogares por categoría.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 22. Distribución de privaciones obtenidas para cada indicador.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 23. Intensidad de las privaciones en los hogares con pobreza moderada</i>	<i>68</i>
<i>Figura 24. Distribución espacial de categorías socioeconómicas en el distrito de Río Cuarto.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 25. Camión utilizado para la recolección de RSO en el distrito de Río Cuarto</i>	<i>76</i>
<i>Figura 26. Mapa general de ruta de recolección N°1 del cantón de Río Cuarto.....</i>	<i>77</i>
<i>Figura 27. Mapa específico de ruta de recolección N°1 del cantón de Río Cuarto</i>	<i>79</i>
<i>Figura 28. Mapa específico de ruta de recolección de los martes para el distrito de Río Cuarto.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 29. Camión utilizado para la recolección de RSO en los distritos de Santa Rita y Santa Isabel..</i>	<i>85</i>

<i>Figura 30. Mapa general de ruta de recolección N°3 del cantón de Río Cuarto.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 31. Mapa específico de ruta de recolección N°3 en distrito de Santa Rita</i>	<i>88</i>
<i>Figura 32. Mapa específico para ruta de recolección N°3 en distrito de Santa Isabel.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 33. Mapa de viviendas encuestadas en el distrito cabecera de Río Cuarto</i>	<i>96</i>
<i>Figura 34. Tenencia del servicio de recolección en las viviendas encuestadas.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 35. Percepción sobre el costo del servicio de recolección en viviendas</i>	<i>98</i>
<i>Figura 36. Deficiencias del servicio de recolección de acuerdo con los usuarios.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 37. Incidencia de separación de residuos valorizables según tipo de residuo</i>	<i>101</i>
<i>Figura 38. Frecuencia de disposición de residuos reciclables.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 39. Formas de disposición habitual de los residuos orgánicos.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 40. Mapa de comercios encuestadas en el distrito cabecera de Río Cuarto</i>	<i>105</i>
<i>Figura 41. Respuesta sobre gestión de RSO en comercios que no pagan el servicio de recolección ..</i>	<i>106</i>
<i>Figura 42. Percepción sobre el costo del servicio de recolección en comercios.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 43. Tipo de residuos que se generan habitualmente en los comercios encuestados</i>	<i>110</i>
<i>Figura 44. Residuos que predominan en la generación comercial.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 45. Tipos de residuos que son separados habitualmente en comercios</i>	<i>112</i>
<i>Figura 46. Frecuencia de disposición de residuos valorizables en locales comerciales.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 47. Percepción en comercios de la calidad del servicio de recolección.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 48. Captura de pantalla de los fotopuntos utilizados para identificación de las unidades del sondeo</i>	<i>116</i>
<i>Figura 49. Bolsas con residuos recolectadas para el estudio de generación y composición de RSO... </i>	<i>117</i>
<i>Figura 50. Fotografía del procesamiento de los residuos comerciales en el relleno sanitario.....</i>	<i>118</i>
<i>Figura 51. Ubicación de las viviendas consideradas para la muestra residencial</i>	<i>119</i>
<i>Figura 52. Ubicación de comercios considerados para el muestreo.....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 53. Composición porcentual de los RSO residenciales en la zona de estudio.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 54. Composición porcentual de los RSO comerciales en la zona de estudio.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 55. Proyección de la generación anual de RSO para el distrito de Río Cuarto.....</i>	<i>132</i>
<i>Figura 56. Zonas identificadas sin servicio de recolección en el cantón de Río Cuarto.....</i>	<i>135</i>
<i>Figura 57. Mapa de propuesta de ruta N°1 para el distrito de Río Cuarto</i>	<i>137</i>
<i>Figura 58. Mapa de propuesta de ruta N°2 para el distrito de Río Cuarto</i>	<i>138</i>
<i>Figura 59. Mapa de propuesta de mejora para ruta de recolección para el distrito de Santa Rita</i>	<i>140</i>
<i>Figura 60. Mapa de propuesta de mejora para ruta de recolección para el distrito de Santa Isabel ..</i>	<i>141</i>

Tabla de Cuadros

<i>Cuadro 1. Frecuencia de recolección recomendada por tipo de residuos.....</i>	<i>16</i>
<i>Cuadro 2. Propuesta de indicadores a considerar en la evaluación del método de NBI</i>	<i>34</i>
<i>Cuadro 3. Definición de los indicadores para el método de NBI en Costa Rica.....</i>	<i>35</i>
<i>Cuadro 4. Umbrales de pobreza definidos en diferentes aplicaciones del método del IPM.....</i>	<i>37</i>
<i>Cuadro 5. Distribución de área y habitantes por distrito para el 2011.....</i>	<i>52</i>
<i>Cuadro 6. Desviación, población extensión y densidad poblacional, según quintiles 2017</i>	<i>53</i>
<i>Cuadro 7. Resumen de indicadores de pobreza evaluados en el análisis socioeconómico.....</i>	<i>58</i>
<i>Cuadro 8. Clasificación de las UGM por categorías socioeconómicas.....</i>	<i>69</i>
<i>Cuadro 9. Resumen de aspectos operativos de las rutas de recolección del distrito de Río Cuarto.....</i>	<i>74</i>
<i>Cuadro 10. Resumen de distancias por la ruta N°1</i>	<i>80</i>
<i>Cuadro 11. Resumen de distancias para la ruta de recolección N°2.....</i>	<i>82</i>
<i>Cuadro 12. Resumen de aspectos operativos de las rutas de recolección Santa Rita-Santa Isabel.....</i>	<i>83</i>
<i>Cuadro 13. Resumen de maniobras y distancias para la ruta de recolección N°3.....</i>	<i>91</i>
<i>Cuadro 14. Resumen de indicadores de eficiencia de las rutas existentes.....</i>	<i>92</i>
<i>Cuadro 15. Tarifas residenciales de recolección para los cantones colindantes a Río Cuarto</i>	<i>99</i>
<i>Cuadro 16. Tarifas comerciales del servicio de recolección de la municipalidad de Alajuela.....</i>	<i>108</i>
<i>Cuadro 17. Tarifas comerciales de recolección para los cantones colindantes a Río Cuarto.....</i>	<i>108</i>
<i>Cuadro 18. Resultados de tasas de generación residencial</i>	<i>121</i>
<i>Cuadro 19. Resultados de tasas de generación comercial.....</i>	<i>122</i>
<i>Cuadro 20. Tasas de generación de residuos para diferentes zonas del país.....</i>	<i>124</i>
<i>Cuadro 21. Datos de composición de RSO residenciales en diferentes zonas del país.....</i>	<i>127</i>
<i>Cuadro 22. Análisis de valores promedio de composición residencial contra valores obtenidos en la zona de estudio.....</i>	<i>128</i>
<i>Cuadro 23. Datos de composición de RSO comerciales en diferentes zonas del país.....</i>	<i>130</i>
<i>Cuadro 24. Análisis de valores promedio de composición comercial contra valores obtenidos en la zona de estudio.....</i>	<i>131</i>

Acrónimos y Abreviaturas

CEPAL: Comisión Económica para América Latina

ENSRV: Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos

GIRS: Gestión Integral de Residuos Sólidos

INEC: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

ITCR: Instituto Tecnológico de Costa Rica

RSO: Residuos Sólidos Ordinarios

PMGIRS: Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos

SNIT: Sistema Nacional de Información Territorial

Solís Molina, Alex Ricardo.

Desarrollo del estudio de línea base respecto a la generación y gestión de los residuos sólidos ordinarios para el distrito cabecera del cantón de Río Cuarto.

Proyecto de Graducación – Ingeniería Civil – San José. CR.:

A. Solís M., 2022.

Xiii, 162, [42]h; ils. col. – 53 refs.

Resumen

En la presente investigación tuvo como objetivo elaborar el estudio documental y de campo sobre gestión de Residuos Sólidos Ordinarios (RSO) en el cantón de Río Cuarto, con enfoque especial en la zona central del distrito cabecera, para brindar una serie de insumos esenciales necesarios para la elaboración del Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PMGIRS).

A nivel cantonal se llevó a cabo el levantamiento en campo y caracterización de las 3 rutas de recolección existentes. En la zona central del distrito cabecera se aplicaron encuestas en viviendas y comercios para evaluar aspectos esenciales sobre gestión residuos. Además, se realizó un estudio para estimar los parámetros de generación y composición de RSO en un área definida dentro del distrito cabecera.

Los resultados obtenidos evidenciaron deficiencias operativas y de cobertura en el sistema de recolección de RSO, el cual es administrado de manera informal y desligada de la municipalidad de Río Cuarto. Además, la tasa de generación de RSO determinada en la zona central del distrito cabecera fue de 0,45 kg/hab/día y por medio de esta se estimó una generación semanal para el distrito central de unas 16 toneladas.

A partir de la información obtenida del levantamiento de campo, se realizó una propuesta general para la mejora del servicio de GIRS enfocada en la mejora de la cobertura. Adicionalmente se extienden recomendaciones sobre gestión y valorización de RSO, las cuales en conjunto con los parámetros de generación y el mapeo de las rutas de recolección podrán ser utilizadas por la municipalidad de Río Cuarto en el desarrollo del PMGIRS.

Palabras clave: residuos sólidos ordinarios, rutas de recolección, gestión integral de residuos, disposición final, plan municipal de gestión integral de residuos sólidos.

Ing. Nidia Cruz Zúñiga, M.Sc.

Escuela de Ingeniería Civil.

1. Capítulo 1: Introducción

1.1. Justificación

1.1.1. Problema específico

En las últimas décadas la generación de residuos sólidos a nivel mundial ha alcanzado magnitudes sin precedentes y las problemáticas asociadas son cada vez más visibles.

De acuerdo con el informe del Banco Mundial *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*, la producción diaria de residuos sólidos a nivel mundial registrada en el 2016 fue de 2010 millones de toneladas, de las cuales se estima que casi el 40% se depositan en vertederos semicontrolados o sin control alguno.

Por otro lado, un artículo científico publicado por Lebreto et al (2018) en la revista Nature indicó que la mancha de plástico que se ubica en el océano pacífico ha alcanzado un tamaño de aproximadamente 1,6 millones de Km² (3 veces el tamaño de Francia) y corresponde a una cantidad cercana a los 80 millones de toneladas de materiales plásticos. Además, esta aglomeración de plástico es solo una de las 5 “islas” que se han conformado en los distintos océanos del mundo. Estos datos, además de reflejar la magnitud del problema, también evidencian la existencia de grandes deficiencias en cuanto a la Gestión Integral de Residuos Sólidos (en adelante GIRS) a nivel mundial.

Las problemáticas asociadas a una mala GIRS son múltiples y abarcan aspectos como emisiones no controladas de gases de efecto invernadero (GEI), contaminación de cuerpos de agua y del suelo por lixiviados, proliferación de vectores (moscas, mosquitos, ratas, cucarachas, etc), afectaciones a la flora y fauna silvestre, degradación del paisaje, entre otros. Estos aspectos impactan negativamente la salud de las personas, así como la calidad de diferentes factores ambientales, sociales y económicos en las zonas afectadas.

Costa Rica no es la excepción en cuanto a los problemas relacionados con la GIRS. Aspectos como deficiencia de cobertura del servicio de recolección, existencia de botaderos ilegales (vertederos), agotamiento de los sitios adecuados para la disposición final, falta de educación y sensibilización de la población, son algunos de los problemas existentes en el país.

En 2014, las cifras de generación de residuos sólidos ordinarios rondaban las 4000 toneladas diarias. Sin embargo, la totalidad de estos residuos no recibe el tratamiento adecuado, ya que actualmente hay identificados al menos 28 vertederos en los cuales se disponen grandes cantidades de residuos provenientes de distintos municipios (Ministerio de Salud, 2016d).

Esta situación es bien conocida en el país y en muchos casos obedece a que, las municipalidades, como entes encargados de la GIRS a nivel cantonal no cuentan con los recursos técnicos o económicos para realizar adecuadamente esta tarea.

Concretamente, en el caso del nuevo cantón de Río Cuarto se abre una brecha en cuanto a la planificación de la GIRS en la región, ya que se requiere realizar una transición entre la forma en que se atendía anteriormente el tema por el cantón de Grecia y lo que se quiere ejecutar por la nueva Municipalidad. Aunado con ello, la conformación político-administrativa de la nueva municipalidad es muy reciente, por lo que aún no se cuenta con los insumos técnicos para desarrollar adecuadamente un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (en adelante PMGIRS) como lo solicita la ley, por lo que el apoyo de la academia es crucial para ayudar a afrontar el desafío.

1.1.2. Importancia

La generación de residuos sólidos en una zona geográfica determinada se encuentra directamente ligada a 2 aspectos principales, a saber: la densidad demográfica y las características socioeconómicas y culturales de dicha zona. Así, es común que en las zonas con mayor densidad demográfica y mayor actividad económica se generen más residuos, lo cual se puede ver potenciado o atenuado por las características sociales y culturales de la población en relación con el manejo de los residuos.

Tomando como referencia una zona geográfica del tamaño de un cantón, la generación de residuos sólidos puede rondar el orden de decenas o hasta cientos de toneladas diarias, de modo que una mala gestión a esta escala trae consigo problemáticas sociales, ambientales y económicas, que repercuten no solo a nivel local pero también a nivel nacional. Es ahí donde la implementación de una adecuada GIRS por parte de los gobiernos locales juega un papel de suma importancia.

En Costa Rica se ha establecido por medio de la Ley N° 8839 *Ley para la Gestión Integral de Residuos* que es de carácter obligatorio para toda municipalidad contar con un PMGIRS que se utilice como herramienta para la correcta gestión de los residuos sólidos dentro del cantón.

En el caso de Río Cuarto no se cuentan aún con dicho plan, esto debido principalmente a que la conformación del cuerpo municipal es muy reciente y aún no se posee la totalidad de los estudios para poder generarlo.

Así, la importancia de este trabajo radica generar una parte esencial de los insumos requeridos para la elaboración del PMGIRS y con esto ayudar a impulsar una adecuada gestión de los residuos en el nuevo cantón.

1.2. Antecedentes

1.2.1. Bases legales para la GIRS

En el país las bases regulatorias para la GIRS dieron inicio por medio de la aprobación del primer Plan Nacional de Residuos Sólidos (PRESOL) en el año 2008. Posteriormente, en 2010 se creó la Ley 8839, *Ley para la gestión integral de residuos*, con lo cual se estableció un marco legal para orientar, regular y penalizar los asuntos relacionados a la GIRS.

Por medio de esta ley se definieron y formalizaron diferentes aspectos que han facilitado la aplicación de los principios de GIRS a nivel nacional. Como parte de los aspectos relevantes se establecieron las prioridades para el manejo de residuos sólidos, indicando por primera vez el acatamiento obligatorio de esta jerarquización, lo cual busca enrumbar el país hacia un paradigma de sostenibilidad en el tema de gestión de residuos. Además, un logro muy importante alcanzado por medio de esta ley, fue el definir con claridad las responsabilidades y los entes encargados de la GIRS tanto en el ámbito público como privado.

Actualmente, el ente rector en materia de GIRS es el Ministerio de Salud, el cual se encarga de emitir las políticas públicas en relación con el tema.

Por su parte, los gobiernos locales han sido reconocidos como los actores principales en el ámbito público, para ejecutar las políticas de GIRS. Esto quedó plasmado en el artículo 8 de la Ley, en donde se hacen explícitas las funciones de las municipalidades como responsables en la gestión de los residuos a nivel cantonal. No obstante, en algunas ocasiones a falta de

recursos técnicos y/o económicos, estas se han quedado cortas para lograr cumplir dichos objetivos.

1.2.2. Cantón de Río Cuarto: desafíos en GIRS

La declaración de Río Cuarto como cantón es un acontecimiento reciente desde el punto de vista legal, pero con una larga historia previa.

A través de un largo proceso impulsado por varios dirigentes comunales y vecinos de la zona durante varios años, el 20 de mayo de 2017 se hace efectiva la conformación de Río Cuarto como cantón, por medio de la Ley N° 9634.

Anterior a la consolidación como cantón, Río Cuarto era uno de los distritos del cantón de Grecia. Así, debido a la segregación geográfica existente entre Río Cuarto y Grecia, como se aprecia en la Figura 1, se generaron una serie de deficiencias administrativas en múltiples aspectos, entre los cuales estuvo la gestión de los residuos de la zona.



Figura 1. Separación geográfica de Río Cuarto respecto al cantón de Grecia
Fuente: Atlas ITC, 2014

Específicamente en el tema de GIRS, no hubo un acompañamiento adecuado por parte de la Municipalidad de Grecia.

Uno de los aspectos que así lo evidencia, fue la ausencia de un servicio de recolección de residuos municipal durante la gestión de Grecia. Esta carencia dio paso a que el servicio fuera suplido de manera informal, situación que se mantiene actualmente aún con la conformación de la municipalidad de Río Cuarto. No obstante, aunque dicho servicio de mantiene es importante aclarar qué las condiciones en las que se brinda no son las más apropiadas en relación con algunos aspectos operativos y legales.

Primeramente, existen deficiencias en cuanto a la cobertura, ya que actualmente varias comunidades en el cantón de Río Cuarto no reciben el servicio de recolección. Esto ha derivado en prácticas inadecuadas por parte de los vecinos de estas comunidades, como lo son enterrar o quemar los residuos; hecho que ha confirmado la señora Yessenia Alfaro, actual gestora ambiental de la Municipalidad de Grecia (Y. Alfaro, comunicación personal, 9 de abril de 2019).

Además, los camiones utilizados para la recolección no son los adecuados ya que no se transportan los residuos en un espacio cerrado, ni cuentan con una estructura para captación de los lixiviados, lo cual representa un problema de salud pública.

Aunado a las deficiencias del servicio de recolección se encuentra la ausencia de servicios de limpieza y mantenimiento de espacios públicos, aseo de vías, campañas educativas en el tema de GIRS, entre otros aspectos que vienen a ser deficiencias de la GIRS en la zona.

Es así como la municipalidad de Río Cuarto hereda una serie de problemáticas en cuanto a la GIRS, las cuales abren espacios de trabajo que deberán ser atendidos por la nueva administración.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Desarrollar el estudio de línea base de la generación y gestión de los residuos sólidos ordinarios en el cantón de Río Cuarto con énfasis en el distrito cabecera para brindar

una serie de insumos esenciales requeridos en la elaboración del Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos del cantón.

1.3.2. Objetivos específicos

- Generar un registro de las rutas actuales de recolección de residuos y su respectiva caracterización.
- Realizar una propuesta de mejora del sistema de recolección de residuos del cantón, en aspectos generales de cobertura y planificación.
- Determinar los porcentajes de composición promedio de los distintos residuos sólidos ordinarios que se generan para el sector comercial y residencial en el distrito cabecera del cantón de Río Cuarto.
- Identificar los principales retos que enfrenta la nueva municipalidad de Río Cuarto en cuanto a la GIRS.
- Brindar recomendaciones en cuanto al desarrollo de estrategias de valorización de residuos en el cantón.

1.4. Delimitación del problema

1.4.1. Alcances

- El levantamiento, caracterización y propuesta de mejora de las rutas de recolección existentes se realizó a nivel cantonal.
- Para la propuesta de mejora de rutas se realizó únicamente el análisis de general de macroruteo enfocado aspectos de cobertura y planificación del servicio, dejando así el análisis financiero y de microruteo para futuras investigaciones.
- La aplicación de encuestas, así como la obtención de parámetros de generación y composición se realizó únicamente en una zona de estudio delimitada dentro del distrito cabecera.

- Como parte del análisis previo para el estudio de composición se realizó una aproximación a las condiciones socioeconómicas del distrito cabecera tomando como base la estructura del método de medición de pobreza denominado Índice de Pobreza Multidimensional.
- Para el estudio de composición y generación se realizó un sondeo y no un muestreo con representatividad estadística como solicitada la metodología oficial publicada en el decreto ejecutivo N° 37745-S.

1.4.2. Limitaciones

- Debido a contratiempos surgidos a raíz de la pandemia generada por el virus COVID-19 y por limitantes en diferentes recursos (humanos, materiales y económicos), se decidió reducir el área para realizar el estudio de generación y composición a una zona específica del distrito cabecera del cantón de Río Cuarto.
- Debido a la reducción en el tamaño de la zona de estudio, las encuestas realizadas cumplen con un tamaño de muestra adecuado para tener representatividad estadística pero no tiene representatividad espacial por lo que no se pueden generalizar los resultados a todo el distrito cabecera o el cantón.
- Otra limitante para la elaboración del estudio fue la falta de una base de datos con información actualizada sobre diferentes aspectos del cantón tales como ubicación de patentes comerciales, delimitación espacial de poblados, mapas de catastro municipal, red vial cantonal, entre otras.
- Debido a la ausencia de datos actualizados y específicos del cantón de Río Cuarto, el análisis para la aproximación de las condiciones socioeconómicas se realizó con los datos del censo nacional del 2011.

2. Capítulo 2: Marco teórico y legal

2.1. Gestión Integral de residuos: generalidades y definiciones

La GIRS se define, de acuerdo con la Ley N° 8839 (2010a), como el “conjunto articulado e interrelacionado de acciones regulatorias, operativas, financieras, administrativas, educativas, de planificación, monitoreo y evaluación para el manejo de los residuos, desde su generación hasta la disposición final”.

En el proceso de GIRS están involucrados múltiples actores tanto en el ámbito público como privado. De acuerdo con esta ley, es responsabilidad de las municipalidades el brindar una GIRS adecuada para los residuos que generados en su cantón. Para esto cada municipalidad debe elaborar su propia reglamentación, así como el correspondiente PMGIRS. Este último funciona como herramienta de planificación, estableciendo un diagnóstico de los aspectos relacionados a la GIRS en el cantón, para posteriormente proyectar la metas y objetivos de mejora.

Una adecuada GIRS requiere el conocer aspectos como las fuentes de generación, tipos de residuos, cantidades generadas, métodos de valorización y disposición, recursos para la recolección, entre otros. Para esto es importante entender una serie de conceptos asociados, los cuales se presentan a continuación:

- **Residuo:** material sólido, semisólido, líquido o gas, cuyo generador o poseedor debe o requiere deshacerse de él, y que puede o debe ser valorizado o tratado responsablemente o, en su defecto, ser manejado por sistemas de disposición final adecuados. (Ley para la Gestión Integral de Residuos, 2010, p.6).
- **Residuos ordinarios:** son los de carácter doméstico, generados en viviendas y en cualquier otra fuente, que presentan composiciones similares a los de las viviendas (Ley para la Gestión Integral de Residuos, 2010, p.6).
- **Residuos peligrosos:** Residuos que, por su reactividad química y sus características tóxicas, explosivas, corrosivas, radioactivas, biológicas, bioinfecciosas e inflamables, o

que por su tiempo de exposición puedan causar daños a la salud y al ambiente (Ley para la Gestión Integral de Residuos, 2010, p.6).

- **Residuos de manejo especial:** Residuos que, por su composición, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje, formas de uso o valor de recuperación, o por una combinación de esos, implican riesgos significativos a la salud y degradación sistemática de la calidad del ecosistema, por lo que requieren salir de la corriente normal de residuos ordinarios (Ley para la Gestión Integral de Residuos, 2010, p.6).
- **Generador:** persona física o jurídica, pública o privada, que produce residuos al desarrollar procesos productivos, agropecuarios, de servicios, de comercialización o de consumo. (Ley para la Gestión Integral de Residuos, 2010, p.6).
- **Gestor:** persona física o jurídica, pública o privada, encargada de la gestión total o parcial de los residuos, y autorizada conforme a lo establecido en esta Ley o sus reglamentos. (Ley para la Gestión Integral de Residuos, 2010, p.6).
- **Separación:** procedimiento mediante el cual se evita desde la fuente generadora que se mezclen los residuos, para facilitar el aprovechamiento de materiales valorizables y se evite su disposición final. (Ley para la Gestión Integral de Residuos, 2010, p.7).
- **Valorización:** conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor de los residuos para los procesos productivos, la protección de la salud y el ambiente. (Ley para la Gestión Integral de Residuos, 2010, p.7).
- **Reciclaje:** transformación de los residuos por medio de distintos procesos de valorización que permiten restituir su valor económico y energético, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución implique un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud y el ambiente. (Ley para la Gestión Integral de Residuos, 2010, p.7).

- **Macro ruteo:** es el procedimiento de optimización de rutas que divide las ciudades en áreas específicas en función de la cantidad de residuos generados por habitante por día y condiciones particulares de la zona de análisis. (Castro, 2018, p.13)
- **Micro ruteo:** procedimiento de optimización de rutas que analiza de manera detallada cada área propuesta en el macro ruteo, analizando giros, conducción en reversa, traslados y demás, cuyo objetivo es obtener los menores valores de distancias recorridas. (Castro, 2018, p.13).

2.2. Componentes del sistema de recolección y transporte de residuos sólidos

A nivel municipal el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos es un componente esencial para una adecuada GIRS. El diseño y la planificación de éste en una localidad determinada es un problema de ingeniería aplicada, en donde se debe brindar un servicio de calidad optimizando el uso de los recursos disponibles. En términos prácticos, este sistema atiende “la recogida de los residuos acondicionados por el generador para encaminarlos por el medio del transporte adecuado, a una estación de transferencia, a una unidad de tratamiento o al lugar de disposición final” (IDRC/MAYT/IBAM, 2006, p.91).

Para asegurar un adecuado funcionamiento del sistema de recolección y transporte se deben considerar en el proceso de diseño cuatro aspectos principales, los cuales de acuerdo con Rondón et al (2016) son: el manejo interno y domiciliario, la recolección, el transporte y la descarga.

Para complementar la parte funcional del sistema se deberá considerar la planificación de los aspectos administrativos y financieros del mismo, a fin de que este se puede implementar correctamente y de manera sostenible desde el punto de vista económico.

2.2.1. Manejo interno y domiciliario de los residuos sólidos

El manejo interno y domiciliario corresponde a la manipulación de los residuos por parte de los usuarios del servicio, y comprende desde su generación hasta la recolección por parte de la cuadrilla municipal.

En esta etapa las autoridades municipales deben establecer y comunicar adecuadamente a los usuarios las especificaciones en cuanto al acondicionamiento de los residuos, así como los horarios y frecuencias en las que se brindará el servicio, para asegurar las condiciones adecuadas en la etapa de recolección.

En Costa Rica se han establecido, por medio del decreto ejecutivo N° 36093-S Reglamento de Residuos Sólidos Ordinarios (2011a) en su artículo 10, las siguientes obligaciones para los usuarios del servicio de recolección:

- a) Realizar la separación y clasificación de los residuos sólidos ordinarios conforme a lo establecido en los reglamentos municipales.
- b) Almacenar en forma sanitaria para su recolección los residuos sólidos ordinarios generados.
- c) No depositar sustancias líquidas, pastosas o viscosas, excretas, ni residuos peligrosos o de manejo especial, en los recipientes destinados para la recolección de residuos sólidos ordinarios.
- d) Colocar los recipientes en el lugar de recolección, de acuerdo con el horario establecido.
- e) Otras disposiciones que establezca la municipalidad respectiva.

Los puntos anteriores constituyen las bases reglamentarias generales para el manejo interno y como se menciona, será trabajo de la municipalidad especificar los detalles.

El aspecto fundamental en esta etapa corresponde al almacenamiento de los residuos. Existen múltiples formas de acondicionar los residuos, sin embargo, de manera general se debe asegurar que los recipientes cumplan con los siguientes aspectos:

- Contar con una resistencia adecuada, de acuerdo con el tipo y cantidad de residuos que contiene.

- Estar debidamente cerrados de manera que impida la entrada de agua, insectos o roedores, así como la salida de residuos o malos olores.
- Tener un tamaño adecuado y compatible con el modo de recolección (En el caso de recolección manual, que no sean excesivamente grandes y pesados)
- Ubicarlos en donde sea de fácil acceso para su recolección.

En el país la forma más común para acondicionar los RSO es utilizando bolsas plásticas, normalmente de color negro y ubicándolas en la acera o en canasta elevadas.

En el caso de las edificaciones de uso multifamiliar, institucional o comercial el Reglamento de Residuos Sólidos Ordinarios (2011a) establece que estos deberán contar con un sistema de almacenamiento colectivo; el cual deberá estar acondicionado para realizar la separación desde la fuente. Además, como aspectos específicos se indica en el artículo 17 del reglamento que estos deben cumplir lo siguiente:

- a) Estar ubicado en un sitio protegido de la lluvia y de fácil acceso para el servicio de recolección.
- b) Permitir su fácil limpieza y lavado e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de insectos, roedores y microorganismos en general.
- c) Las aguas de lavado deberán ser canalizadas al sistema de recolección de las aguas residuales del edificio.
- d) El aseo y mantenimiento del sistema de almacenamiento colectivo de residuos sólidos será responsabilidad de los usuarios y de la administración del edificio.

En el caso de sistemas en donde esté debidamente integrada la recolección selectiva, el usuario deberá ser debidamente capacitado para acondicionar de manera apropiada los residuos. Los aspectos más usuales a especificar para el usuario son:

- Las categorías generales de residuos que se pretenden recolectar en esta modalidad (Plástico, cartón, metales, etc).
- Como identificar dentro de cada categoría los residuos que son valorizables y los que no.

- Las prácticas para un acondicionamiento adecuado de dichos residuos (limpieza, separación, disminución de volumen, seguridad, etc)

El impulso de estas prácticas desde el ámbito legislativo tiene ya más de 10 años en el país a partir de la creación de la ley 8839, sin embargo, no todos los municipios han integrado la recuperación de valorizables dentro de los servicios municipales de GIRS.

Más recientemente, por medio de la Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos (en adelante ENSRV) se han establecido algunos lineamientos para guiar y estandarizar el servicio de recolección selectiva. Parte de este trabajo ha sido la definición de las categorías generales, así como el color de los recipientes según el tipo de residuo. En la Figura 2 se muestran las categorías establecidas para los RSO.



Figura 2. Categorías y asignación de colores para los RSO
Fuente: Ministerio de Salud, 2016a

En esta categorización se entiende como ordinarios los residuos que no son valorizables. Además, aparte de lo que son RSO se han definido las siguientes 3 categorías.



Figura 3. Categorías y asignación de colores para otros residuos
Fuente: Ministerio de Salud, 2016a

2.2.2. Recolección y transporte de los residuos sólidos

La recolección y el transporte son dos actividades distintas pero entrelazadas y deben coordinarse debidamente para obtener un sistema óptimo. Esta armonía entre actividades se logra por medio de la calibración o escogencia de distintos aspectos tales como los métodos

de recolección, vehículos, rutas entre otros, que finalmente se fusionan en el diseño de la ruta de recolección.

2.2.2.1. Recolección

La recolección es la recogida de los residuos acondicionados por el generador y "abarca el tiempo empleado por el personal desde el vaciamiento del primer recipiente hasta que el último se ha descargado en el camión." (Rondón et al, 2016 p.56)

Para esta actividad existen distintos métodos, los cuales son empleados de acuerdo con las condiciones propias del sitio de recolección. Una de las diferencias principales entre los distintos tipos de recolección radica en el grado de colaboración de los usuarios y es un aspecto importante para su escogencia. De acuerdo con Rondón et al (2016) y el Manual para el Diseño de Rutas de Recolección de Residuos Sólidos Municipales de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL, 1997) de México, algunos de los métodos tradicionales de recolección domiciliaria son:

- **Recolección de esquina o punto fijo:** El camión realiza paradas en puntos fijos accesibles a los usuarios, donde hace sonar una campana y la gente acude con sus recipientes hasta ahí. Es un método económico, pero requiere de la participación del usuario y de que esté en la casa cuando pasa el camión.
- **Recogida domiciliaria casa por casa:** Es el servicio más completo y prácticamente no implica trabajo alguno a las familias o locales afectados, pero requiere una abundante mano de obra. Consiste en solicitar los recipientes con residuos casa por casa para descargarlos en el camión y en caso de no ser bolsas desechables devolverlos vacíos.
- **Método de acera:** En este método el personal operativo del vehículo recolector toma los recipientes con residuos, los cuales han sido colocados con anterioridad en la acera por los usuarios del servicio. Luego de vaciar el contenido dentro del vehículo recolector, vuelven a colocar los recipientes de donde los tomaron para que los usuarios los

ingresen sus domicilios. En caso de tratarse de almacenamiento en bolsas simplemente se toman de la acera y se vacían en el camión para continuar con la recolección.

- **Recogida semimecanizada con recipientes especiales por edificios o grupos de viviendas:** sólo se requiere el trabajo de colocación en los cubos y permite reducir algo la cantidad de personal por vehículo, así como disminuir los tiempos de recorrido.
- **Recogida mecanizada en contenedores especiales, por manzanas o recorridos de viviendas:** Implica un mayor trabajo de desplazamiento para el usuario y la disposición de espacio suficiente para la localización y fácil acceso a los contenedores. También, permite reducir a un solo trabajador por camión la plantilla de recogida. De forma más estricta que con los recipientes, se requiere que este equipo cumpla unas normas estrictas de mantenimiento (desinfección periódica, entre otros) y que los vecinos afectados colaboren con el servicio.

Por otro lado, de acuerdo con Castro (2018), un método comúnmente utilizado en Costa Rica es el método de agrupación de residuos:

Este se caracteriza por ser similar al método de acera anteriormente descrito con demanda continua semimecanizada con mediana participación del usuario, donde el personal operario del vehículo recolector recorre la ruta de manera anticipada al camión recolector formando grupos de residuos en un punto específico, tomándolos de la acera donde fueron colocados por los usuarios, de esta manera el levantamiento de residuos y vaciado en el vehículo recolector es más rápida y evitar que entre a calles sin salidas o lugares de virajes complejos. (p.17)

Otros elementos que influyen a la hora de escoger un método de recolección son la vialidad de las calles y la accesibilidad a los puntos de generación (pendientes excesivas, calles angostas, calles sin salida, mal estado de la superficie de rodamiento, etc). Así, al analizar las condiciones de un sitio específico puede que se determine conveniente la aplicación de varios métodos de recolección para lograr la optimización del proceso.

A parte de lo mencionado, es importante en esta etapa definir los siguientes tres aspectos: regularidad, frecuencia y horarios.

La regularidad se establece mediante la definición de los días y las horas en los que se brindará el servicio. Esto es importante pues le facilita al usuario el acostumbrarse a sacar los residuos momentos antes de la recolección, evitando así la acumulación y exposición prolongada de los residuos en la vía pública.

La frecuencia consiste en la cantidad de veces que se realizará la recolección en un periodo de tiempo dado, comúnmente referido a una semana. Para la definición de la frecuencia de recolección se consideran 3 aspectos principales que son: el tipo de residuo a recolectar, la capacidad de acopio en los hogares y la generación de vectores en el caso de RSO (principalmente de moscas por su rápido ciclo de reproducción). En el país el Ministerio de Salud ha brindado recomendaciones para las frecuencias de recolección de acuerdo con el tipo de residuo (ver Cuadro 1), esto como resultado de la consulta en talleres intersectoriales para la construcción de la ENSRV.

Cuadro 1. Frecuencia de recolección recomendada por tipo de residuos

Ruta	Periodicidad	Días de recolección
Residuos orgánicos	Dos veces por semana	Lunes y jueves
Residuos valorizables	Una vez por semana	Miércoles
Residuos no valorizables	Una vez por semana	Viernes
Residuos especiales	Una vez al mes	A definir por cada municipalidad

Fuente: Ministerio de Salud, 2016a

Las frecuencias y días de recolección mostrados en el Cuadro 1 son recomendaciones brindadas por el Ministerio de Salud, sin embargo, cada municipio puede ajustar estos aspectos a su conveniencia, procurando siempre brindar un servicio adecuado.

Finalmente, el horario refiere a la hora específica en la que inicia la recolección en una ruta determinada. Los horarios pueden ser diurnos o nocturnos y en su escogencia se busca principalmente evitar la recolección en las horas de alto tránsito vehicular. Lo que se busca con

esto es evitar entorpecer el tránsito normal en las vías, optimizar el uso del combustible y brindar condiciones más seguras al personal que hace la recolección.

Según el manual realizado por IDRC/MAYT/IBAM (2006), en el caso específico de horarios nocturnos es importante considerar en cuenta otros aspectos de la zona a servir tales como la iluminación pública y la violencia urbana.

2.2.2.2. Transporte

En lo que refiere al transporte de los residuos, este inicia desde la recolección en el primer punto de generación y finaliza al descargar el vehículo de recolección, ya sea en un relleno sanitario en el caso de los residuos no valorizables o en un centro de acopio para los valorizables.

De acuerdo con Rondón et al (2016) los aspectos más relevantes a considerar para esta actividad son el tamaño de los vehículos de recolección, el tipo de residuos a transportar, la cantidad de viajes por día y la magnitud del sector que sirve cada vehículo. Estos aspectos se relacionan entre sí, ya que por ejemplo la capacidad del vehículo y el tamaño de la zona que este sirve, van a afectar la cantidad de viajes que se hagan al día. Sin embargo, estos factores deben de balancearse adecuadamente de acuerdo con las condiciones del sitio, buscando generar una carga de trabajo equitativa entre cuadrillas.

En lo que respecta a los vehículos de recolección de RSO no valorizables, el Reglamento de Residuos Sólidos Ordinarios (2011a) establece en el capítulo VI algunos aspectos generales que se deben cumplir. Dentro de estos se tiene que los vehículos no deben permitir el vertido de líquido o lixiviados en la vía pública, así como tampoco deben permitir el escape de residuos, por lo que el camión deberá ser cerrado o estar debidamente equipado para cubrir los residuos adecuadamente.

Por otro lado, en la ENSRV (2016a) se recomiendan 3 tipos de camiones recolectores según el tipo de residuo a transportar. Para el caso de los RSO no valorizables se recomienda el uso de camiones compactadores, como el que se muestra en la Figura 4. Esto debido a que permiten optimizar el espacio del camión por medio de la compactación de residuos, agiliza la descarga de los residuos, facilita el acomodo en los sitios de disposición final y están debidamente equipados con un sistema de recolección de lixiviados.



Figura 4. Imagen ilustrativa de camión compactador
Fuente: Mercado libre, 2019

Para el caso de los residuos valorizables se recomienda el uso de camiones con compartimentos para mantener los residuos separados. Además, se sugiere que estos sean cerrados o se les integre una lona para proteger los residuos de las lluvias y evitar la dispersión de estos por efecto del viento. En la Figura 5 en el lado derecho se ilustra este tipo de camión.

Finalmente, para los residuos orgánicos se recomienda que el vehículo cuente con compartimentos capaces de retener los lixiviados. Una forma sencilla de hacer esto, en caso de que la cantidad de residuos recolectados sea baja, es utilizando estañones o cajones plásticos, tal como se muestra en el lado izquierdo de la Figura 5. En caso de que la cantidad recolectada sea en el orden de toneladas, es más conveniente contar con un sistema de captación de lixiviados integrado en el vehículo.



Figura 5. Imágenes ilustrativas para el transporte de residuos específicos
Fuente: Castro, 2018

2.2.2.3. Ruta de recolección

La ruta de recolección corresponde al trayecto en el que se realizará la recolección y el transporte de los residuos. La escogencia de dicha trayectoria no se realiza de manera arbitraria, si no que requiere de un análisis ingenieril para adecuarse a las condiciones del sitio a servir, a la vez que propicie un uso óptimo de los recursos disponibles. La manera general para abordar el diseño de rutas de recolección es por medio del análisis del macroruteo y microruteo.

Lo que se presenta este apartado respecto a macro y microruteo es una síntesis de los expuesto en distintas fuentes, de las cuales cabe destacar el trabajo final de graduación de Castro (2018), la ENSVR (2016), así como diferentes manuales de la Secretaría de Desarrollo Social de México.

De manera general, la información requerida para realizar el análisis de macrorutas es la siguiente:

- **Índices de generación de residuos:** La importancia de este parámetro es que permite tener una noción de las cantidades de residuos que se generan en la zona. Este

parámetro se obtiene de manera directa por medio de un estudio de generación como se explica en la sección 2.3.

- **Mapas de la zona:** Los mapas permiten la visualización espacial de información, ayudando así a planificar la ruta de acuerdo con las características macro de la zona. Parte de la información que se requiere visualizar por medio de mapas es la densidad poblacional en las distintas zonas, la red vial (cantonal y nacional) y la ubicación de generadores no residenciales que serán atendidos (industria, comercio, hospitales, etc).

El objetivo principal que se busca al analizar dichas características de la zona de estudio es dividirla en sectores operativos con cargas de trabajo similares a los cuales se les asignará una ruta de recolección. Una forma sencilla para comparar la carga de trabajo entre sectores, según menciona IDRC/MAYT/IBAM (2006), es por medio de un indicador que relacione la cantidad de residuos generados en el sector "x" con la distancia que recorre el camión en dicho sector, y se puede expresar en términos de Kg/m o Kg/Km.

Otros aspectos que derivan de este análisis es la estimación de la cantidad total de camiones, el tamaño de las cuadrillas y la cantidad de viajes aproximada por ruta.

Por otro lado, para el análisis de microruteo se requiere información más específica de la zona, dentro de la cual se puede mencionar:

- **Mapas con vialidad de las calles:** Con esto se busca conocer las zonas donde hay vía en dos sentidos, vía en un solo sentido, así como la cantidad de carriles y las calles sin salida. Esto es importante para evitar la conducción en contravía así como maniobras en reversa o giros en U que disminuyen la eficiencia del proceso de recolección. Además, sirve para analizar aspectos como el orden en que se atenderán las calles, en que zonas es factible atender ambos lados de la calle en una pasada y en cuales se requiere atender cada lado de la calle por separado.
- **Mapas con estado de las vías:** Información como tipo de material de las calles o calidad de la superficie de rodamiento permiten determinar las zonas más adecuadas para el desplazamiento del vehículo, así como las zonas que se quieren evitar para reducir el deterioro del equipo. Así por ejemplo, en cuadrantes con calles muy

deterioradas se puede aplicar la agrupación de residuos en las esquinas para evitar el paso del vehículo por dichas zonas.

- **Mapas de densidades de tránsito:** Esta información permite identificar las vías que pueden ser conflictivas por condiciones de alto tránsito, de modo que se escojan los horarios de atención más convenientes para dichos tramos.
- **Características del vehículo recolector:** Al conocer la maniobrabilidad y potencia del vehículo, se puede escoger de manera más apropiada el trayecto evitando las zonas de difícil acceso para este.
- **Topografía de la zona:** La topografía se utiliza mayormente para escoger el punto de inicio de la ruta de recolección. Lo que se busca es que esta inicie en las zonas más altas y alejadas del punto de disposición final de modo que el camión se vaya llenando a medida que se va acercando al punto final de la ruta, lo cual es una forma de optimizar el uso del combustible.
- **Regulaciones especiales de tránsito:** Las regulaciones especiales son eventos dinámicos que pueden requerir ajustes temporales o permanentes en las rutas de recolección. Algunos de estos son trabajos en la vía o exclusividad en carriles a ciertas horas.

Lo que se busca mediante la integración de este análisis es definir en detalle cada ruta de acuerdo con las características específicas del sector que atiende, disminuyendo los tiempos muertos, los recorridos innecesarios, las maniobras peligrosas y en términos generales obteniendo la mayor recolección en la menor distancia posible.

Finalmente se debe tener en cuenta que las propuestas de rutas no son definitivas y deben ser evaluadas en campo para determinar posibles fallos en la logística de recolección y ajustar los detalles que hagan falta. Es importante a la hora de evaluar las rutas dar un seguimiento por medio de parámetros cuantificables que sirvan como guía para la toma de decisiones. Para esto Hernández (2012), define una serie indicadores para el monitoreo y

optimización de rutas de recolección. Primero se debe conocer la distancia total de recolección, la cual se puede calcular a partir de la siguiente expresión:

$$D_{\text{total}} = d_{\text{recolección}} + d_{\text{traslados}} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde,

D_{total} : Distancia total recorrida por el camión

$d_{\text{recolección}}$: Considera la distancia recorrida por el camión en donde se lleva a cabo la colocación de residuos por parte de los peones dentro del camión desde la acera o algún punto cercano (Incluye tramos de recolección en reversa y tramos de recolección a pie)

$d_{\text{traslados}}$: Considera la distancia recorrida por el camión en la que no se realiza recolección de residuos, se incluye la distancia recorrida para movilizarse entre puntos de recolección (incluye retornos en reversa de recorridos de recolección), el recorrido para realizarla disposición final y el recorrido para la devolución del camión al punto de parqueo habitual.

Luego, de acuerdo con Hernández (2012) los indicadores de rendimientos se obtienen de la siguiente manera:

$$R_1 = \frac{Q_{\text{litros}}}{D_{\text{total}}} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$R_2 = \frac{Q_{\text{residuos}}}{D_{\text{recolección}}} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$R_3 = \frac{D_{\text{recolección}}}{T_{\text{recolección}}} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$R_4 = \frac{Q_{\text{residuos}}}{T_{\text{recolección}}} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde,

Q_{litros} = Cantidad de litros de gasolina consumidos todo el trayecto de la ruta.

Q_{residuos} = Kilogramos de residuos dispuestos en el relleno sanitario de cada ruta.

$D_{recolección}$ = Distancia de recolección en metros de cada ruta.

D_{total} = Distancia en metros del recorrido total, incluye la de recolección más traslados.

$T_{recolección}$ = Cantidad de minutos transcurridos durante la distancia de recolección de residuos sólidos ordinarios.

2.2.3. Descarga

En esta etapa los residuos son descargados del camión, siendo este en proceso relativamente rápido en comparación a la recolección y el transporte. Los factores que principalmente influyen son el tipo de camión y el tipo de residuo.

En el caso de los RSO no valorizables deberán ser dispuestos en un relleno sanitario con las condiciones operativas apropiadas. Cuando el camión es de tipo compactador la descarga se realiza de manera mecánica, lo cual agiliza el proceso. Cuando se utilizan camiones no compactadores la descarga se hace de manera manual lo cual requiere más tiempo, además de un esfuerzo mayor por parte de la cuadrilla. En estos casos se puede colocar un marco o reja de acero con cadenas al fondo del cajón, para posteriormente y con ayuda de la maquinaria del relleno sanitario se realice la descarga completa halando el marco de las cadenas.

En el país los rellenos sanitarios deben de cumplir con las disposiciones del decreto ejecutivo N° 27378-S Reglamento sobre Rellenos Sanitarios, y contar con los permisos de operación brindados por el Ministerio de Salud.

Para el caso de los RSO valorizables la descarga dependerá del sitio al cual sean trasladados. En el caso de descarga en un centro de acopio se deberá velar por que se mantenga la separación, esto para no entorpecer el proceso generando trabajo innecesario.

De igual manera, los centros de acopio deberán contar con los permisos de operación respectivos y apegarse a lo indicado en el decreto ejecutivo N° 41052-S Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables.

2.3. Generación y composición de los residuos sólidos ordinarios

Dentro de la información básica que requiere una municipalidad para crear su PMGIRS se encuentra el conocer las cantidades y tipos de residuos que son generados en el cantón. Para esto el Ministerio de Salud ha establecido, por medio del decreto ejecutivo N° 37745-S, una metodología que sirve de guía para la determinación de estos datos.

En la Figura 6 se muestran los aspectos principales planteados en la metodología para realizar el estudio de generación y composición.



Figura 6. Resumen de actividades para la elaboración del estudio de generación y composición

Idealmente, previo a iniciar el proceso, se conforma un equipo de trabajo con características técnicas acordes con las labores que se llevarán a cabo en las diferentes etapas de la elaboración del estudio. Características como el manejo de herramientas GIS, análisis de bases de datos, análisis estadístico, gestión de proyectos, entre otras son útiles para este tipo de estudios.

Luego, por medio de la caracterización de la zona de estudio se busca identificar información relevante y necesaria tal como encargados del servicio de recolección, frecuencias de recolección, rutas, sitios de disposición final, usos de suelos, patentes comerciales, vialidad

de las calles, cantidad de habitantes, actividades económicas de la zona, índices cantonales, entre otros. Esto permite crear un contexto de las condiciones generales de la zona y así realizar una adecuada planificación de las etapas subsiguientes.

La estimación de la cantidad de viviendas en la zona de estudio se puede realizar por medio de la base de datos del catastro municipal o por medio de datos censales. Así, de acuerdo con lo establecido en la metodología, se procede a calcular el tamaño de la muestra de la siguiente forma:

$$n_{viv} = \left[\frac{Z^2 * N_{viv} * \delta^2}{(N_{viv} - 1) * E^2 + Z^2 * \delta^2} \right] * 1.25 \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde,

n_{viv} = número de viviendas que serán incluidas en el muestreo

N_{viv} = número estimado de viviendas totales del área de estudio

Z = coeficiente de confianza al 95% = 1,96

δ = desviación estándar = 0,3 kg/hab./día.

E = error permisible = 0,05 kg/hab./día.

Como se observa, la estimación estadística se multiplica por un factor de 1.25, esto se realiza previendo que no haya respuesta en ciertas viviendas a la hora de elaborar las encuestas y al momento de recolectar los residuos.

Posteriormente, la metodología establece que se debe de realizar una clasificación socioeconómica de la población de modo que se definan sectores geográficos mayormente homogéneos bajo las siguientes categorías: Estrato alto, estrato medio, estrato bajo y estrato rural.

Esta indicación metodológica representa un reto para los investigadores ya que no se define o se referencia a ningún método para la elaboración de tal clasificación. Además, en Costa Rica no existe ninguna fuente oficial de información poblacional y geográfica que posea estudios en donde se clasifique la población en dichos estratos socioeconómicos. Es por esto

que los investigadores deben de definir a criterio la forma en la cual realizaran dicha clasificación, muchas veces recurriendo a aproximaciones limitadas y poco exactas. En el caso de la presente investigación se realiza una aproximación de las condiciones de la zona de estudio utilizando métodos de cuantificación de pobreza, los cuales se describen en la sección 2.4.

Una vez que se ha resuelto la clasificación socioeconómica se debe estimar la muestra necesaria para cada estrato presente en la zona de estudio de la siguiente manera:

$$n_{Ei} = n_{viv} * \%viv_{Ei} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde,

n_{Ei} = cantidad de viviendas a muestrear en el estrato i

n_{viv} = número de viviendas que serán incluidas en el muestreo

$\%viv_{Ei}$ = Porcentaje de viviendas en el estrato i (obtenido del análisis socioeconómico y geográfico)

El procedimiento seguido para la estimación de las muestras comerciales es el mismo que para las viviendas. En el caso de comercios, la estimación de la población estadística se puede realizar consultando el registro municipal de patentes.

Al igual que para viviendas, la metodología indica que se deben separar los comercios por tipo de actividad comercial, no obstante, no se da ninguna indicación de los criterios que deben usarse, por lo que igualmente queda a criterio de los investigadores.

Una vez que se ha determinado la cantidad de viviendas y comercios a muestrear, se procede a identificar las unidades en campo. Este procedimiento se realiza por medio de la aplicación de formularios o encuestas, en las cuales además de identificar las unidades con un código particular para cada una, se realiza la recolección de información de interés para la elaboración del estudio tal como días y horas en la que sacan los residuos, lugar en donde colocan los residuos para su recolección, si se realiza algún tipo de valorización de residuos, cuantas personas habitan la vivienda normalmente, entre otros aspectos.

Aunque la metodología no lo indica, es recomendable identificar las unidades consideradas dentro de la muestra por medio de fotografías, a la vez que se registre su ubicación por medio una aplicación GPS. Esto facilitará el proceso de recolección de residuos y la correcta asociación de la información de generación con cada unidad muestreada.

La metodología establece que se deben recolectar y procesar los residuos de toda una semana de generación, realizando este proceso diariamente durante 7 días. Además, se deben entregar bolsas etiquetadas con anticipación encada unidad perteneciente a la muestra y se debe avisar que días se recolectaran dichas bolsas. No obstante, este procedimiento demanda una alta disponibilidad del equipo de trabajo, quienes no precisamente tendrán disponibilidad para transportarse al sitio todos los días durante una semana, además la entrega de bolsas de manera anticipada puede ocasionar en algunos casos que las personas modifiquen la composición o cantidad de los residuos que generan.

Una alternativa para evitar estos posibles inconvenientes es realizar la recolección de los residuos en los días que se da la recolección habitual de la zona de estudio, así el equipo de trabajo solo deberá realizar la recolección y el procesamiento 1 o 2 veces en la semana. Adicionalmente, se podrá realizar el etiquetado de los residuos al momento de la recolección, evitando así que las personas modifiquen sus residuos. Para esto es importante preparar previamente las etiquetas con un material que resista la humedad y el rozamiento, de modo que no se pierda la información en el proceso de recolección y transporte.

Al momento de realizar la coordinación para la etapa de recolección y procesamiento de los residuos se deben tener en cuenta los siguientes aspectos: frecuencia de recolección, vehículo que se utilizará para el transporte de los residuos, equipo para el procesamiento (equipo mecánico o palas, botas, balanza, bolsas, acceso a agua potable, etc), lugar para procesar los residuos, sitio de disposición de los residuos procesados, entre otros.

Una vez que se han recolectado los residuos, se deben pesar las bolsas correspondientes de cada unidad y registra dichos datos. De este modo las tasas de generación se calculan de la siguiente manera:

$$GCV_{Estrato\ i} = \frac{P_{Ei}}{H_{Ei} * 7 \text{días}} \quad \text{Ecuación 8}$$

Donde,

$GCV_{Estrato\ i}$ = generación per cápita del estrato i (Kg/hab./día)

P_i = peso total de residuos del estrato i (Kg)

H_i = habitantes de las viviendas muestreadas en el estrato i (hab.)

En el caso de los comercios únicamente se divide el peso de la categoría comercial entre los 7 días de recolección.

Luego, el promedio ponderado de generación residencial per cápita diario para el área de estudio se obtiene con se indica a continuación:

$$GCD_{viv} = \sum(GCD_{Ei} * \%hab_{Ei}) \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde,

GCD_{viv} = generación residencial per cápita promedio del área de estudio

GCD_{Ei} = generación per cápita por día de las viviendas del estrato i

$\%hab_{Ei}$ = porcentaje de habitantes del estrato i en el área de estudio

Este mismo procedimiento se realiza para comercios, pero multiplicando por el porcentaje de comercios presentes en el área de estudio según las categorías definidas. Así, la generación per cápita diaria total se obtiene de sumar la generación per cápita diaria comercial con la generación per cápita diaria residencial.

Por último, la generación total de residuos sólidos que se generan diariamente se obtiene de multiplicar la generación per cápita total por la cantidad total de habitantes en la zona de estudio.

Estos cálculos representan una aproximación a las cantidades reales generadas en la zona de estudio, ya que no todos los habitantes generan sus residuos en el sitio, pues algunos salen diariamente de esta zona por motivos de estudio, trabajo u otros. Además, existe un porcentaje de residuos que se genera en comercios por turistas o viajeros que pasan por dicha zona.

Por otro lado, para la obtención de los porcentajes de composición se debe realizar el procesamiento de los residuos recolectados para cada categoría como se indica en la Figura 7.



Figura 7. Pasos para determinar composición de los residuos

De acuerdo con la metodología, la muestra se debe reducir por el método de cuarteo a una cantidad de 50 kg y posteriormente separar los residuos por categorías, para lo cual se proponen las siguientes categorías:

1. Biodegradable (básicamente residuos orgánicos)
2. Papel/cartón
3. Plásticos
4. Vidrio
5. Metales

6. Textiles, cuero y hule
7. Polilaminados (tetra packs)
8. Residuos peligrosos
9. Residuos eléctricos y electrónicos
10. Otros componentes

Adicionalmente, si el investigador lo requiere puede agregar subcategorías a conveniencia del estudio, por ejemplo, dividir los plásticos en reciclables y no reciclables.

El porcentaje de composición de cada categoría para estrato se obtiene de la siguiente manera:

$$\% \text{categoría } Ei = \frac{PEi}{WTEi} * 100 \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde,

P_i = Peso neto de la categoría i en el estrato correspondiente (Kg)

W_{TEi} = Peso total de la muestra procesada en el estrato i (Kg)

Finalmente, el porcentaje ponderado de cada categoría en el área de estudio esta dado por:

$$PPCi = [\sum(\% \text{Categoría } i_{Ei} * \% \text{hab}_{Ei})] * 100 \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde,

PPCi = promedio ponderado de categoría i

$\% \text{Categoría } i_{Ei}$ = porcentaje de la categoría i para el estrato i .

$\% \text{hab}_{Ei}$ = porcentaje de habitantes del estrato i en el área de estudio

Las tasas de generación, así como los porcentajes de composición de residuos determinados por medio del estudio de composición son datos que permite planificar el sistema de recolección y así como evaluar alternativas para mejorar la gestión de los residuos.

2.4. Métodos de análisis de pobreza para la estimación de estratos socioeconómicos

Como se mencionó en la sección anterior, para la elaboración del estudio de generación y composición de residuos es necesario realizar una caracterización socioeconómica de la zona de estudio, no obstante, la metodología brindada por el Ministerio de Salud en el decreto ejecutivo N° 37745-S no indica de qué manera llevar a cabo dicha caracterización.

En esta línea, los métodos de medición de pobreza ofrecen una base metodológica que puede ser de utilidad para brindar una aproximación al análisis socioeconómico que se requiere para este estudio.

Es importante saber que la pobreza, como fenómeno social, posee múltiples definiciones, las cuales según Spicker (citado en INEC, 2015) pueden ser agrupadas en 3 categorías: por condiciones materiales, por condiciones económicas y por condiciones sociales.

Si bien es cierto los conceptos son variados y abordan la situación desde múltiples aristas, en última instancia cualquier medición de pobreza tiene como finalidad evaluar una población de acuerdo con ciertos criterios para identificar los grupos que se encuentran en categoría de *pobreza*. Así, dicha clasificación puede funcionar como base para generar un criterio en cuanto a las condiciones socioeconómicas de una zona de estudio.

Algunas de las principales metodologías utilizadas en Costa Rica son: el método de línea de pobreza, el método de necesidades básicas insatisfechas y el método del índice multidimensional de pobreza.

2.4.1. Método de línea de pobreza (Méndez, 2010)

Históricamente en Costa Rica se ha utilizado de manera predominante el método denominado *Línea de pobreza* como medición de la pobreza en el país. Este es un método unidimensional (utiliza una sola variable para el análisis) que compara el umbral de ingresos per cápita de cada hogar, con el costo de lo que se define como Canasta Básica Total (CBT), la cual es una aproximación a una canasta de básica de bienes y servicio requerida para mantener un nivel de subsistencia mínimo.

Para estos fines se ha integrado el concepto de Canasta Básica Alimentaria (CBA), el cual tiene como función servir como referencia energética y económica en el análisis. Mientras que la Canasta Básica No Alimentaria (CBNA), representa una estimación del costo para suplir necesidades básicas no alimentarias tales como educación, salud, vestido, entre otros. De este modo, la CBT se conforma por la suma de estas dos anteriores.

Dado que se requieren los datos de ingresos y egresos en los hogares, la fuente de información utilizada son las encuestas a hogares.

Por su parte, este método define tres categorías dentro del análisis, las cuales vienen a ser:

- **Hogares con pobreza extrema**

Son aquellos hogares con un ingreso per cápita igual o inferior al costo per cápita de la CBA.

- **Hogares en pobreza** Son aquellos hogares que tienen un ingreso per cápita igual o inferior al costo de la CBT.

- **Hogares no pobres**

Son aquellos hogares con un ingreso per cápita que les permite cubrir sus necesidades básicas alimentarias y no alimentarias; esto es, su ingreso per cápita es superior al costo de la CBT

Como se observa, este método ofrece una clasificación que podría tomarse como referencia para definir la categorización por estratos socioeconómicos.

Por otro lado, a pesar de que el método ha sido ampliamente utilizado tanto en Costa Rica como en múltiples países a nivel mundial, también ha sido criticado por ofrecer un análisis simplificado del fenómeno de pobreza. En esta línea Kabeer (citado en Fernández, 2018) señala que:

La "Línea de pobreza" define a los pobres como los que no tienen la capacidad de cubrir sus necesidades básicas en calorías, pero una definición más incluyente

de necesidad básica abarcaría por lo tanto niveles culturales definidos de bienestar físico (salud, vivienda, vestido, higiene) y si el concepto se amplía podría hasta cubrir los aspectos más intangibles de la privación, tales como la carencia de poder, dependencia y aislamiento. (p.151)

Así, dado que el método no evalúa las privaciones que puedan tener los hogares en aspectos como salud, educación o vivienda, dificulta la elaboración de políticas públicas focalizadas en atender este tipo de carencias.

Por otro lado, una de las ventajas del método es que al tomar en cuenta los ingresos y egresos de los hogares posee un criterio sólido con el que establece la condición de pobreza. Además, dado que las encuestas de hogares se realizan anualmente, este método permite dar un seguimiento bastante actualizado de la variación de la pobreza para una población específica.

2.4.2. Método de Necesidades Básicas Insatisfechas (Méndez y Trejos, 2000)

Otro de los métodos que ha sido implementado en el país es el de NBI. Este método fue propuesto por la CEPAL en los años setenta como una medición complementaria a los métodos tradicionales para medir la pobreza, tomando en cuenta aspectos, como capacidades o limitaciones humanas, que no necesariamente se reflejan en el nivel de ingresos de los hogares. Para estos fines se han utilizado como fuente de información los censos poblacionales, pues brindan información favorable para este tipo de análisis a la vez que permite una gran desagregación de los resultados obtenidos.

Este método consiste en un análisis multidimensional (utiliza múltiples variables en su análisis) que según Méndez y Trejos (2000), "tiene como principal objetivo identificar hogares y personas que no alcanzan a satisfacer un conjunto de necesidades consideradas indispensables según niveles de bienestar aceptados como universales" (p.4). Para esto se han definido, dentro de las bases conceptuales del método, 2 tipos de necesidades: absolutas y relativas.

Las necesidades absolutas son aquellas que se consideran vitales para la existencia humana, independientemente del entorno en el que este se desarrolle; un ejemplo de necesidad absoluta es la nutrición.

Por su parte las necesidades relativas son aquellas que, si bien no son estrictamente requeridas para la supervivencia, son vitales para que las personas se integren de manera plena en su entorno social. Es decir, se definen en función del entorno, de modo que corresponden a bienes o servicios a los que la mayoría de la población posee acceso, dadas las condiciones particulares del país o la región de análisis. De este modo, el método permite evaluar solo necesidades absolutas, solo necesidades relativas o ambas.

Dentro de la estructura del método, cada necesidad está asociada a dimensiones o componentes, los cuales son evaluados mediante las variables censales.

Aunque el método no ha sido estricto en cuanto a la cantidad de necesidades que se pueden evaluar o a las variables a utilizar para ese fin, la CEPAL ha planteado a modo de guía una serie de necesidades e indicadores, como se observa en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Propuesta de indicadores a considerar en la evaluación del método de NBI

Necesidades Básicas	Dimensiones	Variables Censales
Acceso a vivienda	a) Calidad de la vivienda	Materiales de construcción utilizados en piso, paredes y techo
	b) Hacinamiento	i) Número de personas en el hogar ii) Número de cuartos de la vivienda
Acceso a servicios sanitarios	a) Disponibilidad de agua potable	Fuente de abastecimiento de agua en la vivienda
	b) Tipo de sistema de eliminación de excretas	i) Disponibilidad de servicio sanitario ii) Sistema de eliminación de excretas
Acceso a educación	Asistencia de los niños en edad escolar a un establecimiento educativo	i) Edad de los miembros del hogar ii) Asistencia a un establecimiento educativo
Capacidad económica	Probabilidad de insuficiencia de ingresos del hogar	i) Edad de los miembros del hogar ii) Último nivel educativo aprobado iii) Número de personas en el hogar iv) Condición de actividad

Fuente: Feres y Mancero, 2001

De este modo, si el hogar presenta carencias en alguna de las dimensiones definidas para cada necesidad se considera como un hogar con necesidades básicas insatisfechas lo cual vendría a ser un sinónimo de condición de pobreza. No obstante, no se define un umbral debidamente justificado que clasifique la severidad de esta condición de pobreza.

En el caso de Costa Rica, el método fue aplicado por el INEC por primera vez para evaluar los datos del censo nacional del año 2000, con la finalidad de generar mapas de carencias críticas para las distintas zonas del país. Si bien es cierto, las necesidades evaluadas fueron en esencia las mismas que las planteadas por la CEPAL, se consideraron más variables censales en el análisis. Además, otro de los cambios respecto a la guía de la CEPAL fue que las necesidades fueron nombradas como dimensiones y las dimensiones como componentes.

En el Cuadro 3 se muestra la definición de los indicadores utilizados por el INEC para la evaluación del método.

Cuadro 3. Definición de los indicadores para el método de NBI en Costa Rica

<i>Dimensión</i>	<i>Componente</i>	<i>Variable y Criterio de Insatisfacción</i>
Acceso a Albergue Digno	Calidad de la vivienda	Hogar en vivienda eventual o tugurio.
		Hogar en vivienda de paredes de desecho u otro o techo de desecho o piso de tierra.
		Hogar en vivienda con materiales en mal estado simultáneamente en paredes, techo y piso.
	Hacinamiento	Hogares en viviendas con más de dos personas por aposento
	Electricidad	Hogares en viviendas sin electricidad para alumbrado
Acceso a Vida Saludable	Infraestructura físico sanitaria	Hogar en vivienda urbana que consume agua de pozo, río o lluvia.
		Hogar en vivienda rural que consume agua de río o lluvia.
		Hogar en vivienda rural que consume agua de pozo y no tiene cañería dentro de la vivienda.
		Hogar en vivienda urbana con eliminación de excretas por pozo o u otro sistema o no tiene.
		Hogar en vivienda rural con eliminación de excretas por otro sistema o no tiene.
Acceso al Conocimiento	Asistencia Escolar	Hogares con uno o más miembros de 7 a 17 años que no asiste a la educación regular.
	Logro Escolar	Hogares con uno o más miembros de 7 a 17 años que asiste a la educación regular con rezago mayor a dos años
Acceso a otros Bienes y Servicios	Capacidad de Consumo	Hogares sin perceptores regulares (ocupados o pensionistas o rentistas) y cuyo jefe tiene 50 años o más y primaria completa o menos.
		Hogares urbanos con un perceptor y primaria incompleta y tres o más dependientes.
		Hogares urbanos con dos perceptores y con menos de cinco años de educación en promedio y tres o más dependientes.
		Hogares urbanos con tres o más perceptores y con menos de cuatro años de educación en promedio y tres o más dependientes.
		Hogares rurales con un perceptor y menos de cuatro años de educación y tres o más dependientes.
		Hogares rurales con dos perceptores y con menos de tres años de educación en promedio y tres o más dependientes.
Hogares rurales con tres o más perceptores y con menos de dos años de educación en promedio y tres o más dependientes.		

Fuente: Méndez y Trejos, 2000

2.4.3. Método del Índice de Pobreza Multidimensional (INEC, 2015a)

Como su nombre lo indica, el método del IPM es un método multidimensional, el cuál fue elaborado formalmente por Sabina Alkire y James Foster en 2008.

Este método de cierta forma viene a ser una versión mejorada del método de NBI, ya que de igual manera busca medir la pobreza no desde un punto de vista meramente económico, sino a través de identificar la capacidad o incapacidad de las personas de satisfacer ciertas necesidades que se consideran esenciales para su desarrollo en un marco de capacidades y derechos humanos.

Unas de las diferencias de este método respecto al de NBI, es que ha sido enfocado para trabajar con la información proveniente de las encuestas a hogares y no con la información del censo nacional.

Otro aspecto que marca una diferencia sustancial de este método respecto al método de NBI, es que se realizan una serie de pruebas estadísticas a los indicadores elegidos para determinar su representatividad y validez a la hora de utilizarlos en el análisis de identificación de pobreza. Aunado a esto, se tiene el IPM, el cual es el resultante del producto entre la incidencia y la intensidad. La incidencia mide la cantidad de hogares o personas pobres respecto al total de personas que conforman la población de estudio, mientras que la intensidad es una medida ponderada que permite identificar, en promedio, cuantas privaciones experimenta un hogar o persona que se considera en condición de pobreza multidimensional. Así estas medidas permiten realizar una agregación de los resultados mediante el IPM, brindando una medida resumen que es comparable en el tiempo, lo cual no posee el método de NBI.

En detalle, el método del IPM (de manera similar al método de NBI) utiliza lo que se definen como dimensiones, las cuales vienen a ser categorías generales que se desean evaluar y que normalmente se definen en función de los ámbitos principales de la política pública y social. Posteriormente, cada dimensión está compuesta por indicadores, los cuales tiene como objetivo identificar las condiciones específicas de pobreza o privación. Para cada indicador se define el criterio que determina si un hogar o persona se encuentra en una condición de privación en relación con dicho indicador. Así, cada indicador se evalúa utilizando la información resultante de las encuestas a hogares según corresponda.

Además, este método incorpora la definición de un umbral de pobreza (k), el cual define la cantidad de privaciones que un hogar debe tener para ser considerado en condición de pobreza multidimensional. Dicho valor depende tanto de las condiciones propias de la zona de estudio como de la cantidad de indicadores que se analicen. No obstante, no existe un método determinístico para la obtención de dicho valor, por lo que se han realizado aproximaciones por medio de pruebas estadísticas.

En el caso del método del IPM global (Alkire et al, 2016) se plantea la evaluación de 10 indicadores y se define el umbral de pobreza para un $k=33,33\%$. Es decir, los hogares se consideran en condición de pobreza cuando tienen privación en 33% o más indicadores. Además, se establecen las siguientes condiciones: para $20\% < k < 33,33\%$ se consideran hogares vulnerables a la pobreza y para $k > 50\%$ se consideran hogares en condición de pobreza extrema.

En el Cuadro 4 se muestran las condiciones utilizadas en diferentes países, así como en el informe de *Panorama Social América Latina* realizado por la CEPAL en 2014.

Cuadro 4. Umbrales de pobreza definidos en diferentes aplicaciones del método del IPM

Caso	Valor de k	Distribución de indicadores	Equivalencia de k en indicadores	Promedio de indicadores
Ecuador ¹	33,3%	-6 indicadores de 8,3% -2 indicadores de 12,5% <u>-4 indicadores de 6,25%</u> 12 indicadores = 100%	De 3 a 5 indicadores	4
México ¹	18,7%	<u>-16 indicadores de 6,25%</u> 16 indicadores = 100%	3 indicadores	3
Chile ¹	22,5%	-12 indicadores de 7,5% <u>-3 indicadores de 3,33%</u> 15 indicadores = 100%	De 3 a 5 indicadores	4
Colombia ¹	33,3%	-6 indicadores de 10% -4 indicadores de 5% <u>-5 indicadores de 4%</u> 15 indicadores = 100%	De 3 a 6 indicadores	4,5
Panamá ²	30,0%	- 8 indicadores de 5% <u>-9 indicadores de 6,66%</u> 17 indicadores = 100%	De 4 a 6 indicadores	5

Cuadro 4. Umbrales de pobreza definidos en diferentes aplicaciones del método del IPM (Continuación)

Caso	Valor de k	Distribución de indicadores	Equivalencia de k en indicadores	Promedio de indicadores
Argentina ³	25,0%	-1 indicador de 22% -1 indicador de 3,7% <u>-10 indicadores de 7,4%</u> 12 indicadores = 100%	De 2 a 4 indicadores	3
Guatemala ⁴	30,0%	-12 indicadores de 5% -2 indicadores de 10% <u>-3 indicadores de 6,66%</u> 17 indicadores = 100%	De 4 a 6 indicadores	5
CEPAL ⁵	25%	-1 indicador de 14,8% -11 indicadores de 7,4% <u>-1 indicador de 3,7%</u> 13 indicadores = 100%	De 3 a 4 indicadores	3,5
Promedio de indicadores total				4

Fuentes: ¹Villatoro, 2017; ²Ministerio de Economía y Finanzas, 2017; ³González y Santos, 2020; ⁴Ministerio de Desarrollo Social, 2018; ⁵CEPAL, 2014

En Costa Rica, este método fue aplicado por primera vez en el año 2015, como parte de la Estrategia Nacional de Reducción de la Pobreza Puente al Desarrollo. El INEC fue el ente encargado de realizar el diseño detallado del método, adaptándolo a las condiciones del país. Así, se definieron las siguientes 5 dimensiones: Educación, Vivienda, Salud, Trabajo y Protección Social. De igual manera, para cada dimensión definieron 4 indicadores con sus respectivos umbrales de privación.

Posteriormente fue necesario asignar el “peso” de cada indicador para el proceso de cuantificación. Para esto se decidió que cada dimensión tuviera el mismo peso, basándose en 2 criterios cualitativos. Primero, que en un marco de derechos humanos ninguna dimensión tiene más importancia que otra dado que la privación de cualquiera de los aspectos evaluados pone a los hogares en una condición de vulnerabilidad. Segundo, que el IPM al tener como objetivo ser utilizado para la evaluar el desempeño de instituciones públicas y la eficiencia en la implementación de las políticas públicas, deber ser una herramienta práctica y sencilla de comprender, con lo cual es más conveniente que cada dimensión posea el mismo peso dentro

de la evaluación. Así, la ponderación de las dimensiones y los indicadores se estableció como se resume en la Figura 8.

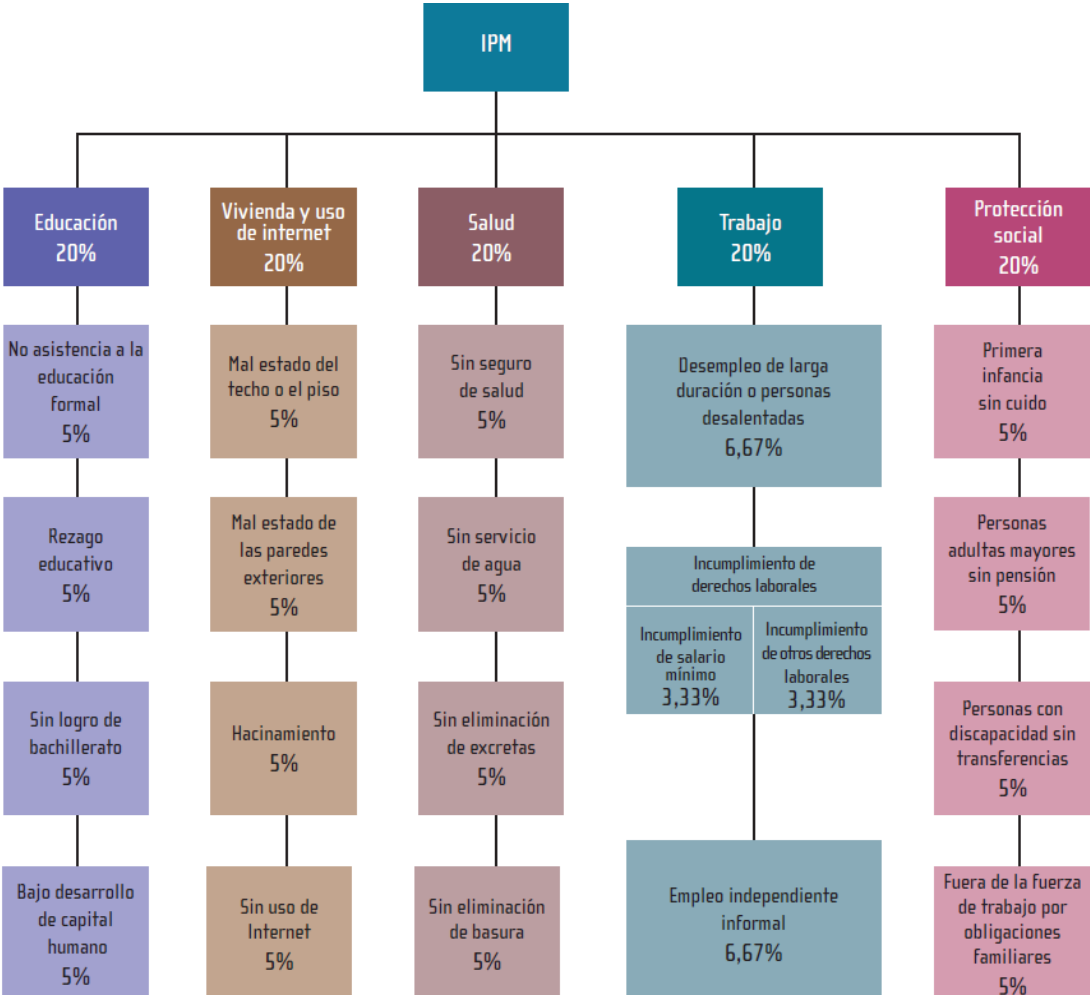


Figura 8. Propuesta de ponderación de dimensiones elaborada por el INEC
Fuente: INEC, 2015a

Luego, para la definición del umbral de pobreza (k) se realizó una prueba de concordancia utilizando el coeficiente de concordancia de kappa. De este modo lo que se busca es relacionar la distribución de pobreza obtenida para diferentes valores de k en relación con la distribución obtenida por el método de línea de pobreza, con la finalidad de establecer el umbral adecuado. Los resultados de este análisis se resumen en la Figura 9, la cual muestra la curva de porcentaje de hogares pobres en relación con los distintos umbrales de pobreza (k).

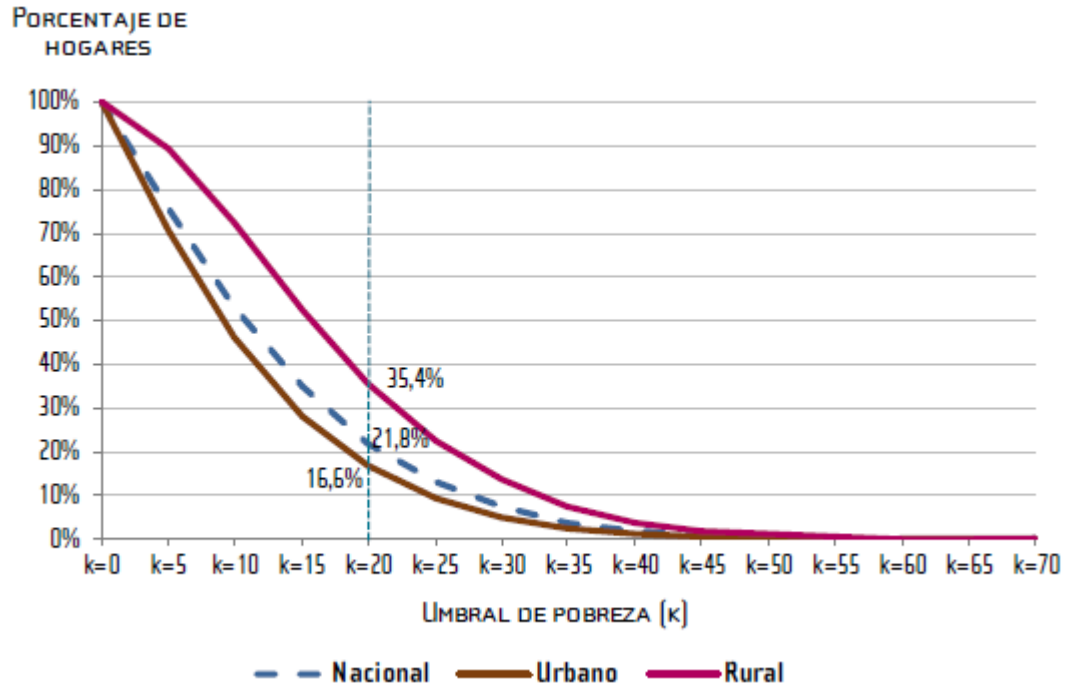


Figura 9. Porcentaje de hogares pobres para distintos umbrales de pobreza (k)
Fuente: INEC, 2015a

Tras el análisis, se decidió que un k de 20% (equivalente a 4 indicadores) resulta adecuado para la estructura de indicadores planteadas y las condiciones propias del país.

Adicionalmente, se realizó un análisis de sensibilidad de los umbrales por medio del coeficiente Kendal Tau b, para lo cual se obtuvieron resultados satisfactorios para umbrales de pobreza (k) entre 15% y 30%.

Como se puede ver, el diseño y la justificación estadística que posee este método lo hace más robusto y confiable en cuanto a la interpretación de los resultados en comparación con el método de NBI. Además, la adaptación realizada por el INEC para el país posee mucho más detalle en su documentación que la realizada para el método de NBI, lo cual es una ventaja si se desea aplicar este método, como base para un análisis socioeconómico.

3. Capítulo 3: Metodología de la investigación

3.1. Esquema metodológico

El esquema metodológico que describe el proceso de elaboración del proyecto se muestra en la Figura 10.

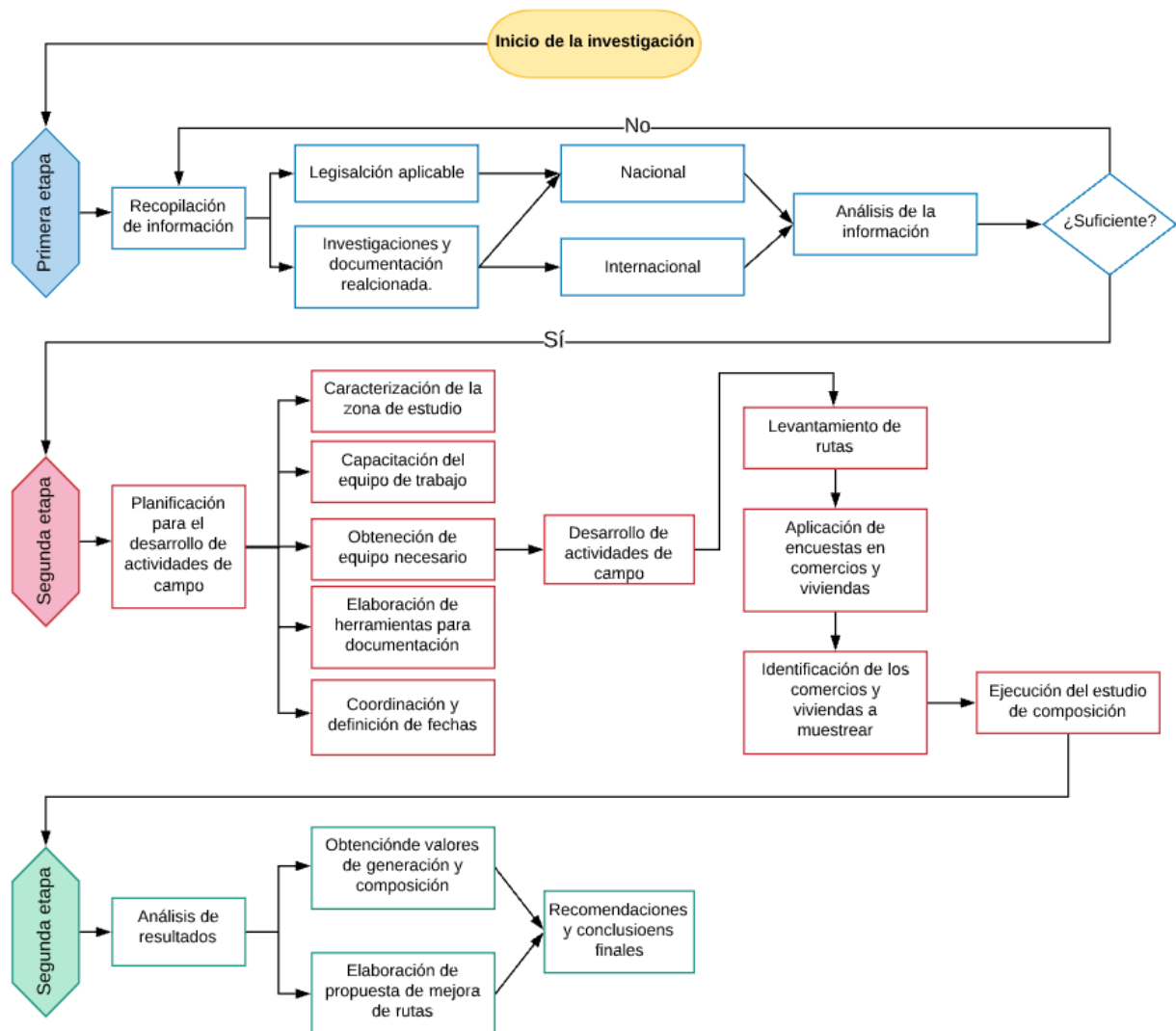


Figura 10. Esquema metodológico

3.2. Primera etapa: Investigación bibliográfica y desarrollo teórico y descriptivo del proyecto

Durante esta etapa se realizó una recopilación y análisis de legislación nacional aplicable al proyecto, tales como leyes y reglamentos. Además, se consultó documentación nacional e internacional referente diversos temas relacionados con la GIRS, seleccionando así las más relevantes para el desarrollo del proyecto. Algunas fuentes de información utilizadas fueron:

- Sistema Nacional de Legislación Vigente
- Sistema Nacional de Información Territorial
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- Sistema de Bibliotecas, Documentación e Información de la Universidad de Costa Rica
- Repositorios de distintas universidades nacionales e internacionales

En los aspectos teóricos de la investigación se plasmaron las bases conceptuales referentes a GIRS, tipos de residuos, categorización y actores involucrados, tomando con guía principalmente de la Ley 8839.

Para la descripción de los aspectos que componen el sistema de gestión y recolección de residuos sólidos domiciliarios se consultaron múltiples manuales nacionales e internacionales relacionados al tema, contrastando y reforzando los aspectos prácticos con los reglamentos vigentes en el país. De igual manera, se utilizó como referencia el decreto ejecutivo N° 37745-S para describir de manera teórica la elaboración del estudio de composición.

En esta etapa se recolectó la mayor parte de la información geográfica con la cual se realizaron los distintos mapas de las etapas posteriores, tomando como principales fuentes el SNIT, el INEC y el atlas del ITCR 2014.

Para lo que fue la caracterización de la zona de estudio, así como el análisis socioeconómico de la zona, se consultaron principalmente las bases de datos del Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos (MIVAH), la Municipalidad de Grecia y el INEC, dentro de

lo cual se pudo contar con la información del censo 2011, la cual fue otorgada por las autoridades del INEC mediante el oficio INEC-ASIDE-PCI-210-2019.

3.3. Segunda etapa: Levantamiento de datos en campo

Una vez definidos los fundamentos teóricos del proyecto e iniciada la caracterización de la zona, se prosiguió con la planificación y ejecución de las actividades de campo.

3.3.1. Levantamiento de las rutas de recolección existentes

El levantamiento de las rutas de recolección consistió en 2 aspectos principales, a saber, la caracterización de la ruta (aspectos técnicos y operativos) y el levantamiento del recorrido de recolección por medio una herramienta GPS.

Dado que el servicio de recolección es privado e informal (es decir, no coordinado por medio de la municipalidad) inicialmente fue necesario identificar donde se brindaba el servicio, así como los administradores de cada ruta.

Para el proceso de caracterización, se contactó a los administradores de las rutas para informarlos sobre el proyecto, conocer los aspectos operativos y solicitar su colaboración para el proceso de levantamiento de los distintos recorridos.

Para el levantamiento de los recorridos, se preparó un instrumento de registro para documentar los aspectos de interés, el cual se muestra en el anexo1.

El levantamiento se realizó siguiendo los camiones recolectores y utilizando la aplicación móvil Locus Map Free para generar un registro georeferenciado del recorrido.

3.3.2. Aplicación de encuestas a generadores

En un estudio de línea base la recolección información en campo es esencial para lograr esbozar la situación actual. En ese sentido, las encuestas son una herramienta de suma utilidad, pues permiten dar a conocer información relevante de los actores involucrados.

Para esta investigación se planteó la aplicación de encuestas a viviendas y comercios, en la zona escogida para la elaboración del estudio de composición dentro del distrito cabecera.

Por medio de las encuestas se decidió evaluar 3 temas principales: aspectos asociados al servicio de recolección, gestión de residuos sólidos reciclables y gestión de residuos sólidos orgánicos. Dado que se sabía con anterioridad que no todas las viviendas recibían el servicio de recolección se decidió dividir la encuesta en 2 partes, una para las viviendas que sí recibían el servicio y la otra para las que no.

Para agilizar el manejo de los datos, se optó por elaborar y aplicar las encuestas en formato digital con la ayuda de la plataforma de Google Forms. Estas se pueden consultar en detalle en el anexo 2.

Como un elemento complementario a la información que se deseaba recopilar propiamente con las preguntas, se decidió registrar la ubicación espacial específica de cada punto de aplicación de encuestas. Para esto se designó un espacio en la encuesta para anotar un código de identificación, el cual al finalizar la aplicación en una vivienda o comercio se registró en la aplicación GPS *Geo Tracker* como un marcador puntual.

Como parte de los preparativos previos a las actividades de campo, se informó a la población el trabajo que se iba a realizar, así como la fecha. Esto se hizo a través de las redes sociales del grupo pro-cantonato. Es importante recalcar que este tipo de avisos se deberían realizar preferiblemente por medios oficiales, como la página web municipal, sin embargo, en este caso al momento de realizar los preparativos no se contaba con dicha opción.

Finalmente, con el objetivo de agilizar el trabajo de campo, se reclutó un grupo de colaboradores voluntarios días antes de la aplicación de la encuesta. En total se contó con un grupo de 7 personas, las cuales recibieron una capacitación formal sobre la logística y los detalles de aplicación de la encuesta con la finalidad de reducir al máximo los errores en el registro de la información.

3.3.3. Estudio de generación y composición

El estudio se llevó a cabo en dos etapas, una correspondiente al proceso de planificación y otra correspondiente a la ejecución.

Dentro de los aspectos contemplados en de la etapa de planificación se realizaron las siguientes actividades:

- **Conformación y capacitación del equipo de trabajo para el estudio de composición**

Gracias a un acuerdo de cooperación entre la municipalidad de Río Cuarto y la municipalidad de San Carlos se logró conformar un equipo de trabajo de 4 personas: 2 geógrafos de la unidad de gestión ambiental de la municipalidad de San Carlos, una estudiante de ingeniería en Gestión Ambiental de la Universidad Técnica Nacional y el autor de la presente investigación.

Tras la conformación del equipo, se procedió a realizar sesiones de coordinación y capacitación utilizando la plataforma zoom, con el fin de establecer el esquema de trabajo a seguir en cuanto a la elaboración del estudio.

- **Caracterización socioeconómica y geográfica de la zona de estudio**

Se realizó una aproximación a la caracterización socioeconómica que solicita la metodología del Ministerio de Salud utilizando como base métodos de análisis de pobreza, así como los datos del censo nacional del 2011. Además, dado que la caracterización socioeconómica se realiza en conjunto con un análisis geográfico, se utilizaron diferentes capas vectoriales tanto del INEC como del SNIT para generar el análisis espacial de los datos generados.

- **Determinación del tamaño de muestra residencial y comercial**

Debido a limitaciones surgidas en el desarrollo de la investigación se decidió realizar un sondeo con una cantidad de unidades (viviendas y comercios) definidas a conveniencia, la cual no cumplió el tamaño de muestra estadística que indica la metodología oficial.

- **Selección e identificación de unidades a sondear**

Se realizó una revisión de las encuestas para determinar cuáles viviendas y comercios eran más adecuados para formar parte del sondeo, tomando como criterio principal la hora a la que sacaban los residuos.

A partir de la selección se realizó un mapa con fotopuntos de cada una de las unidades seleccionadas para facilitar la posterior identificación en campo.

- **Escogencia del sitio para el procesamiento de residuos**

Para facilitar la disposición final posterior al procesamiento de los residuos se solicitó un espacio para esta actividad en el relleno sanitario de la municipalidad de San Carlos.

- **Obtención del equipo requerido**

Se realizó una solicitud a la Unidad de Gestión Ambiental de la municipalidad de San Carlos, los cuales accedieron a aportar los insumos necesarios para la elaboración del estudio: palas, equipo de seguridad, balanzas, etiquetas de identificación y vehículos para la recolección de los residuos.

- **Coordinación y definición de fechas para la ejecución de actividades**

Mediante la coordinación con el equipo de trabajo se definieron las fechas tentativas para la recolección y el procesamiento de los residuos, así como el rol de cada uno de los integrantes en el proceso de recolección (conducción, identificación de viviendas y comercios, recolección y etiquetado de bolsas).

Posteriormente, la etapa de ejecución contempló las actividades que se enlistan a continuación:

- **Entrega de bolsas etiquetadas a comercios**

Se entregaron bolsas etiquetadas en algunos comercios en donde se compartía la zona de disposición de residuos para la recolección.

- **Coordinación con el recolector de la zona**

Previo al día de recolección de los residuos se informó al recolector local sobre la actividad y se le envió una lista de los comercios que formaban parte del sondeo, esto para evitarle realizar recorridos innecesarios.

- **Recolección y transporte de residuos**

La recolección de residuos se realizó unidad por unidad de acuerdo con la selección elaborada previamente.

Este proceso se llevó a cabo durante 2 días consecutivos, en concordancia con la frecuencia de recolección en el área de estudio, para lograr obtener los residuos comerciales y residenciales equivalentes a una semana de generación.

Posteriormente, los residuos fueron transportados al relleno sanitario en vehículos de carga liviana.

- **Procesamiento de los residuos**

Se realizó el pesaje de los residuos de cada unidad sondeada para determinar las tasas de generación siguiendo lo indicado en la metodología del Ministerio de Salud.

Posteriormente, se procesaron los residuos residenciales y comerciales aplicando el método de cuarteo para determinar los porcentajes de composición.

3.4. Tercera etapa: Análisis y resultados

3.4.1. Caracterización de rutas de recolección

Con la información de campo, se procedió a plasmar la caracterización de las rutas actuales en sus aspectos operativos y técnicos.

Dentro de los aspectos operativos, se muestra la frecuencia de recolección, horarios, tiempos, tarifas, puntos de disposición final, entre otros.

De igual manera, se procedió a elaborar mapas temáticos utilizando el software Arc Map 10.4. Dichos mapas muestran el recorrido actual en cada distrito de manera detallada, indicado los trayectos de recolección, trayectos de traslado, sitios de recolección puntual, trayectos de conducción en reversa, entre otros aspectos relevantes que describen las rutas de recolección.

3.4.2. Procesamiento y análisis de encuestas

El procesamiento de las encuestas aplicadas a comercios y viviendas se realizó utilizando el programa Excel, en donde se generaron diferentes cuadros y gráficos para mostrar la información obtenida de manera más explícita y clara.

En la medida de lo posible se realizaron comparativas de los datos obtenidos con información nivel nacional o de zonas específicas del país, cuando se contó con la información, para dar un contexto a las condiciones actuales del cantón en cuanto a la gestión de RSO.

3.4.3. Análisis de resultados del estudio de composición y generación

Se procedió a procesar la información obtenida en campo de las actividades del estudio de generación y composición, a fin de determinar los diferentes parámetros de generación del distrito central, así como conocer la composición de los residuos que se generan en la zona.

Los indicadores obtenidos fueron comparados con datos provenientes de otros distritos y cantones del país, con la intención de relacionar la magnitud y composición de los residuos generados con las condiciones de urbanidad o ruralidad de las zonas, validando así los parámetros obtenidos en Río Cuarto de acuerdo con las características descritas en la caracterización de la zona.

Además, se realizó una proyección de la generación anual de RSO en el distrito utilizado las proyecciones poblacionales del INEC.

3.4.4. Propuesta de mejora del sistema de recolección

La propuesta de mejora de las rutas se realizó con base en la información obtenida del levantamiento de campo del sistema actual.

De este modo, el enfoque fue el formular una serie de recomendaciones orientadas a mejorar la cobertura y planificación del servicio, las cuales se plantean como un proceso en dos etapas.

De este modo, por medio de la primera etapa se busca atender principalmente la estructuración de las rutas (división de sectores, calendarios y frecuencias) y la ampliación de la cobertura hacia las zonas más accesibles. Estas medidas se podrían ejecutar en el corto y mediano plazo.

Posteriormente, la segunda etapa aborda la extensión del servicio de recolección a las zonas más alejadas, para lo cual se plantea una estrategia que consolide las prácticas de separación de residuos y valorización de la fracción orgánica en estas localidades del cantón, las cuales se apoyen por atiendan de manera integrada con la creación de rutas de recolección de residuos valorizables.

4. Capítulo 4: Caracterización de la zona de estudio y sus generadores

En este capítulo se realiza una caracterización de las condiciones generales del cantón de Río Cuarto, así como de aspectos específicos del distrito cabecera como zona de estudio de la presente investigación.

Se describen los aspectos geográficos y económicos más relevantes que dan contexto y enmarcan las condiciones en las cuales se el nuevo gobierno local inicia sus labores en lo referente a GIRS.

Además, se muestran el análisis de las encuestas realizadas en el distrito cabecera, lo cual brinda una caracterización de los generadores residenciales y comerciales con respecto a aspectos de GIRS.

Finalmente, se muestra el análisis socioeconómico y geográfico de los generadores residenciales, el cual justifica el modo de procesamiento de los residuos residenciales del estudio de generación y composición.

4.1. Aspectos generales del cantón

4.1.1. Ubicación del cantón

El cantón de Río Cuarto forma parte de la región huetar norte del país y pertenece a la provincia de Alajuela. Este limita al norte y al oeste con el cantón de San Carlos, al este con el cantón de Sarapiquí y al sur con los cantones de Sarchí y Alajuela.

Según la división geopolítica aprobada mediante el decreto ejecutivo N° 44-2018-MGP, el cantón consta de 3 distritos a saber, Río Cuarto como cabecera de cantón, Santa Rita y Santa Isabel. En la Figura 11 se observa la ubicación del cantón en el territorio nacional.

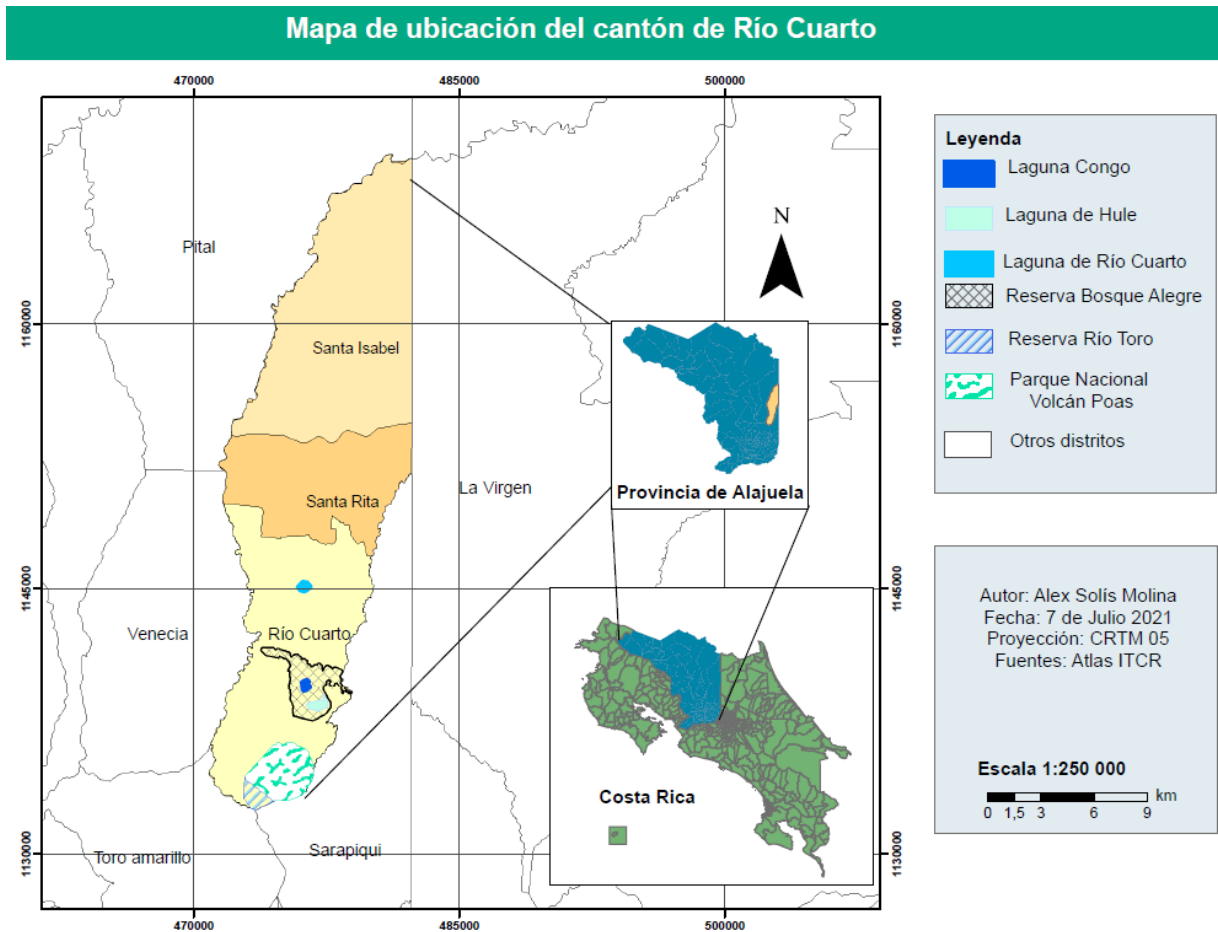


Figura 11. Mapa de ubicación del cantón de Río Cuarto

4.1.2. Topografía

Las zonas con mayor elevación se presentan al sur del cantón, en el distrito de Río Cuarto, alcanzando unos 2000 m.s.n.m en lo que corresponde a las zonas montañosas del parque nacional volcán Poás. Sin embargo, en términos generales el cantón de río cuarto presenta una topografía bastante regular, predominando pendientes de 0% a 12%, las cuales cuentan con un buzamiento hacia el norte.

En la Figura 12 se muestra el mapa de pendientes del cantón.

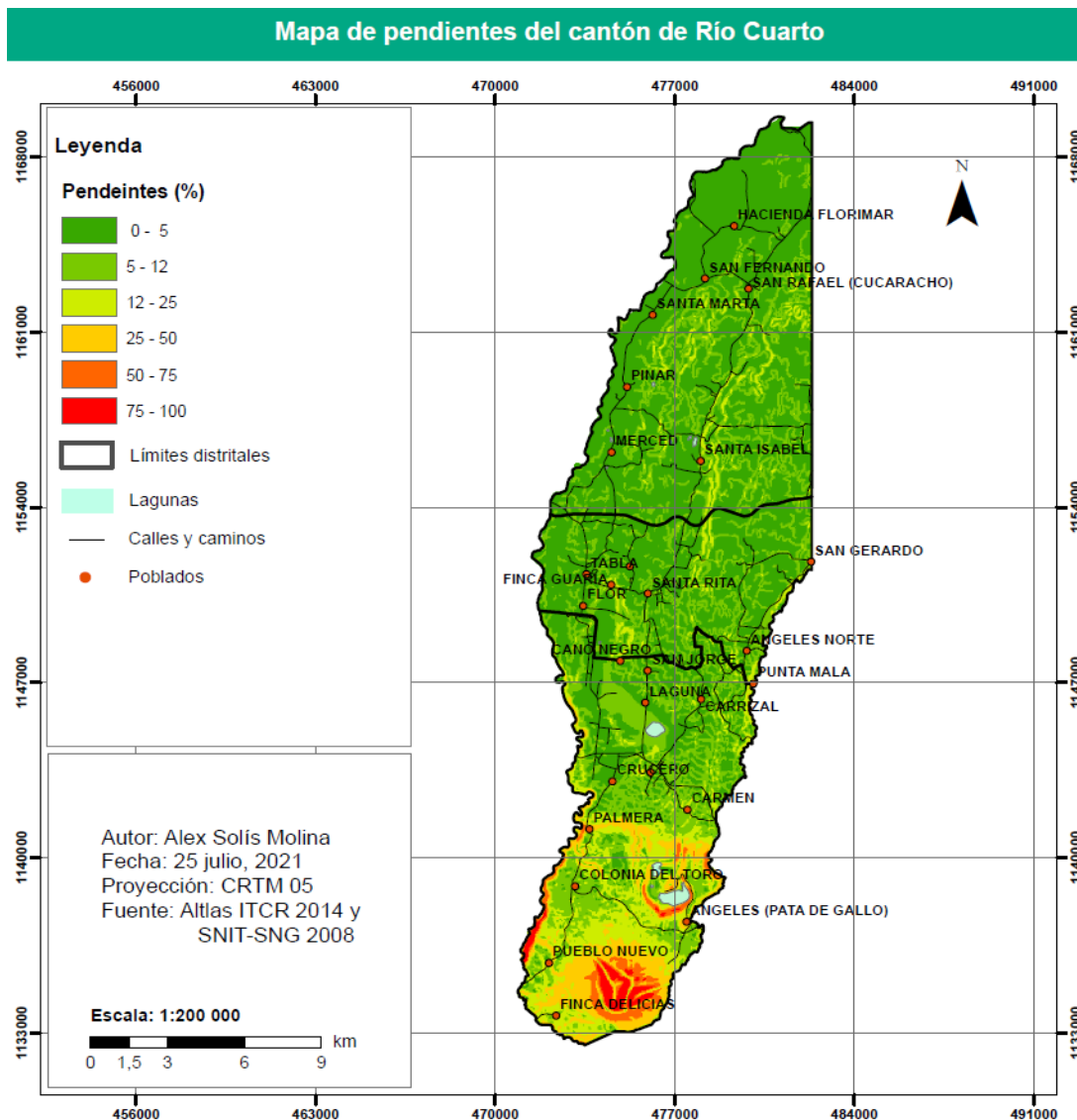


Figura 12. Mapa de pendientes del cantón de Río Cuarto

Como se observa en la Figura 12, las pendientes más pronunciadas se encuentran en las zonas montañosas del distrito cabecera. Así, las rutas de acceso a los poblados de Palmera, Colonia del Toro, Pueblo Nuevo o Pata de Gallo poseen tramos con pendientes cercanas al 25%.

4.1.3. Poblados y población

El cantón de Río Cuarto posee un área aproximada de 254,9 Km² (SNIT, 2018) y cuenta con un total de 28 poblados (Decreto ejecutivo N° 44-2018-MGP).

Actualmente no se cuenta con un catastro o mapa en donde se delimiten en detalle los distintos poblados. Sin embargo, estos están identificados en el decreto ejecutivo N° 44-2018-MGP para cada distrito y ubicados de manera puntual en los datos del Atlas del ITCR (2014), como se muestra en la Figura 12.

La población actual del cantón se tiene de manera aproximada por medio de las proyecciones de población del INEC basado en los datos del antiguo distrito, en las que se indica una población total de 16160 habitantes.

Para realizar una estimación de la población para los distritos del actual cantón se tomaron los datos de población del censo 2011 y se determinó la proporción de habitantes en cada distrito, con lo cual se obtuvieron los siguientes porcentajes de distribución: 33% en Río Cuarto, 35% en Santa Rita y 32% en Santa Isabel. Luego, suponiendo que a la fecha estas proporciones se han mantenido similares, se procedió a calcular la población actual de cada distrito multiplicando los porcentajes de distribución por la cantidad de habitantes totales de la proyección del INEC. En el Cuadro 5 se presenta un resumen de los datos de población y área por distrito.

Cuadro 5. Distribución de área y habitantes por distrito para el 2011

Distrito	Poblados	Habitantes	Área (Km²)	Habitantes (%)	Área (%)	Densidad (Hab/Km²)
Río Cuarto	Bolados, Caño Negro, Carmen, Carrizal, Colonia del Toro, Crucero, Hule, Laguna, Palmera, Palmar, Pata de Gallo, Pueblo Nuevo y San Jorge.	5327	78,8	33%	31%	67,5
Santa Rita	Ángeles Norte, Flor, La Trinidad, Montelirio, Naranjales, Peoresnada, San Gerardo (parte) y Tabla.	5710	53,2	35%	21%	107,3
Santa Isabel	Los Lagos, Merced, Pinar, San Fernando, San José, San Rafael y San Vicente.	5123	104,1	32%	41%	49,2
Área Silvestre Protegida (ASP) total		-	18,8	-	-	-
Total		16160	254,9	100%	100%	68,4*

*Densidad poblacional sin considerar las ASP

Fuente: Elaboración propia con datos del INEC

De acuerdo con la estimación realizada, la cantidad de habitantes es muy similar en cada distrito, siendo Santa Rita el distrito con mayor cantidad de habitantes y Santa Isabel el de menor población.

En términos de densidad poblacional, Santa Rita es el distrito con mayor densidad para un estimado de 107,3 habitantes por Km², mientras que a nivel cantonal se tiene una densidad de 68,4 habitantes por km².

Comparando con las proyecciones de densidad poblacional realizadas por el INEC al año 2018, el cantón de Río Cuarto ocuparía el puesto 47 de 82 y se encontraría por debajo del promedio nacional el cual ronda los 100 habitantes por km². Es importante destacar que para dicha proyección 37 cantones poseían una densidad superior a 100 habitantes por km², mientras que 15 poseían densidades superiores a los 1000 habitantes por km².

Además, de acuerdo con el cálculo de Índice de Desarrollo Social (IDS) realizado por el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN, 2017), en el cual se evaluaron aspectos asociados con economía, participación ciudadana, educación, salud y seguridad, se encontró la siguiente relación entre los quintiles del IDS y la densidad poblacional de los distritos.

Cuadro 6. Desviación, población extensión y densidad poblacional, según quintiles 2017 (distribución relativa)

Quintiles	Valor Promedio IDS	Desviación Estandar	% Población*	% Extensión**	Densidad
Total			100,0	100,0	95,7
V	83,4	6,1	26,6	2,2	1 170,3
IV	71,3	2,1	29,1	6,8	412,6
III	63,1	2,6	19,9	13,3	143,3
II	54,2	2,5	11,2	27,3	39,2
I	41,8	8,4	13,2	50,5	25,0

Fuente: MIDEPLAN, 2017

Como se observa en el Cuadro 6, se encontró que a menor densidad poblacional menor desarrollo social poseen las zonas evaluadas. En dicha evaluación, el entonces distrito de Río Cuarto se encontraba en el segundo quintil.

Estas características poblacionales del cantón de Río Cuarto coinciden con sus rasgos de desarrollo urbano, en donde se tienen pequeñas machas urbanas en los centros comerciales de los distritos y predominan las zonas rurales con una alta dispersión poblacional.

Es importante mencionar que al presentar características mayormente de ruralidad y poseer poca población, es de esperar una generación de residuos baja en comparación con zonas más urbanas lo cual es positivo pensando en la huella ecológica a nivel cantonal, no obstante, la dispersión poblacional puede representar un reto en cuanto a aspectos de cobertura de los servicios de GIRS.

4.1.4. Principales actividades económicas de la zona

Como se indica en el informe de caracterización del Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica (INDER, 2015), Río Cuarto es una zona en donde históricamente la producción agropecuaria y agroindustrial ha desempeñado el papel central con respecto al desarrollo económico, siendo la producción avícola, la ganadería, la agricultura de tubérculos y producción de piña para exportación las actividades más destacadas en la zona; y en mayor medida en los distritos de Santa Rita y Santa Isabel.

Complementariamente se encuentran las actividades comerciales y turísticas, las cuales se practican con más fuerza en el distrito cabecera, en el cual se encuentra el mayor desarrollo comercial en la zona central y se localizan diferentes atractivos turísticos del cantón como la Laguna de Río Cuarto, la Laguna de Hule y el Refugio de Vida Silvestre Bosque Alegre.

Esta distribución de actividades productivas se ve reflejada en la caracterización empresarial realizada por el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC, 2013), en la cual se contabilizaron un total de 117 mipymes (micro, pequeña y mediana empresa) en el Cantón de Río Cuarto, las cuales para efectos de esta investigación se agruparon de la siguiente manera.



Figura 13. Resultados de caracterización empresarial de Río Cuarto
Fuente: Elaborado con datos del MEIC, 2013

En la categoría otros se resumieron un total de 10 subcategorías relacionadas a servicios de construcción, salud, manufactura, financieros, administrativos, entre otros. De este modo, como se observa en la Figura 13, las 3 categorías sobresalientes están relacionadas con los principales aspectos productivos del cantón ya mencionados: sector agropecuario, sector comercio y sector turismo.

A pesar de que no todas las actividades productivas deben ser atendidas por medio del servicio municipal de GIRS, como sucede en muchas áreas del sector agro, es importante conocer los tipos de residuos que se derivan de estas actividades en orden de fiscalizar la adecuada gestión, así como impulsar el uso de las tecnologías más apropiadas para el procesamiento de residuos peligrosos o especiales según corresponda.

4.1.5. Aspectos de GIRS

Al momento de realizar esta investigación, la municipalidad de Río Cuarto no cuenta con un departamento de Gestión Ambiental, ni con un PMGIRS, por lo que se encuentra pendiente la creación del cuerpo técnico y administrativo que se encargue de la coordinación de los asuntos asociados a la GIRS del cantón.

Respecto a los servicios asociados a la GIRS, aún no se cuenta con limpieza de vías y espacios públicos, así como tampoco existen un servicio de recolección de residuos valorizables.

Por su parte, se ha verificado que el servicio de recolección de RSO se brinda de manera privada y no está vinculado con la administración municipal, lo cual genera algunas problemáticas en el cantón. Por un lado, al tratarse de un servicio privado, existen personas que no reciben el servicio, de modo que optan por quemar o enterrar sus residuos, lo cual además de haber sido expresado por la gestora ambiental de la municipalidad de Grecia Yessenia Alfaro (Y. Alfaro, comunicación personal, 9 de abril de 2019), también se evidenció anteriormente en los datos del censo 2011 por medio de la evaluación de la variable de eliminación de residuos sólidos como se observa en la Figura 14 .

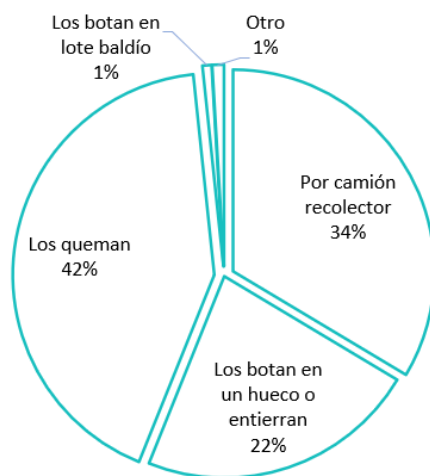


Figura 14. Resultados sobre métodos de eliminación de residuos sólidos en el antiguo distrito de Río Cuarto
Fuente: INEC, 2011

Otro de los problemas asociados, es que existen poblados que no son cubiertos por las rutas actuales de recolección. Algunos de estos, al encontrarse en las periferias del cantón y tener poca población, no son rentables para los recolectores privados.

Uno de los aspectos positivos que se ha podido comprobar, es que la disposición de los residuos recolectados se realiza en el relleno sanitario municipal de San Carlos, el cuál es la opción más cercana a la zona.

Por el momento parte una de las iniciativas tomadas por la municipalidad de Río Cuarto ha sido la coordinación de campañas de recolección de residuos valorizables en los diferentes distritos, las cuales han sido muy exitosas, pues se ha logrado recolectar varias toneladas de residuos, los cuales son llevados a un centro de acopio ubicado en el Pital de San Carlos.

4.2. Aspectos específicos de la zona de estudio

4.2.1. Delimitación de la zona de estudio

Para la elaboración de las actividades de campo asociadas al sondeo de generación y composición de RSO se delimitó como zona de estudio el área central del distrito cabecera del cantón de Río Cuarto y los barrios más cercanos. En la Figura 15 se muestra la delimitación espacial de esta zona.

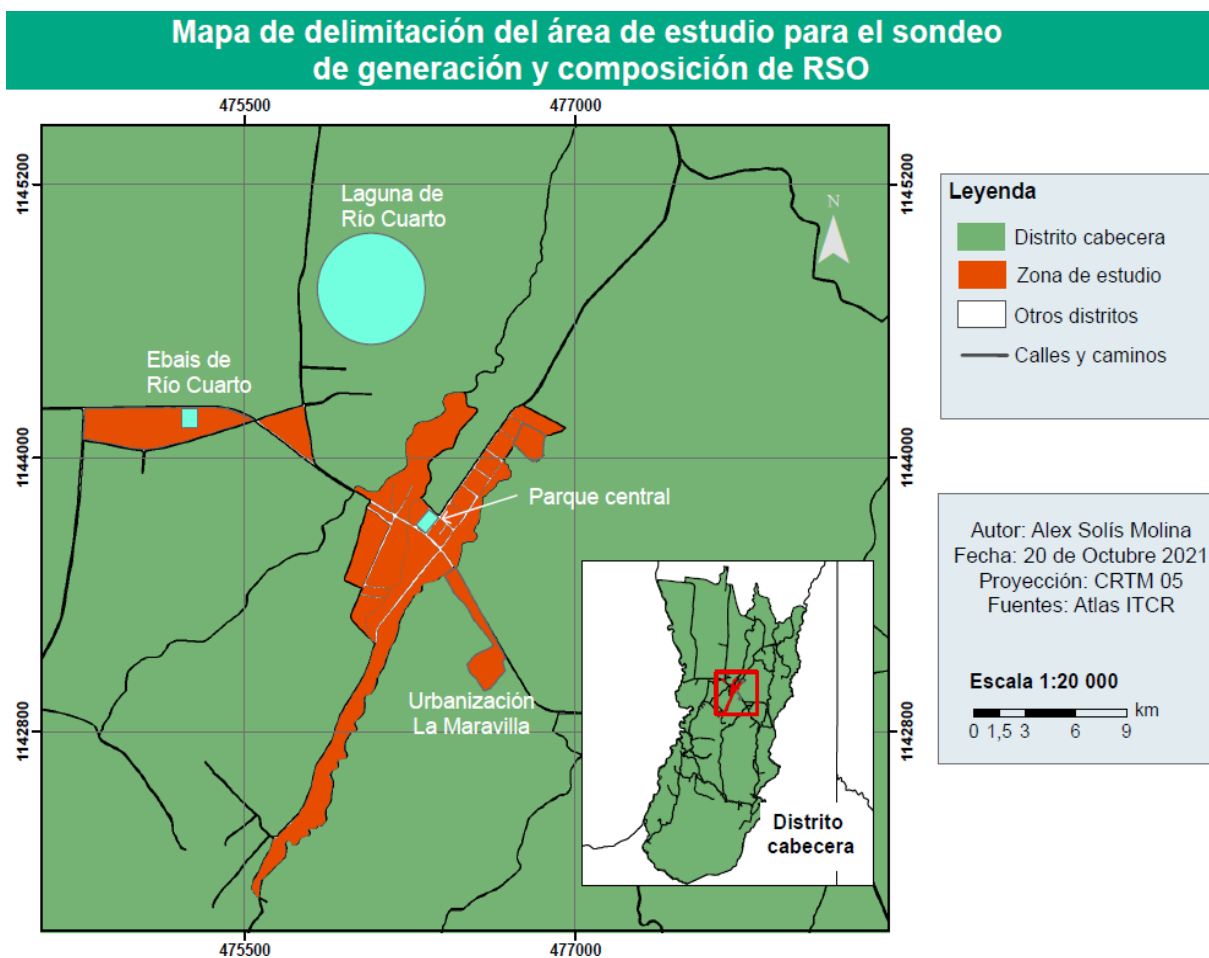


Figura 15. Delimitación espacial de la zona de estudio

Esta delimitación se realizó a conveniencia, principalmente por tratarse las zonas con mayor desarrollo residencial y comercial servidas por la ruta de recolección de RSO vigente al momento del estudio.

4.2.2. Análisis socioeconómico y geográfico de los generadores residenciales

En esta sección se presenta el análisis realizado para aproximar las características socioeconómicas de los generadores residenciales dentro del distrito cabecera y específicamente de la zona de estudio.

La metodología utilizada para realizar dicho análisis se basó principalmente en el método del IPM (Ver sección 2.4.). En el Anexo 3 se encuentra la explicación detallada de los indicadores utilizados en la evaluación, así como la justificación de los criterios de clasificación, entre otros aspectos de interés.

Los datos utilizados para el análisis provienen del censo nacional del 2011. En términos generales el análisis consistió en evaluar el acceso de los hogares a diferentes bienes o servicios básicos, para determinar la cantidad de privaciones asociadas a cada uno y así poder clasificarlos en diferentes categorías.

En el Cuadro 7 se muestra el resumen de la estructura de dimensiones e indicadores con sus respectivos umbrales de privación utilizados para el análisis.

Cuadro 7. Resumen de indicadores de pobreza evaluados en el análisis socioeconómico

Dimensiones	Indicadores	Umbral de privación
¹Educación	No asistencia a la educación formal o abierta	-Al menos una persona que se encuentre en edades entre los 5 y 17 años y no asista a la educación formal o abierta.
	Rezago educativo	-Al menos una persona que se encuentre entre 7 y 19 años que esté asistiendo a la educación formal o abierta y tenga 2 o más años de rezago.

Cuadro 7. Resumen de indicadores evaluados en el análisis socioeconómico (Continuación)

Dimensiones	Indicadores	Umbral de privación
¹Educación	Sin logro de bachillerato	-Al menos una persona que se encuentre en edades de 18 a 24 años y que no tenga bachillerato de secundaria académica o técnica
	Bajo desarrollo de capital humano	Algunas de las siguientes condiciones: -Personas con edades entre los 25 y 35 años sin título de bachillerato de secundaria académica o técnica. -Personas con edades entre los 36 y los 57 años sin noveno año aprobado. -Personas con edades entre los 58 y 64 años sin primaria completa.
¹Vivienda	Mal estado del techo o el piso	Alguna de las siguientes condiciones: -Viviendas con piso de tierra o en mal estado -Viviendas con techo en mal estado
	Mal estado de las paredes	-Vivienda con paredes exteriores en mal estado
	Condición de tugurio	-Vivienda considerada en condición de tugurio
	Hacinamiento	-Hogares con más de 2 personas por aposento
	Sin electricidad	-Viviendas sin electricidad
¹Salud	Sin servicio de agua potable	Alguna de las siguientes condiciones: -Que residen en viviendas sin tubería de agua dentro de la misma -Con agua proveniente de pozo, río, quebrada o naciente, lluvia u otra fuente que no sea acueducto.
	Sin eliminación adecuada de excretas	-Que residen en viviendas que tienen un sistema de eliminación de excretas de “hueco”, pozo negro, letrina u otro sistema diferente al alcantarillado o tanque séptico.
²Estándar de vida	Capacidad de consumo limitada	Alguna de las siguientes condiciones: -Hogar con un perceptor sin bachillerato de secundaria aprobado y tres o más dependientes -Hogares con 2 perceptores con menos de tercer año de secundaria aprobado y 3 o más dependientes -Hogares con 3 o más perceptores sin primaria finalizada y 3 o más dependientes

Cuadro 7. Resumen de indicadores evaluados en el análisis socioeconómico (Continuación)

Dimensiones	Indicadores	Umbral de privación
Estándar de vida	Bienes duraderos	No cuentan con ninguna de los siguientes bienes: -Automóvil -Motocicleta -Radio -Televisor (convencional o plasma)
	Acceso limitado a la información y comunicación	Hogares que no cumplan simultáneamente las siguientes condiciones: -Sin televisor o una computadora (Sea laptop o de escritorio) con internet. -Sin teléfono fijo o celular

Fuente: ¹INEC, 2015a; ²Akire et al, 2016

Para la clasificación de los hogares en función de las privaciones identificadas se tomaron como referencia los criterios y categorías establecidas por Akire et al (2016), adaptándolos a la estructura utilizada en esta investigación, como se muestra en la Figura 16.

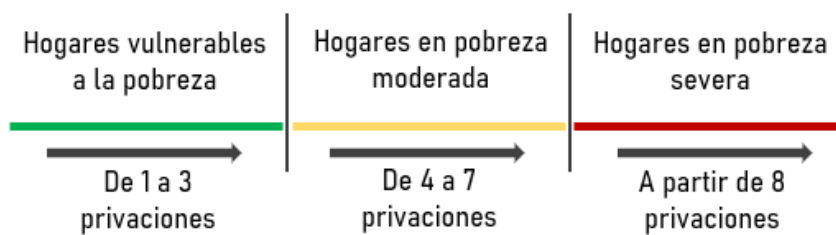


Figura 16. Rangos de clasificación de hogares según indicadores evaluados

Posteriormente, se procedió a realizar el análisis geográfico haciendo uso de las divisiones espaciales utilizadas por el INEC denominadas Unidades Geoestadísticas Mínimas (UGM), las cuales corresponden a los segmentos de área más pequeños a los cuales se asocian los datos censales.

4.2.2.1. Aspectos generales

Los datos censales utilizados para el análisis corresponden espacialmente al antiguo distrito de Río Cuarto (actual cantón), de modo que únicamente se tomaron las respuestas efectivas de los hogares registrados en el área que coincide con el actual distrito cabecera, para un total de 1048 hogares.

El área correspondiente al distrito cabecera se divide en 33 UGM, las cuales varían en extensión y densidad poblacional. En la Figura 17 se aprecia la separación por UGM para el distrito cabecera, donde las áreas en rojo son las UGM consideradas urbanas.

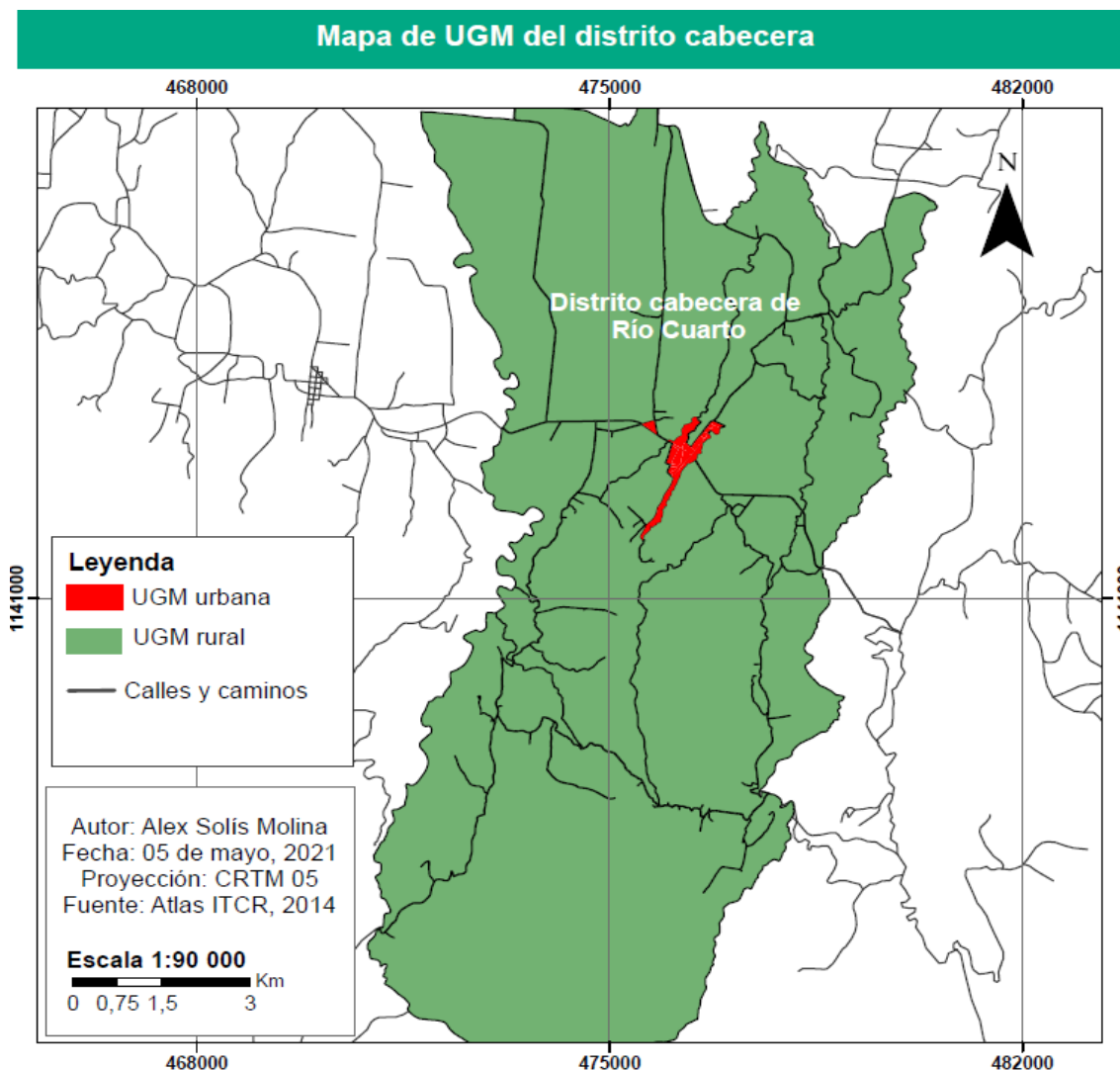


Figura 17. División del distrito de Río Cuarto por UGM

De acuerdo con la clasificación realizada por el INEC, 13 de las 33 UGM se consideraban como zonas urbanas, mientras que los 20 restantes se consideraban como zonas rurales.

Al realizar un análisis por área y cantidad de hogares, se encontró que las zonas consideradas rurales constituían el 99,5% del área del distrito (equivalente a 96,13 km² aproximadamente) y albergaban el 74% de la población, mientras que las zonas consideradas urbanas constituían únicamente 0,5% del área del distrito (equivalente a 0,48 km² aproximadamente) y albergaban un 26% de la población.

Tras las diferentes visitas de campo realizadas durante el desarrollo del proyecto, se pudo comprobar que las áreas consideradas como urbanas en el censo nacional del 2011 son las que actualmente presentan mayor densidad poblacional y mayor desarrollo comercial, no obstante, este desarrollo sigue siendo limitado. Por un lado, la existencia de cuadrantes es casi nula, presentándose únicamente 7 bloques al noroeste del parque central, lo cual representa un 20% del área considerada urbana, el resto del área presenta un desarrollo que refleja poca planificación. Igualmente, existen algunas calles en esta zona que aún son de lastre y se encuentran en malas condiciones. Además, se pudo observar la existencia de terrenos dedicados a actividades de producción agropecuaria dentro de estas zonas, las cuales de acuerdo con los conceptos para las variables censales definidos por el INEC (2011a) son actividades de producción que caracterizan las zonas rurales.

Así, debido a lo visto en campo, se considera que estas zonas son las que poseen mayor potencial para un desarrollo urbano, sin embargo, no se considera adecuado catalogarlas en una condición de urbanidad, ya que aún presentan características claramente rurales.

En la Figura 18 se muestra la intersección de la zona de estudio con las UGM catalogadas como urbanas en el censo 2011 y se indica la ubicación de diferentes fotografías tomadas dentro de esta zona las cuales se presentan en figuras posteriores para ilustrar parte de las condiciones vistas en campo.

Mapa de ubicación de fotografías tomadas en la zona de estudio

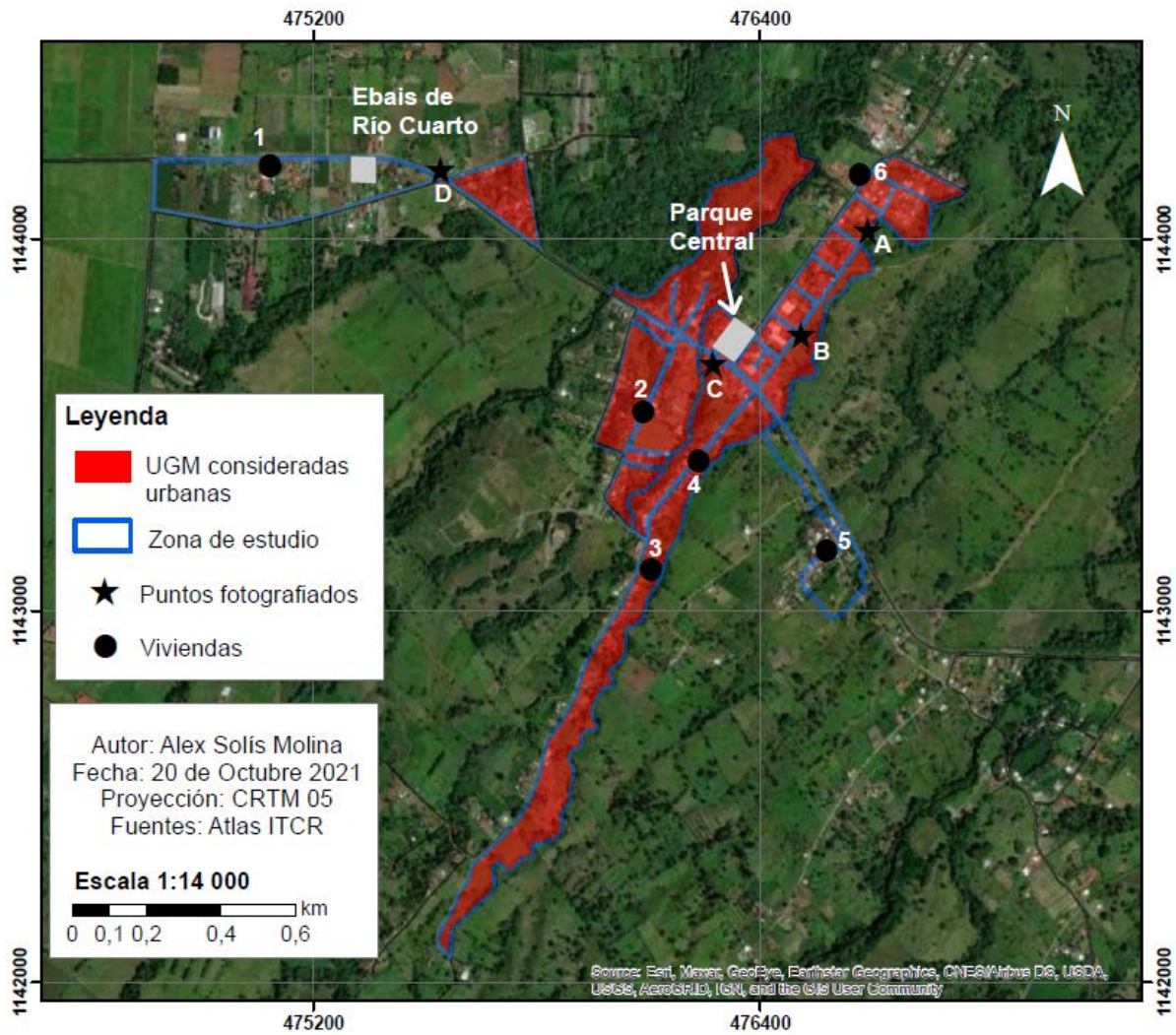


Figura 18. Zonas consideradas como urbanas para el distrito de Río Cuarto

Como se aprecia en la Figura 18, la zona de estudio (delineada en azul) abarca las UGM consideradas como urbanas, además de algunas áreas de barrios aledaños a esta zona.

Seguidamente, en la Figura 19 se muestran fotografías tomadas en los puntos A, B, C y D, indicados en la figura anterior, en las cuales se muestra parte de las condiciones observadas en campo dentro las zonas consideradas urbanas.



Figura 19. Fotografías dentro de las zonas consideradas urbanas en el distrito de Río Cuarto
Fuente: ¹Propia, 2020; ²Delgado, 2018; ³Vargas, 2019

Como se puede observar, en el punto A se aprecia el palacio municipal y de fondo una zona no construida que corresponde a potreros destinados activamente a ganadería. En el punto B se observa una lechería, la cual se encuentra en funcionamiento actualmente y se ubica a unos 200 metros del parque central. El punto C corresponde con una fotografía aérea del parque de Río Cuarto, el cual se ubica en la zona con mayor desarrollo comercial del distrito y en donde se pueden apreciar los cuadrantes existentes. Finalmente, en el punto D se observa una fotografía aérea donde se destaca en rojo la porción del barrio Laguna considerada urbana.

Como se puede apreciar en las fotografías de la Figura 19, las condiciones de las áreas consideradas urbanas muestran aún una predominancia de rasgos rurales. Así, aunado a los datos que indica el INEC, para efectos de esta investigación se consideró todo el distrito cabecera como una zona rural.

Luego, en cuanto a la infraestructura residencial observada en campo, se observó como condición típica viviendas de una planta, con áreas de construcción entre los 50 m² y 90 m². Los lotes o parcelas muestran dimensionamientos irregulares entre sí y en su mayoría cuentan con disponibilidad de zonas verdes. El acomodo de las parcelas o lotes se da alrededor de calles principales y con excepción del área más céntrica, no existen cuadrantes definidos. Además, no existe un estándar arquitectónico en los métodos constructivos o la estética de las viviendas, y no se observaron zonas con desarrollos residenciales tipo condominio o similares que representen una diferencia significativa en relación con la infraestructura residencial predominante en el distrito. Así, en la Figura 20 se muestran las fotografías de las viviendas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 indicadas en el mapa de la Figura 18.



Figura 20. Fotografías de viviendas en la dentro de la zona de estudio

Así, haciendo interpretación de las condiciones observadas en campo, se infiere que la población del distrito de Río Cuarto presenta condiciones socioeconómicas mayormente homogéneas entre sí. Además, de manera cualitativa se considera que dicha condición socioeconómica podría situarse entre una clase media y media-baja, esto debido a que en términos generales no se observaron condiciones que reflejen grandes acumulaciones de riquezas o situaciones de pobreza severa como características predominantes en la población.

4.2.2.2. Resultados de la evaluación de los indicadores de pobreza

Tras realizar evaluar los indicadores presentados en el Cuadro 7 para los hogares registrados en el censo 2011 dentro de la zona que comprende el actual distrito cabecera, se obtuvo la siguiente distribución en las categorías de clasificación:

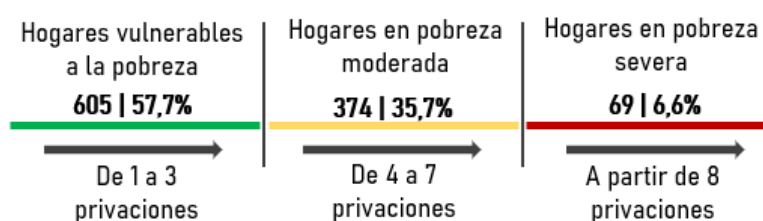


Figura 21. Cantidad de hogares por categoría

Así, como se observa en la Figura 21 más de la mitad de los hogares se encontraba en la primera categoría de clasificación presentando entre 1 y 3 privaciones, poca más de un tercio fue catalogado en la categoría de pobreza moderada y solo un 6% en la categoría de pobreza severa.

A partir de estos resultados, se obtuvo una incidencia (cantidad de hogares pobres respecto al total) de 42,3%. Este resultado es consistente en orden de magnitud con la incidencia de pobreza obtenida por el INEC (2015 b) para la región Huetar Norte (en la cual se ubica el cantón de Río Cuarto), la cual fue de un 35,1 % para la evaluación realizada en 2015.

Luego, la distribución de privaciones obtenida por dimensiones e indicadores se muestra en la Figura 22.

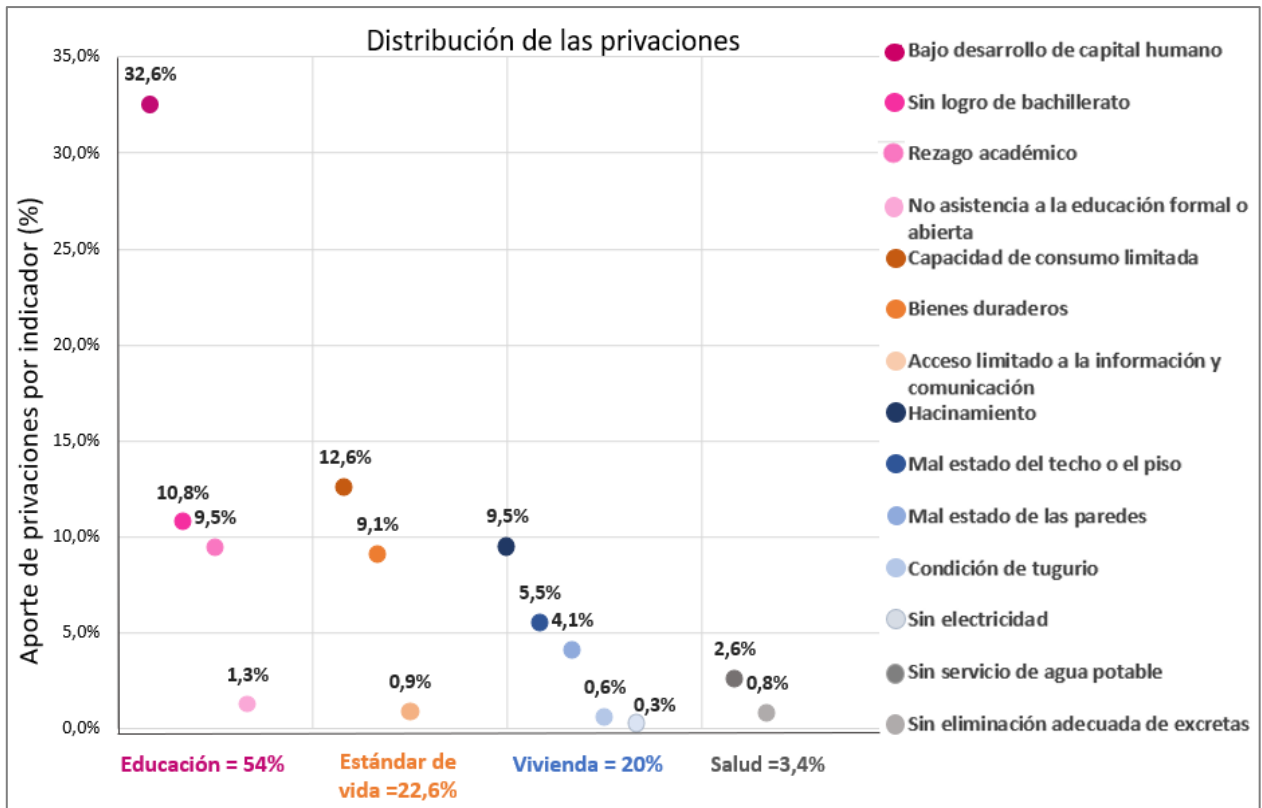


Figura 22. Distribución de privaciones obtenidas para cada indicador
Fuente: Elaboración propia con datos del censo 2011

Como se observa, la dimensión Educación fue la que aportó mayor cantidad de privaciones para un 54% sobre el total, seguida de Estándar de vida con un 22,6%, Vivienda con un 20% y por último Salud con un 3,4%. Además, el indicador con mayor incidencia fue el de *Bajo desarrollo de capital humano* el cuál acumulo el 32,6% de todas las privaciones registradas. Este importante resaltar que este indicador también tuvo el mayor aporte dentro de la dimensión de Educación en la evaluación a realizada nivel nacional (INEC, 2015b)

En cuanto a la dimensión de Salud, la cantidad de privaciones fue baja en comparación a las demás dimensiones, esto se debe a que únicamente se evaluaron 2 indicadores los cuales corresponden con servicios que cuentan con una alta cobertura en el país. De acuerdo con Fallas y Portuguez (2020) el acceso a agua potable intradomiciliaria a nivel nacional es de un 97,8%, mientras que según lo indicado en el informe de política nacional de saneamiento en aguas residuales (MINAE et al, 2016) el tratamiento adecuado de excretas se encontraba cerca de un 98% en 2015.

Posteriormente, al realizar el análisis de privaciones en los hogares calificados en la categoría de pobreza moderada se obtuvo lo siguiente:

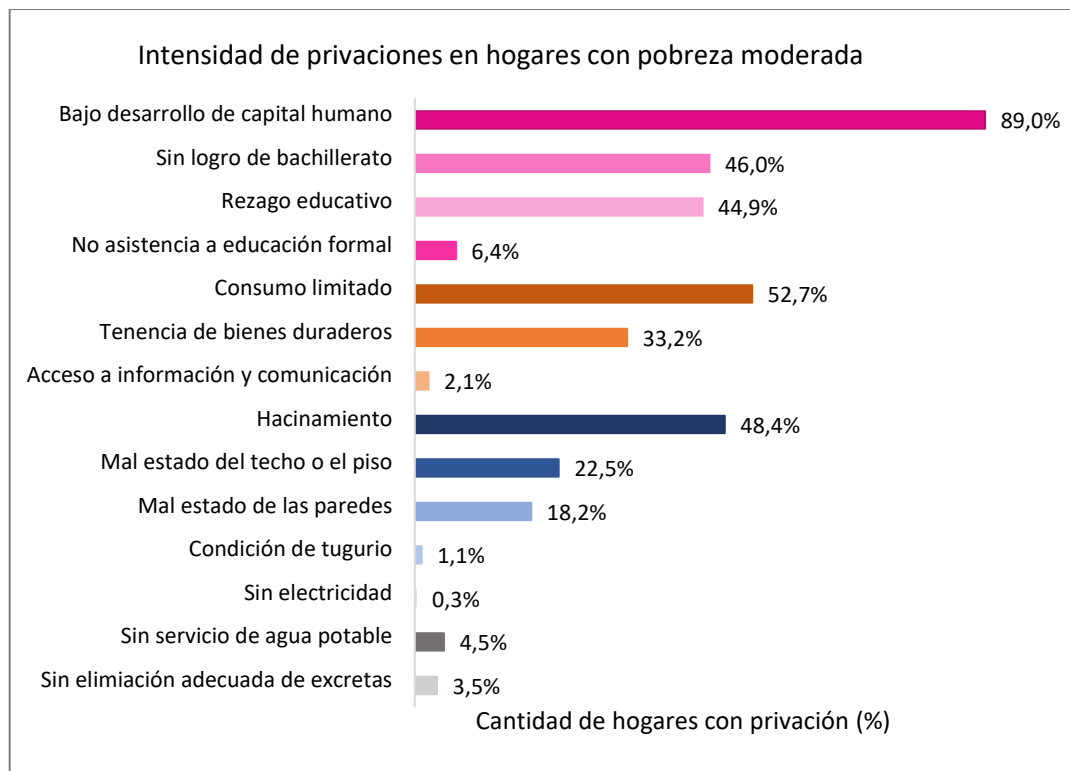


Figura 23. Intensidad de las privaciones en los hogares con pobreza moderada

Como se observa en la Figura 23, la intensidad de las privaciones para los hogares en la categoría de pobreza moderada concuerda con la distribución general indicada en la Figura 22, siendo los aspectos de educación donde se presentan más privaciones.

Así, es importante señalar que las carencias en educación mantienen una estrecha relación con condiciones de pobreza, especialmente en zonas rurales. Esto se evidencia en la investigación realizada por Sánchez (2015), en donde se encontró una relación directa entre el grado de escolaridad y las tasas de pobreza obtenidas por el método de línea de pobreza para las zonas rurales del país. Es por esto que además del efecto sinérgico que representa el conjunto de todas las privaciones, la alta incidencia obtenida en la dimensión de Educación refuerza la clasificación de los hogares en condición de pobreza moderada.

Seguidamente, se procedió a cuantificar la cantidad de hogares por categoría para cada UGM, lo cual se muestra de manera resumida en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Clasificación de las UGM por categorías socioeconómicas

ID UGM	Cantidad de hogares en la UGM	Hogares por categoría			Hogares por categoría (%)		
		Vulnerables a la pobreza	Pobreza moderada	Pobreza Severa	Vulnerables a la pobreza	Pobreza moderada	Pobreza Severa
5625	25	9	16	0	36%	64%	0%
7194	41	26	12	3	63%	29%	7%
11348	7	6	1	0	86%	14%	0%
11977	8	6	2	0	75%	25%	0%
13633	19	15	3	1	79%	16%	5%
16326	37	19	17	1	51%	46%	3%
16345	6	4	2	0	67%	33%	0%
17736	14	11	3	0	79%	21%	0%
18592	19	11	8	0	58%	42%	0%
18742	14	8	4	2	57%	29%	14%
19322	20	9	11	0	45%	55%	0%
20147	4	3	1	0	75%	25%	0%
20828	55	30	17	8	55%	31%	15%
21876	38	17	15	6	45%	39%	16%
22614	18	8	10	0	44%	56%	0%
26426	15	11	4	0	73%	27%	0%
26656	24	11	11	2	46%	46%	8%
27339	5	2	3	0	40%	60%	0%
27662	11	11	0	0	100%	0%	0%
28669	7	4	2	1	57%	29%	14%
31964	34	16	15	3	47%	44%	9%
33273	32	13	16	3	41%	50%	9%
34024	22	14	8	0	64%	36%	0%
34039	175	91	66	18	52%	38%	10%
35343	7	4	3	0	57%	43%	0%
35784	19	10	8	1	53%	42%	5%
36305	58	38	18	2	66%	31%	3%
36376	90	63	25	2	70%	28%	2%
36438	37	13	9	15	35%	24%	41%
71655	54	40	14	0	74%	26%	0%
71656	48	24	24	0	50%	50%	0%
71657	22	17	4	1	77%	18%	5%
71658	63	41	22	0	65%	35%	0%

De acuerdo con los datos mostrados en el Cuadro 8, se tiene que en 23 UGM predomina la condición de vulnerabilidad a la pobreza, en 4 la condición de pobreza moderada y en 6 se tiene una condición mixta. Así para la clasificación espacial de las UGM se definieron las siguientes 4 categorías:

- Mayormente vulnerable a la pobreza: UGM con más de 50% de hogares en la categoría de “vulnerables a la pobreza” (casillas verdes del Cuadro 8).
- Mayormente en pobreza moderada: UGM con más de 50% de hogares en la categoría de “pobreza moderada” (casillas amarillas del Cuadro 8).
- Condición Mixta 1: UGM mixta con predominancia de hogares vulnerables y en pobreza moderada (casillas azules del Cuadro 8).
- Condición Mixta 2: UGM mixta con predominancia de hogares vulnerables y en pobreza severa (casillas naranjas del Cuadro 8).

A partir de esta información se realizó el mapa con la categorización de las UGM para visualizar la distribución espacial y analizar la interacción con la zona de estudio (ver Figura 15) y la ruta de recolección actual, lo cual se muestra en la Figura 24.

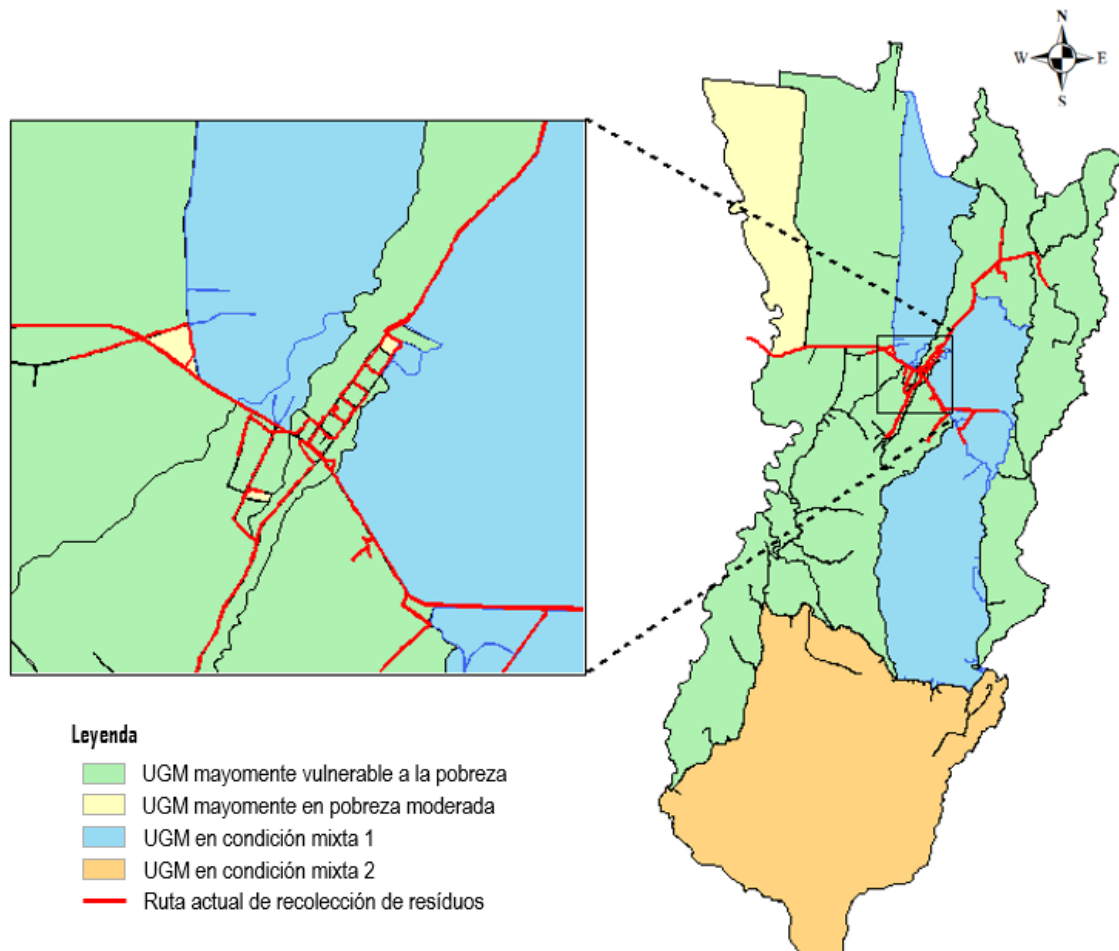


Figura 24. Distribución espacial de categorías socioeconómicas en el distrito de Río Cuarto

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2011

Como se aprecia en la Figura 24, se encontró que las áreas clasificadas como “mayormente vulnerable a la pobreza” fueron las que predominaron, esto tanto para el distrito en general como para las áreas comprendidas en la zona de estudio.

Por otra parte, en la categoría “mayormente en pobreza moderada” se obtuvieron 3 UGM, una de estas y la más amplia ubicada al oeste de la zona de estudio, en una zona con muy poca interacción con la ruta de recolección. Las otras 2 UGM coincidieron con la zona de estudio, no obstante, son áreas muy pequeñas en donde el camión realiza mayormente traslado y no recolección, lo cual fue verificado mediante el levantamiento de la ruta de recolección.

En cuanto a la condición mixta 1 abarca una porción importante del área del distrito, no obstante, coincide con la ruta de recolección en un espacio muy reducido, en donde adicionalmente se tiene una cobertura muy baja del servicio.

Por su parte, la condición mixta 2, se encuentra completamente al sur y no coincide en ningún momento con la ruta de recolección.

Es importante recordar que esta evaluación se realiza con los datos del censo 2011, por lo que los resultados obtenidos muestran las condiciones existentes para ese momento. No obstante, estos resultados brindan una referencia de las condiciones socioeconómica que han existido en la zona.

Finalmente, para el análisis realizado se tiene el siguiente resumen de resultados:

- Las condiciones socioeconómicas obtenidas para el distrito de Río Cuarto y en el área de estudio, por medio de la aplicación del método del IPM indican como condición predominante en los hogares la vulnerabilidad a la pobreza según los criterios de clasificación definidos por Akire et al (2016).
- Las condiciones determinadas por medio de la aplicación del método coinciden con las condiciones observadas en campo y la clasificación cualitativa realizada previamente.
- Debido a que en su mayoría las UGM cubren áreas muy grandes y aunado a la baja densidad demográfica del distrito, el análisis espacial representa una aproximación bastante gruesa de cómo se distribuyen las condiciones socioeconómicas de la zona, no obstante, se considera que en términos generales ilustra la homogeneidad socioeconómica que presentaba el distrito en el 2011.
- Del análisis cualitativo y cuantitativo de las condiciones socioeconómicas del distrito se considera que el área de estudio presenta características socioeconómicas mayormente homogéneas y debido a la cobertura que posee ruta de recolección actual en estas zonas, se consideró apropiado utilizar una única categoría residencial para la elaboración del estudio de composición.

5. Capítulo 5: Diagnóstico del sistema de gestión de residuos ordinarios

En este capítulo se presenta un diagnóstico de las condiciones existentes del sistema de gestión de residuos ordinarios, principalmente enfocado en la evaluación realizada dentro del distrito cabecera del cantón de Río Cuarto, a excepción de las rutas de recolección cuyo levantamiento se realizó para todo el cantón.

Así, el capítulo se divide en 3 aspectos principales a saber: levantamiento y caracterización de las rutas actuales de recolección de RSO, resultados de encuestas a viviendas y comercios y finalmente, los resultados del sondeo de generación y composición de RSO.

5.1. Levantamiento de las rutas existentes a nivel cantonal

El cantón de Río Cuarto cuenta con tres rutas de recolección, dos en el distrito cabecera y una que comprende los distritos de Santa Rita y Santa Isabel.

La disposición final de estas rutas se realiza en el relleno sanitario de la municipalidad de San Carlos, siendo el único cantón vecino que dispone sus residuos en este relleno.

Hasta el momento de este levantamiento dichas rutas han sido administradas de manera privada y desligada de la municipalidad. Además, las rutas del distrito cabecera se encuentran bajo una administración distinta que la ruta de Santa Rita-Santa Isabel.

Los encargados de las rutas han realizado dichas labores de manera empírica y principalmente en respuesta a la necesidad de un servicio de recolección, lo cual ha sido de gran ayuda para evitar la creación de botaderos en el cantón. No obstante, en ambos casos no se cuenta con todas las condiciones de legalidad para realizar dichas actividades ni con estudios asociados a la administración de este tipo de sistemas. Debido a esto, existe una serie de aspectos técnicos y operativos los cuales deben ser atendidos para asegurar las mejores condiciones del servicio.

5.1.1. Rutas del distrito de Río Cuarto

El distrito de Río Cuarto cuenta con 2 rutas de recolección, una exclusivamente comercial y otra mixta (comercial y residencial). Ambas rutas están administradas por el señor Rodrigo Barboza Rojas, quien además es recolector privado para la municipalidad de San Carlos en el distrito de Venecia.

Las rutas se enfocan en la atención de los barrios centrales del distrito y se incluyen algunos sectores fuera de esta zona, principalmente para la recolección residencial.

En el Cuadro 9 se muestra el resumen de los aspectos operativos de las rutas, los cuales fueron obtenidos por medio de una entrevista con el señor Barboza y en la medida de lo posible verificados en campo.

Cuadro 9. Resumen de aspectos operativos de las rutas de recolección del distrito de Río Cuarto

Datos	Ruta N°1	Ruta N°2
Tipo de recolección	Comercial	Residencial y comercial
Frecuencia de recolección	1 vez por semana	1 vez por semana
Día de recolección	Lunes	Martes
Hora de inicio	5:00 a.m.	4:30 a.m.
Hora de finalización	12:00 p.m.	2:00 p.m.
Cantidad de personas que atienden la ruta	- 1 conductor - 2 peones	- 1 conductor - 2 peones
Cantidad de unidades servidas	-30 unidades comerciales	-200 unidades residenciales -20 unidades comerciales
Cantidad promedio de residuos recolectados	*1 ton	**5,5 ton
Costo de disposición por tonelada	Q5 280	
Monto cobrado por el servicio	Q15 000 en promedio	-Q5 000 unidades residenciales -Q15 000 en promedio unidades comerciales
Frecuencia de cobro	Mensual	Mensual
Cantidad promedio de combustible por ruta	30 L	70 L
Salario de ayudantes	Q280 000 mensual	
Tipo de vehículo	Nissan UD3300 (1989) - Nissan UD2600 (1997)	

*Valor consultado al señor Barboza

**Valor estimado de registro de pesajes del relleno sanitario (ver Anexo 5)

La hora de inicio indicada en el Cuadro 9, se considera desde la puesta en marcha del camión en la casa de habitación del señor Barboza, la cual se encuentra en Venecia, a 7 km del primer punto de recolección de residuos.

La hora de finalización es variable, por lo que se indica una hora aproximada según las horas habituales de finalización y se considera como el momento en que el camión es estacionado nuevamente en la casa de habitación del señor Barboza (descargado y limpio). Es importante mencionar que esta ruta es compartida con la recolección de algunas zonas fuera del centro de Venecia por lo que el tiempo indicado considera estos trayectos de recolección.

Como se indica en el Cuadro 9 la ruta es atendida por 3 personas, de las cuales el conductor es el señor Barboza. Además, es importante mencionar que, de acuerdo con la entrevista realizada, el concepto de pago de los peones incluye las labores de recolección en Río Cuarto y Venecia, junto a la colaboración en otras actividades productivas del señor Barboza.

Se atiende un total de 40 unidades comerciales, sin embargo, algunos comercios sacan residuos únicamente uno de los dos días (lunes o martes) y otros sacan ambos días. Además, el costo del servicio para unidades comerciales varía entre los 10 mil y los 20 mil colones, los cuales han sido definidos a discreción por el señor Barboza.

El cobro del servicio se realiza de manera individual para cada unidad, entre la última y la primera semana de cada mes. Así, durante estas 2 semanas el señor Barboza recibe pagos durante la recolección y adicionalmente toma el fin de semana intermedio para realizar cobros.

Con respecto al uso del equipo de seguridad, se observaron deficiencias importantes como el uso de zapatos convencionales, camisetas de manga corta y la ausencia de lentes protectores. Adicionalmente, se pudo observar cómo los peones dejaban de utilizar momentáneamente accesorios como los guantes o las tiras reflectivas durante la recolección. Igualmente, se verificó que estos no contaban con medios de hidratación ni se les suministraba protector solar durante las labores.

Los vehículos utilizados para la recolección son camiones de carga pesada con carrocería ganadera, como se muestra en la Figura 25.



Figura 25. Camión utilizado para la recolección de RSO en el distrito de Río Cuarto

Como se observa, los camiones utilizados no son completamente cerrados y tampoco cuentan con un sistema de captación de lixiviados.

Con respecto a la forma en que se realiza la recolección en campo, se observó que predomina la utilización del método de acera. De este modo, los peones van recolectando y colocando dentro del camión las bolsas con residuos previamente dispuestas por los usuarios en las aceras o canastas.

En la Figura 26 se muestra el recorrido general de la ruta de recolección N°1, la cual corresponde únicamente a recolección comercial del distrito de Río Cuarto.

Mapa general de ruta de recolección N°1 del cantón de Río Cuarto

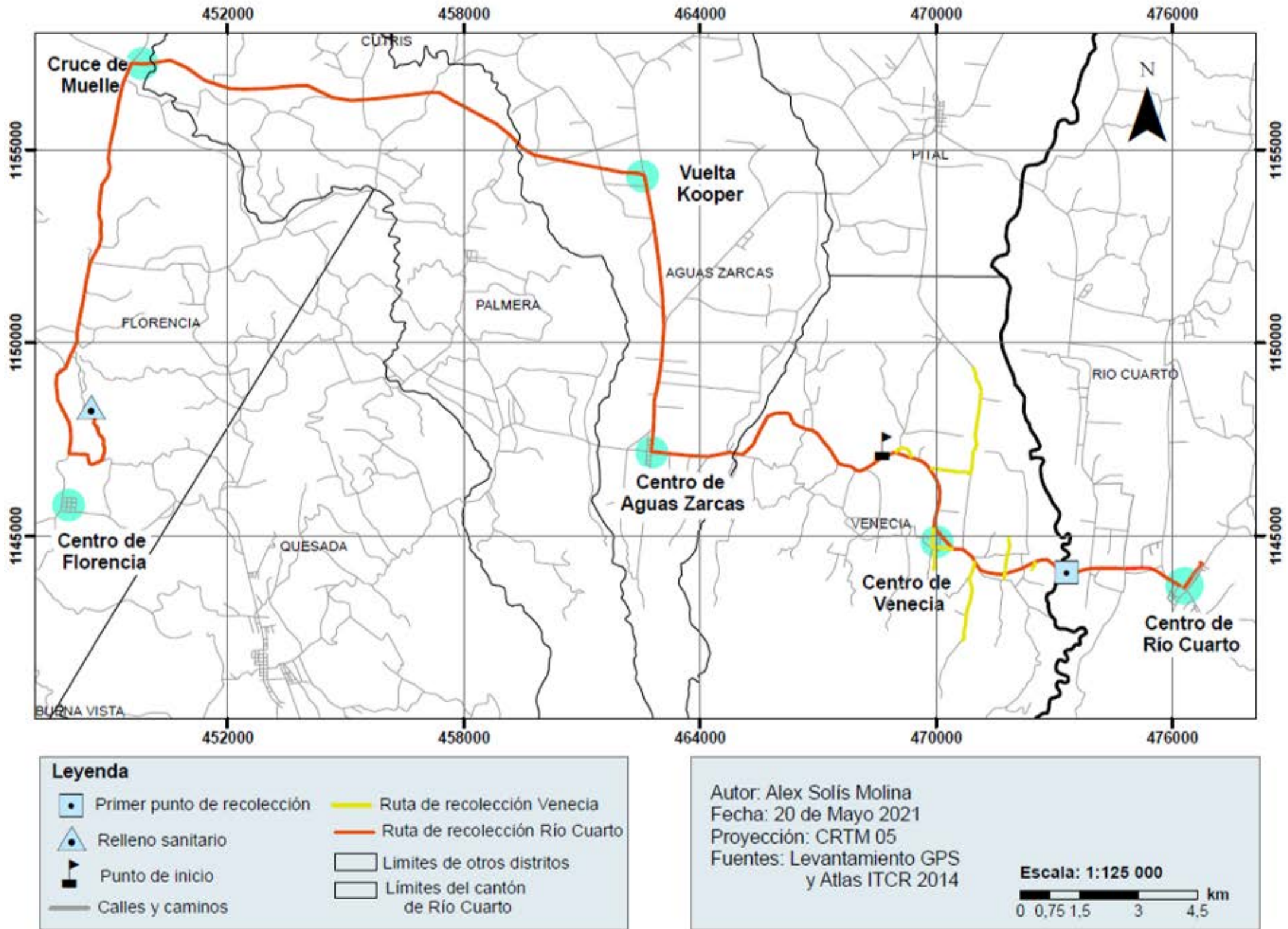


Figura 26. Mapa general de ruta de recolección N°1 del cantón de Río Cuarto

El punto de inicio indicado en el mapa corresponde a la casa de habitación del señor Barboza de donde sale el camión hasta el primer punto de recolección, el cual se encuentra a 7 kilómetros y corresponde a la carnicería Maroto.

El punto de inicio, el primer punto de recolección y el recorrido realizado para llevar los residuos al punto de disposición final son los mismo para ambas rutas del distrito cabecera (lunes y martes).

Como se observa, la ruta realizada también incluye los trayectos en Venecia. Esto es debido a que el señor Barboza debe realizar recolección de RSO en Venecia los lunes, de modo ha decidido combinar esta ruta con una recolección parcial en Río Cuarto, con el objetivo de disminuir la cantidad de residuos que debe recolectar los martes.

En la Figura 27 se muestra un mapa más específico de los tramos que abarca esta ruta de recolección.

Mapa específico de la ruta de recolección N°1 del cantón de Río Cuarto

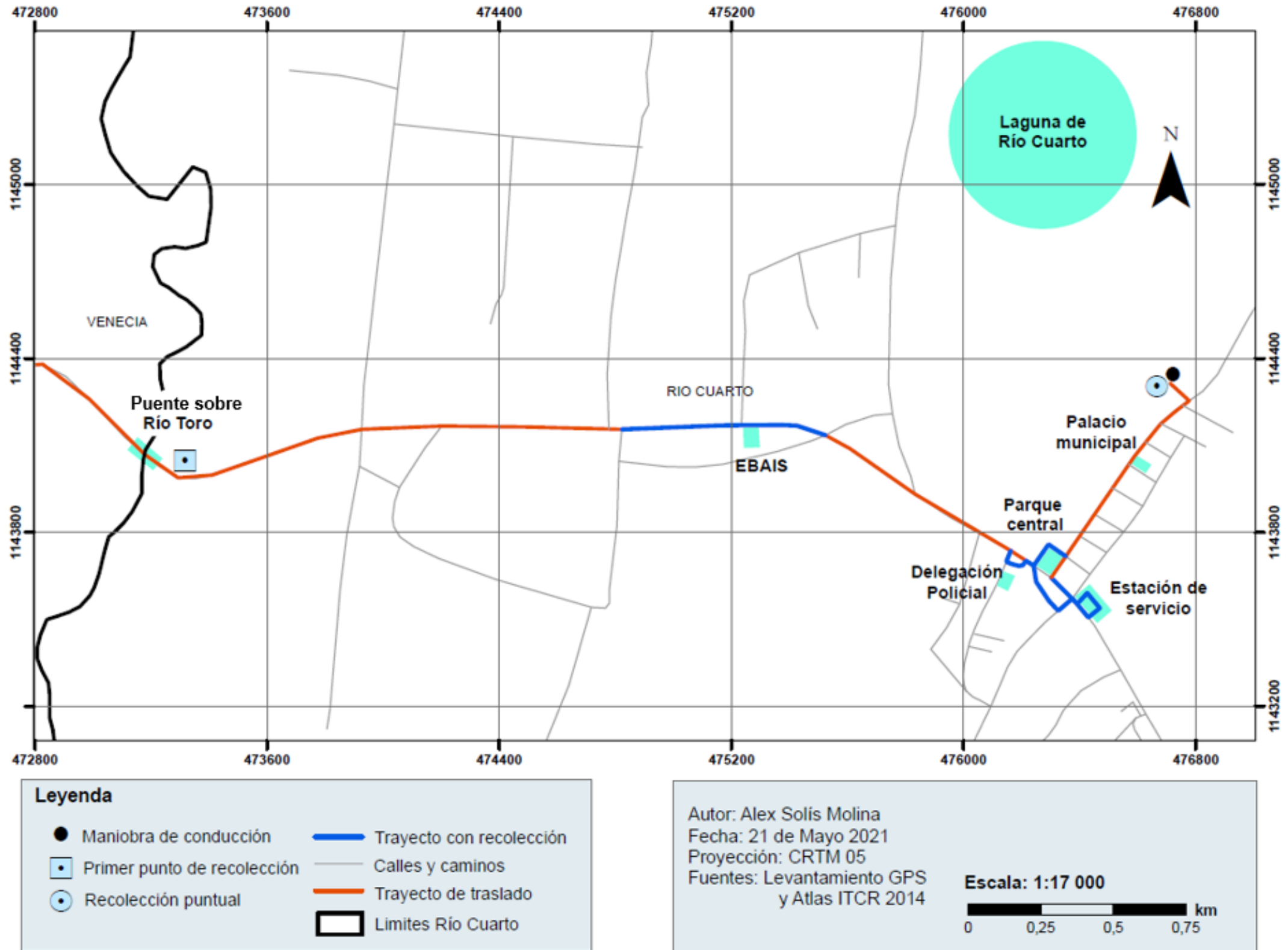


Figura 27. Mapa específico de ruta de recolección N°1 del cantón de Río Cuarto

Como se muestra en la Figura 27, las líneas en rojo indican los tramos donde únicamente se realiza traslado de un punto a otro y no hay recolección de residuos. Por su parte las líneas azules representan los tramos en los que se realiza una recolección continua. Además, se muestran los sitios de recolección puntual, en donde se recolectan los residuos de un solo usuario.

En esta ruta no se realizan recorridos en reversa o recorridos a pie y únicamente se realiza una maniobra de conducción. En el Cuadro 10 se muestra el resumen de recorridos para esta ruta. Las distancias de recolección únicamente consideran los tramos recorridos en Río Cuarto.

Cuadro 10. Resumen de distancias par la ruta N°1

Tipo de recorrido		Distancias (km)
Recorrido de recolección	Recorrido normal (km)	1,7
	Recorrido en reversa (km)	0,0
	Recorrido a pie (km)	0,0
	Distancia total de recolección (km)	1,7
Recorrido de traslados (km)	Traslado al primer punto (km)	7,0
	Traslados intermedios (km)	3,5
	Traslado del último punto al relleno sanitario (km)	54,5
	Traslado del relleno sanitario al estacionamiento (km)	39,9
	Distancia total de traslado (km)	104,9
Recorrido en Venecia (km)		19,4
Distancia total (km)		125,9
Distancia total sin recorrido en Venecia (km)		106,5

Como se aprecia en el Cuadro 10, la distancia de traslado ida y vuelta al relleno sanitario comprende el grueso de la ruta con un total de 94,4 kilómetros lo cual representa el 88,6% de la distancia total, sin considerar el recorrido en Venecia. Por su parte, la distancia de recolección representa un 1,55% del recorrido total y un 13,6% del recorrido excluyendo los traslados de disposición final.

Para la ruta N°2, el recorrido hacia el primer punto de recolección y el recorrido hacia el punto de disposición final son los mismos que para la ruta N°1 (ver Figura 27), así en la Figura 28 se muestra el mapa en donde se detallan los recorridos dentro del distrito cabecera.

Mapa específico de ruta de recolección N°2 del cantón de Río Cuarto

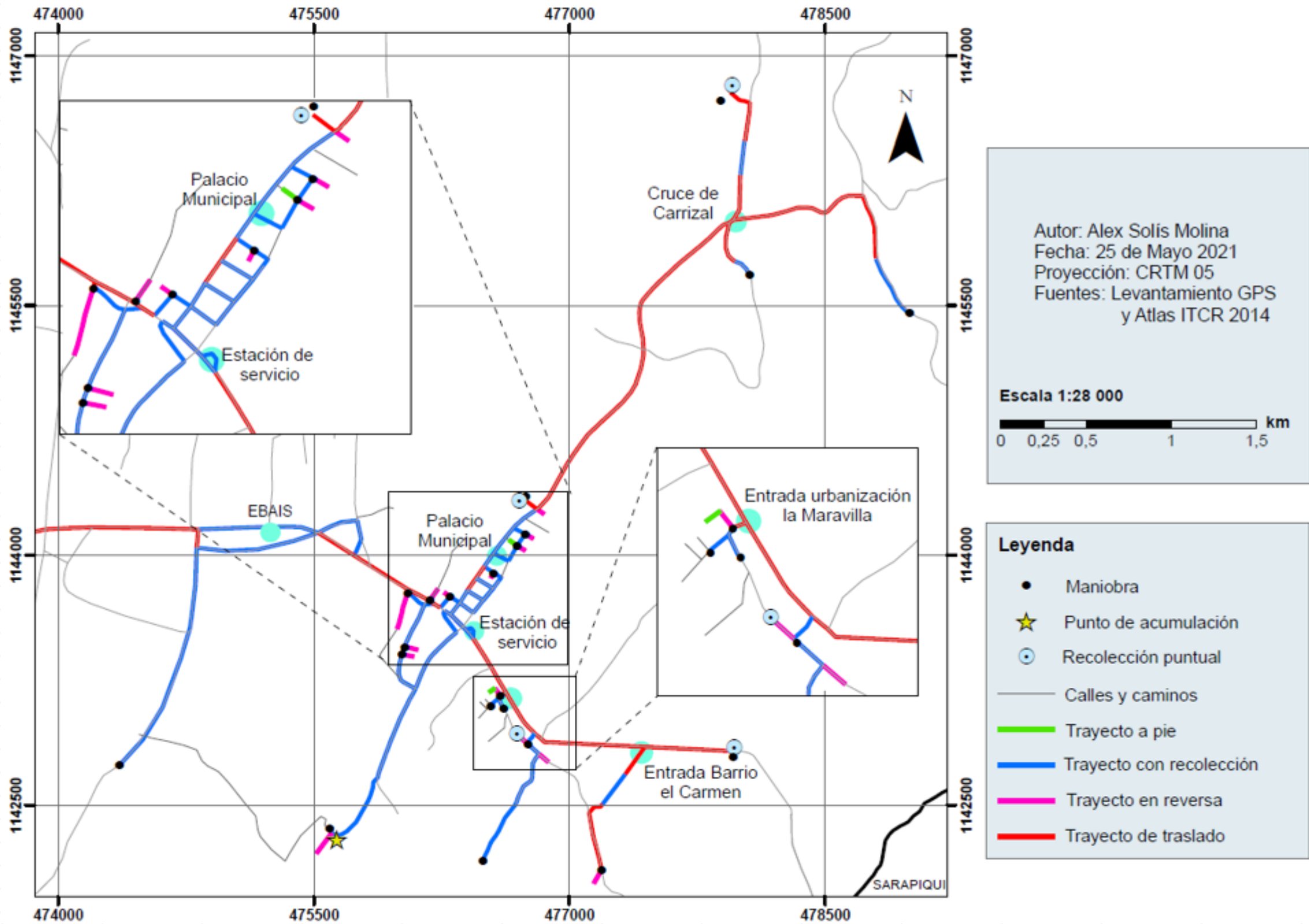


Figura 28. Mapa específico de ruta de recolección de los martes para el distrito de Río Cuarto

Como se observa en la Figura 28, esta ruta abarca mayor distancia que la ruta N°1, esto debido a que se realiza la recolección residencial y se requiere atender más sectores del distrito cabecera.

En este caso, además de los trayectos de traslado y recolección, se tiene trayectos en reversa (líneas moradas) y trayectos a pie (líneas verdes), los cuales son igualmente trayectos con recolección de residuos.

Además, se identificaron 4 puntos de recolección puntual, 20 puntos de maniobras de conducción y un punto de acumulación de residuos, el cual se refiere a un punto en el que se acostumbra a colocar residuos de varias viviendas para ser recolectados.

En el Cuadro 11 se muestran el desglose de distancias recorridas según las diferentes categorías.

Cuadro 11. Resumen de distancias para la ruta de recolección N°2

Tipo de recorrido		Distancias (km)
Recorrido de recolección (km)	Recorrido normal (km)	10,0
	Recorrido en reversa (km)	1,2
	Recorrido a pie (km)	0,1
	Distancia total de recolección (km)	11,3
Recorrido de traslados (km)	Traslado al primer punto (km)	7,0
	Traslados intermedios (km)	21,5
	Traslado del último punto al relleno sanitario (km)	54
	Traslado del relleno sanitario al estacionamiento (km)	39,9
	Distancia total de traslado (km)	122,4
Distancia total (km)		133,7

Al igual que en la ruta N°1, la distancia de traslado al relleno sanitario corresponde a la mayor porción del recorrido con 93,9 km, lo cual representa el 74,2% del recorrido total. Mientras que la distancia de recolección representa un 8,5% del recorrido total y un 28,3% excluyendo los traslados de disposición final.

5.1.2. Ruta de Santa Rita-Santa Isabel

Los distritos de Santa Rita y Santa Isabel son atendidos en conjunto bajo una sola ruta de recolección, la cual es mixta ya que atiende viviendas y comercios. La ruta es administrada por la señora Giselle Sibaja Chávez, quien vive en el distrito de Santa Rita.

Además de los diferentes barrios que se atienden en Santa Rita y Santa Isabel, también se atiende la parte central del pueblo de Pangola, el cual pertenece al cantón de Sarapiquí.

Esta ruta tiene una gran cobertura espacial, sin embargo, en muchas viviendas no se paga el servicio y al ser este de índole privado solo se da la recolección a quienes realizan el pago.

En el Cuadro 12 se muestra el resumen de los aspectos operativos de las rutas, los cuales fueron obtenidos por medio de una entrevista con la señora Sibaja e igualmente verificados en campo en la medida de lo posible.

Cuadro 12. Resumen de aspectos operativos de las rutas de recolección Santa Rita-Santa Isabel

Datos	Ruta N°3
Tipo de ruta	Residencial y comercial
Frecuencia	1 vez por semana
Día de recolección	Miércoles
Hora de inicio	3:00 a.m.
Hora de finalización	3:30 p.m.
Cantidad de personas que atienden la ruta	-1 conductor -3 peones -La administradora de la ruta
Cantidad promedio de residuos recolectados	6,6 ton
Costo de disposición por tonelada	
Cantidad de unidades servidas	-220 unidades residenciales -15 unidades comerciales
Tipo de cobro	Mensual
Monto cobrado a viviendas	₡5 000,00
Monto cobrado a comercios	₡30000 en promedio
Cantidad promedio de combustible	75 L
Salario de ayudantes por día de recolección	₡20 000,00
Alquiler mensual de camión	₡150 000,00
Tipo de vehículo	Nissan UD3300 - Mitsubishi Fuso - Freightliner FL 70

Al igual que para las rutas del distrito de Río Cuarto, la hora de inicio corresponde a la hora en que el camión se pone en marcha en la vivienda de la señora Sibaja y la hora de finalización corresponde al momento en que el camión vuelve al mismo lugar tras realizar la disposición final.

Esta ruta atiende una cantidad similar de unidades que la ruta de los martes de Río Cuarto, sin embargo, tiene una sobrecarga de tiempo y distancias importante.

La señora Sibaja realiza el recorrido en el camión para verificar que se brinde la recolección en las viviendas que han pagado el servicio. Además, según lo indicado, el pago de los peones y el chofer es únicamente por el día de trabajo, ya que estos no son empleados fijos.

El cobro del servicio se realiza de manera individual para cada unidad, a partir de los 15 de cada mes. Así, la señora Sibaja recibe algunos pagos por transacción bancaria, pero en su mayoría debe realizar los cobros de manera presencial en cada unidad servida, lo cual realiza entre semana y los fines de semana.

Con respecto al uso del equipo de seguridad se pudo observar una mejor preparación, cada peón recolector contaba con guantes, botas, y una camisa reflectiva de manga larga y gorras para cubrirse del sol, sin embargo, estos no contaban con medios de hidratación ni se les suministró protector solar durante las labores de recolección.

En esta ruta los camiones utilizados son alquilados y al igual que en Río Cuarto son camiones de carga pesada con carrocería ganadera, como se muestra en la Figura 29.

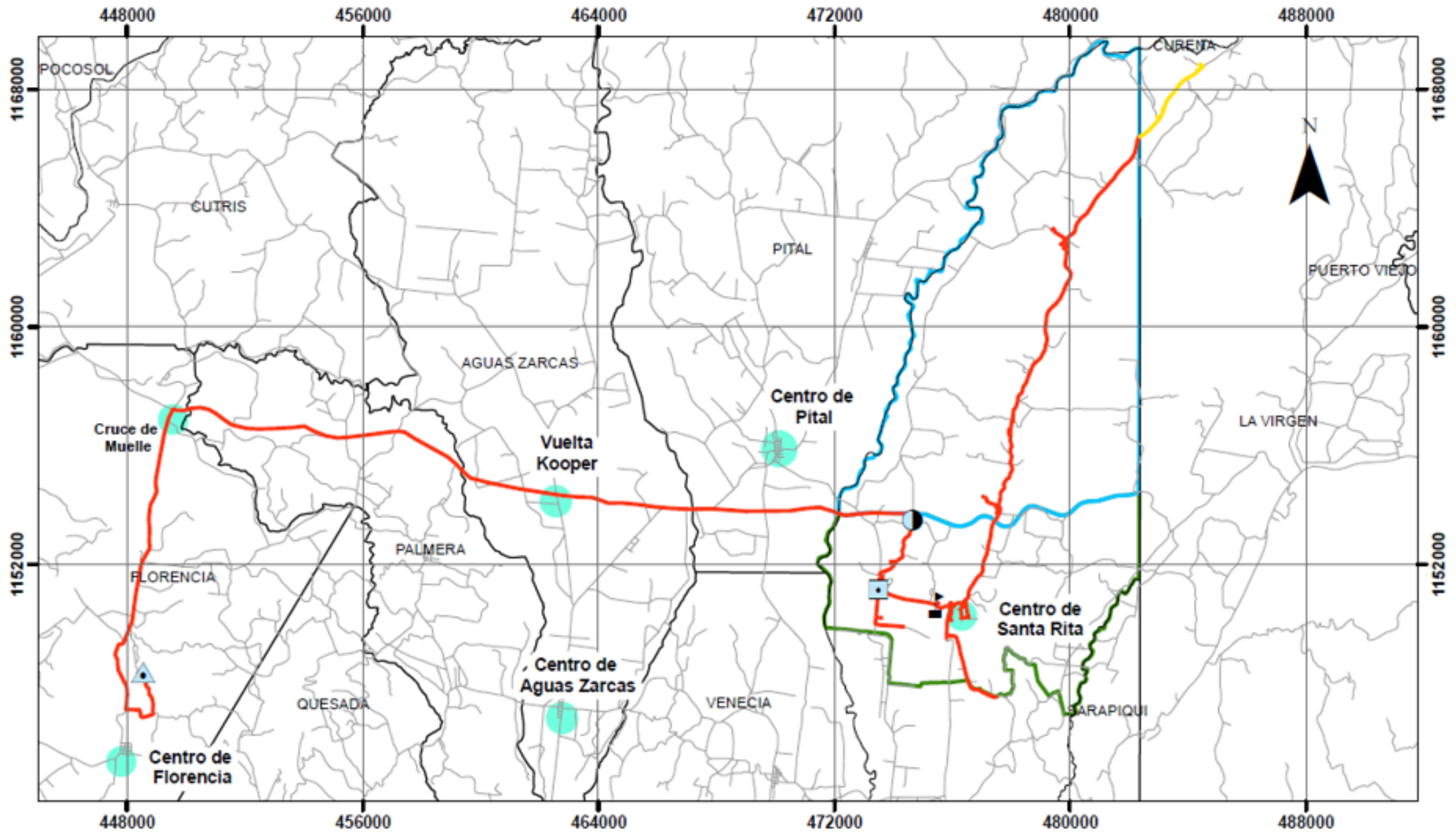


Figura 29. Camión utilizado para la recolección de RSO en los distritos de Santa Rita y Santa Isabel

En esta ruta se pudo observar un punto en el que, debido a que la calle es muy angosta y el camión no puede ingresar, se realiza recolección domiciliar casa por casa. Sin embargo, el método que predomina es el método de acera.

El mapa completo de la ruta de recolección N°3 se muestra en la Figura 30.

Mapa general de ruta de recolección N°3 del cantón de Río Cuarto



Leyenda

- | | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Primer punto de recolección | Tramo de recolección en Pangola |
| Relleno sanitario | Ruta de recolección |
| Punto de inicio | Límites Santa Isabel |
| Último punto de recolección | Límites Santa Rita |
| Calles y caminos | Límites otros distritos |

Autor: Alex Solis Molina
 Fecha: 15 de Junio 2021
 Proyección: CRTM 05
 Fuentes: Levantamiento GPS
 y Atlas ITCR 2014

Escala: 1:180 000

0 1,25 2,5 5 7,5 km

Figura 30. Mapa general de ruta de recolección N°3 del cantón de Río Cuarto

En la Figura 30 se muestra en color rojo el recorrido total de la ruta de recolección, con excepción del tramo que se realiza en Pangola el cuál se indica en amarillo. El primer punto de recolección indicado se ubica en el poblado de la Flor y el último punto de recolección se ubica en La Tabla, ambos en el distrito de Santa Rita.

Como se mencionó anteriormente, la disposición final se realiza en el relleno sanitario de San Carlos, sin embargo, el recorrido hacia el relleno es distinto al de las ruta del distrito cabecera, esto debido a que en el último punto de recolección resulta más conveniente tomar la ruta de nacional 4, correspondiente al tramo de la pista Chilamate-Vuelta Kooper.

Los límites del distrito de Santa Rita y Santa Isabel se indican en verde y celeste respectivamente, a fin de identificar los tramos recorridos en cada distrito. Así como se observa, la ruta dentro del distrito de Santa Rita se distribuye en diferentes ramificaciones que atienden los distintos poblados, mientras que la ruta dentro del distrito de Santa Isabel se realiza mayormente sobre la radial principal. Estas particularidades de los recorridos en cada distrito son consecuentes con la forma en que se han desarrollado las aglomeraciones residenciales en cada caso.

En la Figura 31 se muestra más detalladamente el tramo de la ruta N°3 que se realiza en el distrito de Santa Rita

Mapa específico de ruta de recolección N°3 dentro del distrito de Santa Rita

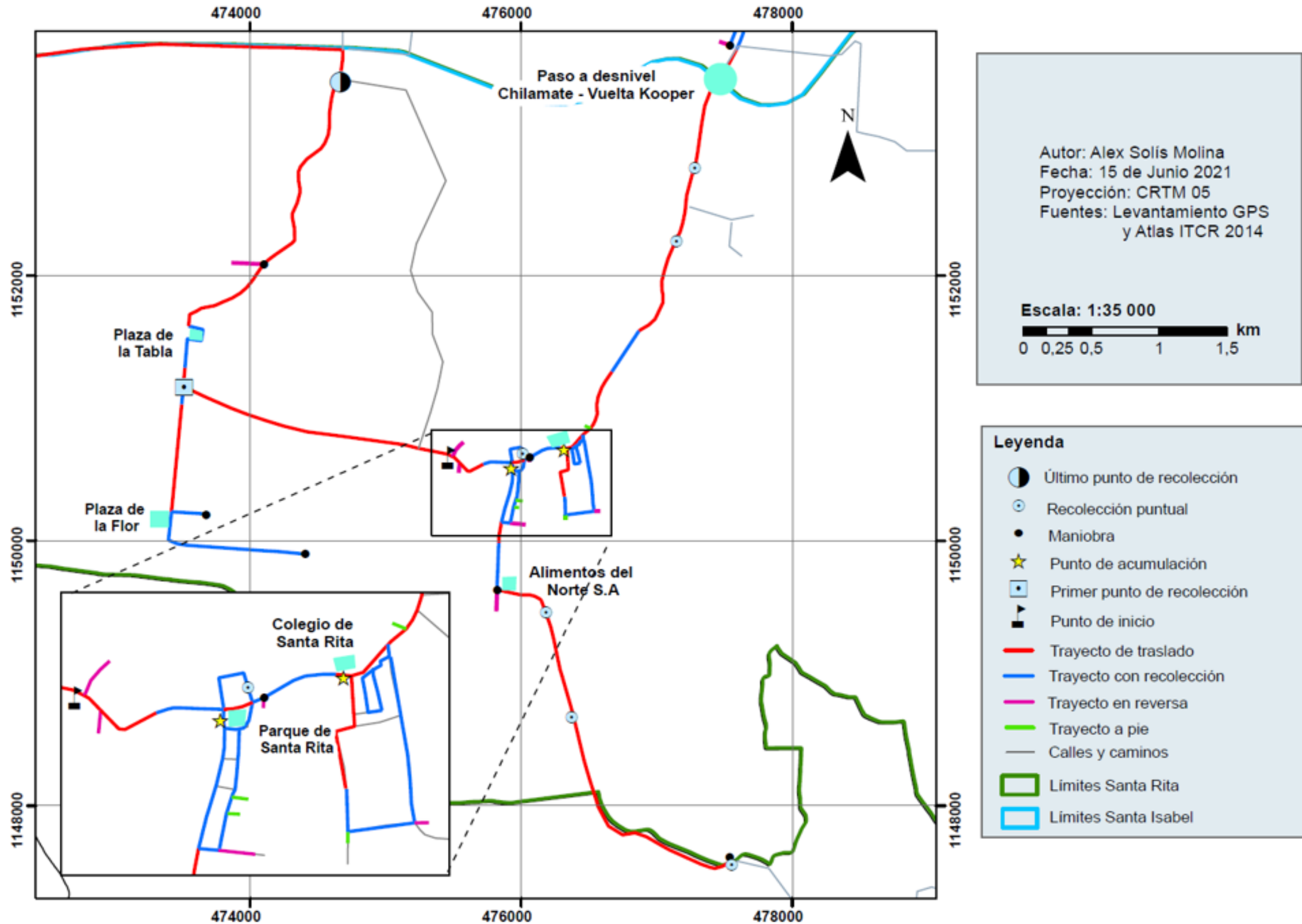


Figura 31. Mapa específico de ruta de recolección N°3 en distrito de Santa Rita

Como se observa en la Figura 31, las líneas azules corresponden a los tramos con recolección continua (líneas azules), las líneas moradas indican los tramos de recolección en reversa, las líneas verdes indican los tramos de recolección a pie y las líneas rojas los tramos en donde se realiza únicamente traslado. Así, al igual que en el caso de la ruta del distrito cabecera, las distancias de traslado predominan en relación con la totalidad del recorrido.

Los 2 puntos de acumulación indicados se encuentran en la zona central del distrito y corresponden a puntos de acumulación de residuos comerciales. Además, se contabilizaron 6 puntos de recolección puntual y 6 puntos en donde se realizan maniobras de conducción.

Adicionalmente, se puede ver que los recorridos se realizan mayormente sobre calles principales y en tramos rectos. Esto se debe al poco desarrollo residencial de la zona, en el que prácticamente no se emplean cuadrantes en el acomodo espacial y las viviendas se ubican mayormente al borde de las calles principales.

Luego, en la Figura 32 se muestra de manera detallada el tramo de la ruta N°3 que se realiza en el distrito de Santa Isabel.

Mapa específico de ruta de recolección N°3 dentro del distrito de Santa Isabel

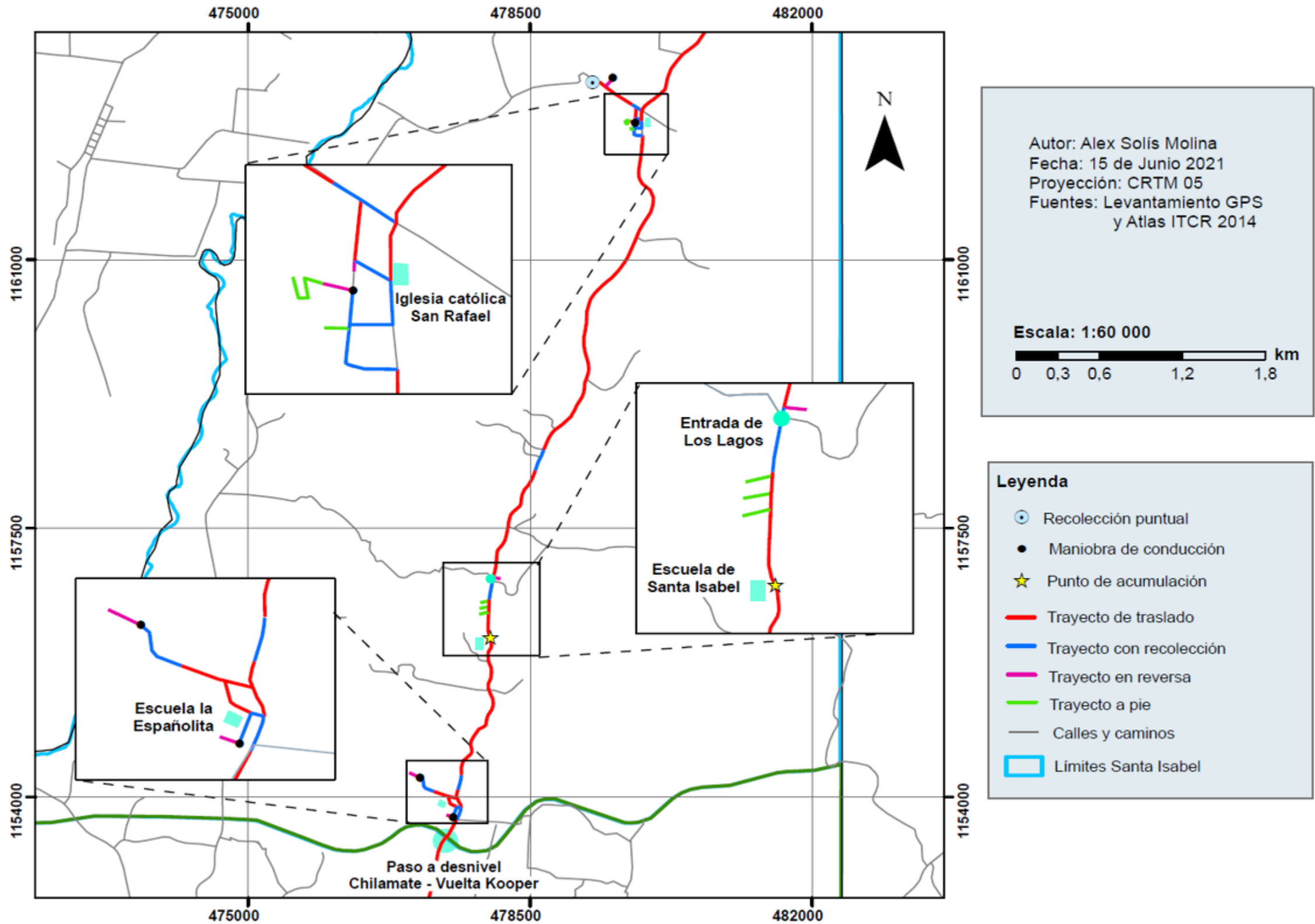


Figura 32. Mapa específico para ruta de recolección N°3 en distrito de Santa Isabel

En el mapa mostrado en la Figura 32, se utiliza el mismo código de colores de los mapas anteriores para identificar los diferentes tipos de recorridos. Como se observa, existen largos trayectos sobre una calle principal en donde no se realiza recolección de residuos. Esto se debe a que en dichos tramos se encuentran fincas piñeras que colindan con la calle principal de modo que no hay viviendas o comercios que atender. Además, es importante recordar que Santa Isabel es el distrito con menor densidad poblacional (ver Cuadro 5) y al igual que en Santa Rita, el desarrollo residencial se da mayormente en torno a las calles principales, lo cual se refleja en la forma del recorrido.

Se contabilizó un punto de acumulación de residuos en la escuela de Santa Isabel, uno de recolección puntual y 4 en donde se realizan maniobras de conducción.

Finalmente, en el Cuadro 13 se muestra el desglose de distancias recorridas según las diferentes categorías para la ruta N°3. Igualmente, las distancias de recolección únicamente consideran los tramos dentro de los distritos de Río Cuarto.

Cuadro 13. Resumen de maniobras y distancias para la ruta de recolección N°3

Tipo de recorrido		Distancias (km)
Recorrido de recolección (km)	Recorrido normal (km)	8,2
	Recorrido en reversa (km)	1,3
	Recorrido a pie (km)	1,5
	Distancia total de recolección (km)	11,0
Recorrido de traslados (km)	Traslado al primer punto (km)	2,2
	Traslados intermedios (km)	55,6
	Traslado del último punto al relleno sanitario (km)	39,7
	Traslado del relleno sanitario al estacionamiento (km)	44,5
	Distancia total de traslado (km)	142,0
Recorrido en Pangola (km)		7,3
Distancia total (km)		160,3
Distancia total sin recorrido en Pangola (km)		153,0

Al igual que en las rutas 1 y 2, la distancia de disposición final comprende el grueso de la distancia total, sin embargo, en una menor proporción que en dichas rutas ya que en este caso corresponde a un 55% del recorrido total. No obstante, se tienen más distancias de traslados intermedios.

Por su parte, se obtuvo que la distancia total efectiva de recolección son 11 kilómetros, lo cual representa un 7% del recorrido total realizado y un 16% del recorrido excluyendo las distancias de disposición final.

Es importante destacar que, tanto para las rutas de recolección del distrito cabecera (Rutas 1 y 2), como para la ruta N°3, la distancia de recolección es muy baja en relación con el recorrido total.

En comparación con el trabajo realizado por Castro (2019) en el cantón de Paraíso de Cartago, en donde se evaluaron 11 rutas de recolección, la ruta con la menor relación obtuvo que la distancia de recolección representaba un 25% del recorrido total, la mayor tuvo un 65% y el promedio de las 11 rutas evaluadas fue de un 35,5%, esto sin considerar las distancias de disposición final.

Finalmente, en el Cuadro 14 se muestra el resumen de indicadores de eficiencia (ver definiciones en sección 2.2.2.3) para las 3 rutas existentes.

Cuadro 14. Resumen de indicadores de eficiencia de las rutas existentes

Indicador	Ruta N°1	Ruta N°2	Ruta N°3
$R_1 = Q_{\text{litros}}/D_{\text{total}}$ (L/km)	0,28	0,52	0,49
$R_2 = Q_{\text{residuos}}/D_{\text{recolección}}$ (Ton/km)	0,56	0,49	0,60
$R_3 = D_{\text{recolección}}/T_{\text{recolección}}$ (km/h)	1,49	2,56	2,12
$R_4 = Q_{\text{residuos}}/T_{\text{recolección}}$ (Ton/h)	0,83	1,25	1,27

De acuerdo con los valores obtenidos para el indicador R1, la ruta N°2 es en la cual se consume más combustible en relación con la distancia total recorrida. En segundo lugar, se encuentra la ruta N°3, la cual abarca una longitud similar a la ruta N°2, sin embargo, estos datos no son directamente comparables debido a que se utilizan diferentes vehículos. No obstante, tomando en cuenta las condiciones topográficas de la zona (ver Figura 12), es esperable tener un mayor consumo de combustible en la ruta del distrito cabecera (Ruta N°2), pues es en donde se presentan mayores pendientes.

En cuanto al indicador de rendimiento de residuos por distancia R_2 , se tiene que la ruta de recolección de los martes posee la mejor relación con 0,6 toneladas de residuos recolectados por cada kilómetro correspondiente a recolección, seguido por la ruta de los lunes del distrito cabecera con 0,56 Ton/km y por último la ruta de los martes con 0,49 Ton/km.

En comparación con los datos obtenidos por Castro (2019), se encontraron magnitudes similares en algunas rutas, especialmente en las que atienden mayormente las zonas con menos densidad poblacional, por ejemplo, la ruta N°4 la cual atienden mayormente el distrito de Orosi, obtuvo un valor de 0,63 Ton/km.

Por su parte para las rutas que atienden las zonas con mayor densidad y en apariencia con mayor condición de urbanidad, los valores de este indicador fueron más altos. En este caso la ruta N°1 que atienden las zonas de centrales de paraíso y llanos de Santa lucía en donde se obtuvo un valor de 1,67 Ton/km.

En cuanto al indicador R_3 , el cual representa la velocidad promedio para los tramos de recolección, se encontraron valores muy similares para las 3 rutas, con un máximo de 2,5 km/h para la ruta N°2.

Por último, del indicador R_4 se obtuvieron eficiencias de recolección muy similares entre las rutas N°2 y N°3, con un valor general de 1,2 Ton/h, mientras que para la ruta N°1 se obtuvo una eficiencia de 0,8 Ton/h.

Estos valores se encuentran muy por debajo de los valores obtenidos en el trabajo de Castro (2019), en donde la magnitud mínima del indicador fue de 2,7 Ton/h y la máxima de 5,6 Ton/h, con un promedio entre las 11 rutas de 3,9 Ton/h.

Es importante mencionar que existen diferencias importantes entre las rutas evaluadas en el trabajo de Castro (2019) con respecto a las evaluadas en esta investigación tales como el tipo de vehículos, la preparación del personal, el uso del servicio por parte de la población, las condiciones de urbanidad, entre otros. Estos factores afectan el resultado de los indicadores, por lo que lo comentado en párrafos anteriores sirve para tener una noción sin embargo no es una comparación directa.

5.2. Encuestas sobre GIRS elaboradas en la zona de estudio

La aplicación de las encuestas se realizó a usuarios mayores de edad en el sector residencial y comercial, buscando evaluar 3 aspectos fundamentales: Servicio de recolección, gestión de residuos reciclables y gestión de residuos orgánicos. Los formularios utilizados se pueden consultar en el anexo 2 de este documento.

Así, en este apartado se muestra la estimación del tamaño de muestra para cada tipo de generador y el análisis de los resultados obtenidos de la aplicación de las encuestas en campo.

5.2.1. Tamaño de las muestras

El tamaño de la muestra para encuestas se estimó bajo el supuesto de un muestreo aleatorio simple, fijando un nivel de confianza y un margen de error, por medio de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{\frac{Z^2 p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{Z^2 p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra

Z = coeficiente de confianza

p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia

e = margen de error

N = tamaño de la población

En el caso de la muestra residencial se tomaron los siguientes parámetros:

Z = 1,96 (para un 95% de confianza)

p = 0,5 (valor estadístico máximo)

e = 0,1 (error de $\pm 10\%$)

N = 1500 viviendas (estimado a partir de datos del censo 2011 y proyecciones de población del INEC para el año 2021)

Para lo cual se obtuvo una muestra de 91 viviendas, lo cual se superó con un total de 114 encuestas aplicadas. No obstante, esta diferencia no genera un cambio significativo en el nivel de confianza de los resultados.

En el caso de los comercios inicialmente se planteó el cálculo de la muestra con los siguientes parámetros:

$Z = 1,96$ (para un 95% de confianza)

$p = 0,5$ (valor estadístico máximo)

$e = 0,1$ (error de $\pm 10\%$)

$N = 108$ comercios (cantidad de patentes activas según datos de la municipalidad de Río Cuarto)

Para lo cual se obtuvo una muestra de 51 comercios, no obstante, por los motivos que se exponen a continuación no se pudo cumplir con el tamaño de muestra.

- **Sobreestimación de la muestra**

Dado que al momento de solicitar la información en la municipalidad de Río Cuarto no se contaba con la cantidad de locales comerciales si no con la cantidad de patentes activas, el cálculo de la muestra se realizó con dicho dato. No obstante, esto supone una sobreestimación en el cálculo debido a que existen locales con 2 o más patentes (como supermercados con patente para venta de licor), por lo que realmente la cantidad de locales comerciales es menor a la cantidad de patentes activas.

- **Delimitación del área de estudio**

La delimitación del área de estudio a la zona central del distrito y barrios aledaños redujo la cantidad de comercios que podían ser encuestados.

- **Porcentaje de no respuesta**

Durante la aplicación de la encuesta, al menos 10 locales comerciales ubicados en el área de estudio expresaron no tener interés participar, lo que redujo la cantidad de locales disponibles para cumplir con el tamaño de la muestra.

Por los motivos indicados, el tamaño de la muestra fue de 34 comercios encuestados, lo cual representa un intervalo de confianza del 85% con un error de $\pm 10\%$.

5.2.2. Análisis y resultados del sector residencial

La encuesta al sector residencial se aplicó de manera presencial durante varias sesiones de trabajo en campo. En la Figura 33 se muestra la distribución espacial de las unidades residenciales en donde se aplicó la encuesta, indicando con una equis las que no reciben el servicio de recolección y con una "check" las viviendas que lo reciben.

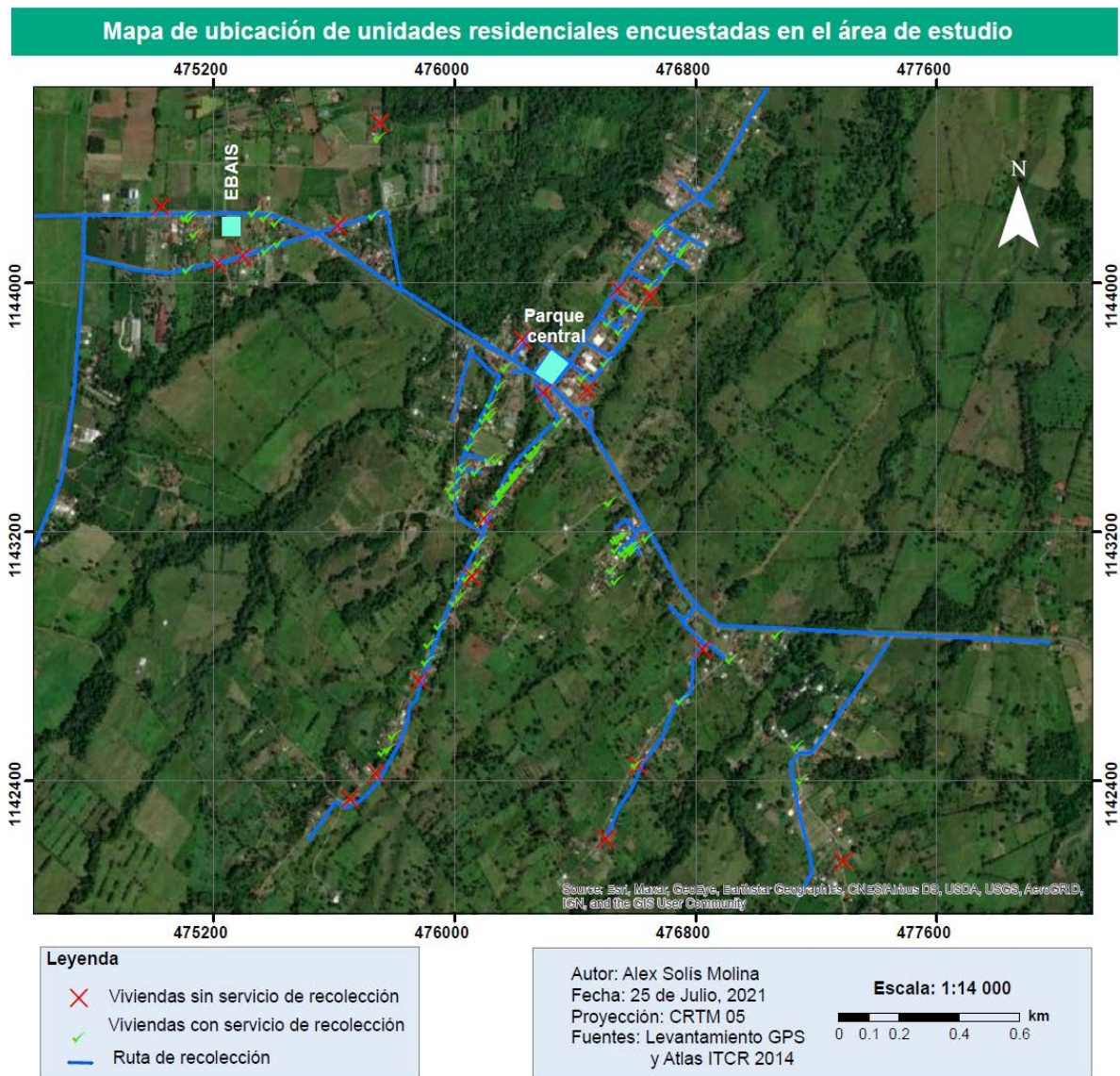


Figura 33. Mapa de viviendas encuestadas en el distrito cabecera de Río Cuarto

Los barrios muestreados dentro del área de estudio fueron El Centro, El Carmen, Crucero, Urbanización la Maravilla y Laguna.

De acuerdo con las respuestas registradas, se encontró que un 17% de las viviendas no reciben el servicio recolección. Esta cifra es alta considerando que casi la totalidad de las encuestas se aplicaron en viviendas ubicadas sobre el recorrido de la ruta de recolección. No obstante, es esperable que a nivel distrital el porcentaje sea mayor, esto debido a las zonas que no son cubiertas por el servicio actual. Cabe destacar que según datos del censo 2011, esta cifra rondaba un 60% para la zona que corresponde al actual distrito cabecera y un 67% a nivel cantonal.

En la Figura 34 se indican los porcentajes obtenidos sobre tenencia del servicio de recolección.

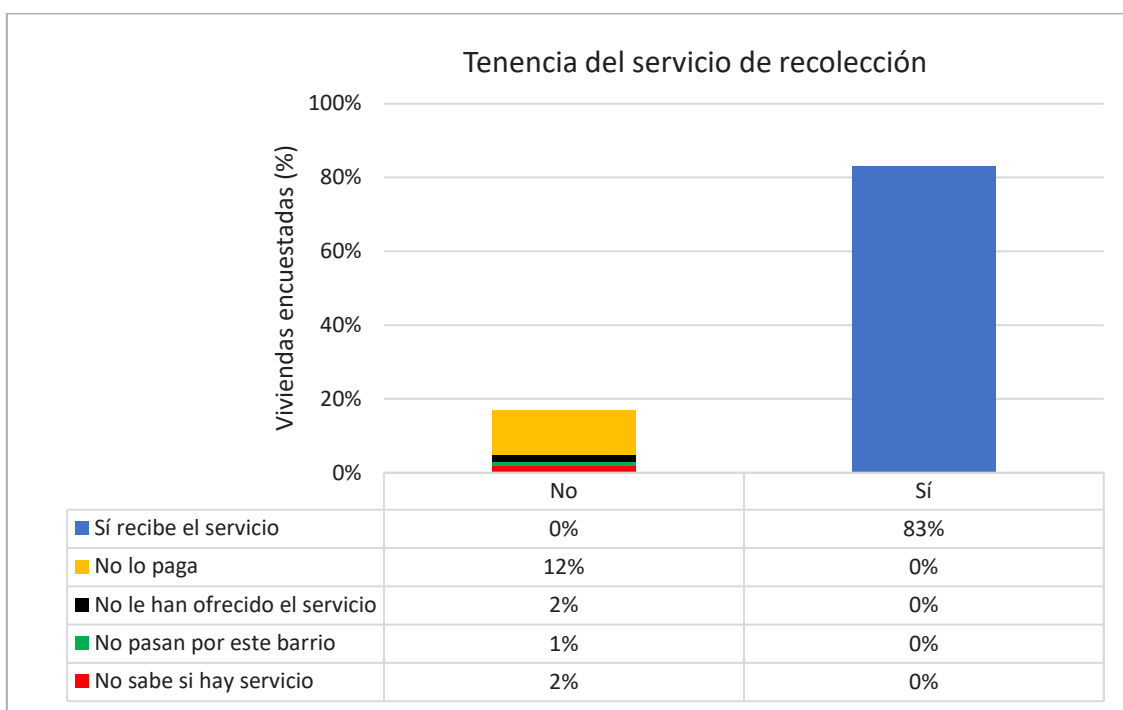


Figura 34. Tenencia del servicio de recolección en las viviendas encuestadas.

Con ayuda de los datos de ubicación de las viviendas encuestadas se verificó que la respuesta "No pasa por este barrio" es del sector de Laguna en donde efectivamente la cobertura del servicio es parcial.

Por su parte, la respuesta “No le han ofrecido el servicio” o “No sabe si hay servicio” podría interpretarse como falta de interés por recibir el servicio, dado que es fácil conseguir el contacto con vecinos y el camión hace su recorrido por la zona todas las semanas.

Además, los datos obtenidos indican que la principal causa de que las personas no reciban el servicio de recolección es debido a que no lo pagan, aun sabiendo de su existencia. Esto señala que podría llegar a generarse resistencia de un sector de la población hacia futuras tarifas por un servicio de recolección municipal.

Aunado a lo anterior, también se podría esperar una resistencia hacia el pago de tarifas por recolección municipal en las zonas que no son cubiertas por la ruta actual (como Colonia del Toro, Pata de Gallo o Pueblo Nuevo), dado que son zonas donde se acostumbra a quemar o enterrar los residuos.

Respecto al costo del servicio, de las 95 viviendas que sí lo reciben, un 91% respondió que pagaba 5 mil colones mensuales, lo cual es consistente con lo mencionado por el señor Rodrigo Barbosa, encargado del servicio de recolección privada en esta zona.

Además, al consultar sobre como consideraban el costo del servicio la mayoría de la población consultada indicó que el costo les parece justo, los detalles se pueden observar en la Figura 35.

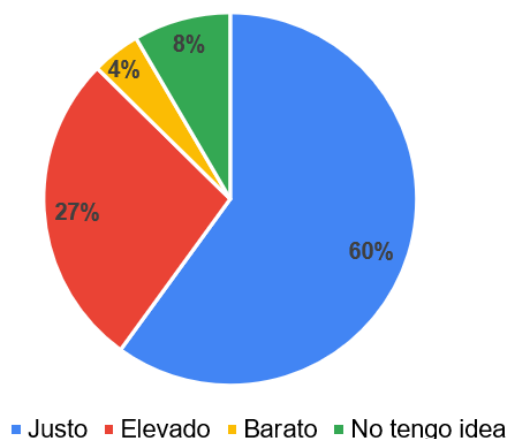


Figura 35. Percepción sobre el costo del servicio de recolección en viviendas

A pesar de que la mayoría considera el servicio justo, también se registró casi un 30% de respuestas en donde se considera que el costo del servicio es elevado.

En el Cuadro 15 se muestra el costo del servicio de recolección promedio mensual de los cantones aledaños a Río Cuarto.

Cuadro 15. Tarifas residenciales de recolección para los cantones colindantes a Río Cuarto

Cantón	Tarifa residencial del servicio de recolección
San Carlos	₡5 564
Alajuela	₡3 131
Sarapiquí	₡3 790
Sarchí	₡4 356

Fuente: Consultado en las páginas municipales oficiales

Como se observa en el Cuadro 15, la tarifa por el servicio de recolección residencial en estos cantones va de los ₡5 564 a los ₡3 131, por lo que comparativamente se puede decir que la tarifa de Río Cuarto no es desproporcionada, aunque si se encuentra cerca del límite superior.

Por otro lado, dentro de las 19 viviendas que dijeron no recibir el servicio de recolección, solo 10 indicaron estar interesados en recibirlo. Al preguntar sobre cuanto estarían dispuesto a pagar mensualmente por este servicio, los montos rondaron en promedio entre los 3 mil y los 5 mil colones, lo cual igualmente son montos que se encuentran en el orden de magnitud de tarifas consultadas en los cantones vecinos.

Se encontró que en las viviendas que reciben el servicio de recolección se acostumbra mayormente a colocar los residuos en la acera o al borde de la calle (71%), y en menor medida se colocan en canastas (29%), por lo que el modo de recolección empleado es el método de acera. Además, el 58% indicó que sacan los residuos la noche antes, un 25% unas horas antes de que pase el camión y un 13% justo antes de que pase el camión, con lo cual un 96% de las viviendas tienden a sacar sus residuos con un tiempo menor a 24 horas previo a la recolección. Por su parte, un 4% de las viviendas afirmó sacar los residuos uno o varios días antes de la recolección, lo cual no es una práctica aconsejable; no obstante, estas también dijeron colocar los residuos en canastas, lo cual reduce las probabilidades de problemas con bolsas destruidas por animales.

Otro de los aspectos evaluados fue el conocimiento o desconocimiento de los usuarios sobre el destino final de sus residuos, información que puede asociarse al nivel de conciencia que se tiene en el tema de GIRS. Para esto se encontró que un 78% de las personas desconocen a dónde llevan sus residuos, un 4% dijo que estos eran llevados a un botadero o un relleno sanitario (sin precisar el lugar) y un 17% si tenía conocimiento del lugar específico al cual se llevan los residuos (Relleno sanitario municipal de San Carlos). Esta información indica que la mayoría de los usuarios se actúan más en busca de una solución a un problema personal que por conciencia del problema que suponen los residuos sólidos en un panorama macro y la necesidad de gestionarlos adecuadamente.

Respecto a posibles problemáticas con el servicio de recolección, solo en 18 de las 95 viviendas que reciben el servicio afirmaron que ocasionalmente se presentan uno o varios inconvenientes, los cuales se resumen en la Figura 36.

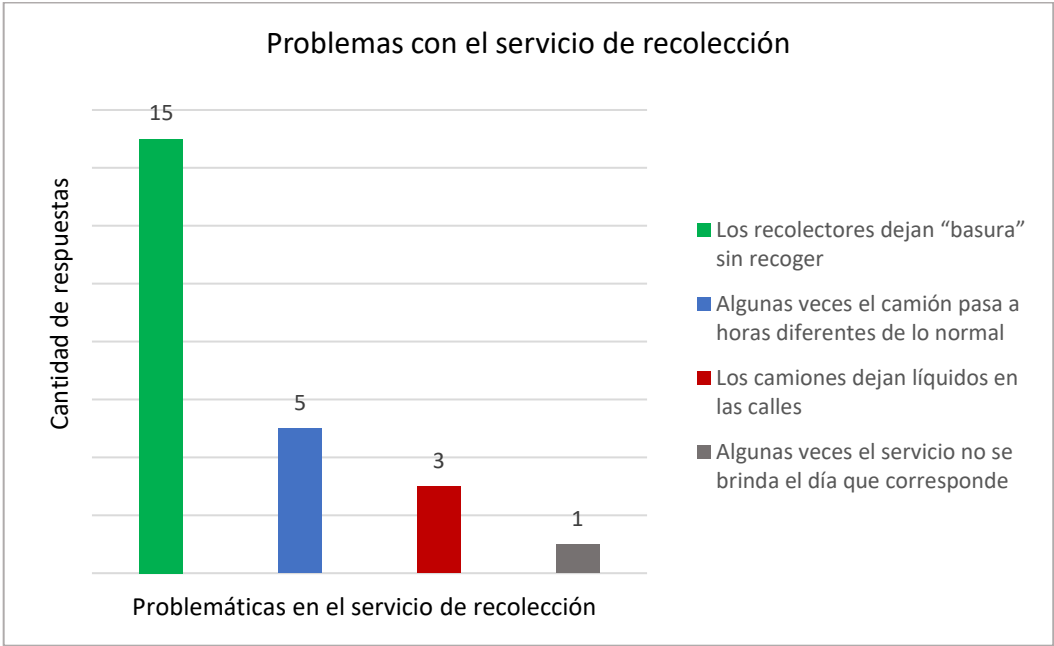


Figura 36. Deficiencias del servicio de recolección de acuerdo con los usuarios

Así, de acuerdo con los usuarios que indicaron problemas, la situación que se presenta más a menudo es que los recolectores dejan residuos sin recoger. A esto el señor Barboza

indico que efectivamente en ocasiones dejan bolsas sin recolectar, pero solo en las viviendas que se encuentran morosas con el pago del servicio.

En lo que refiere al tema de residuos valorizables y residuos orgánicos, las preguntas se aplicaron por igual tanto en las viviendas que dijeron recibir el servicio como en las que no, de modo que estos resultados contemplan la totalidad de las encuestas.

Así, de la totalidad de viviendas encuestadas se encontró que un 47% (54 viviendas) realizan separación de uno o más tipos de residuos valorizables, las cuales se distribuyen según los tipos de residuos como se indica en la Figura 37.

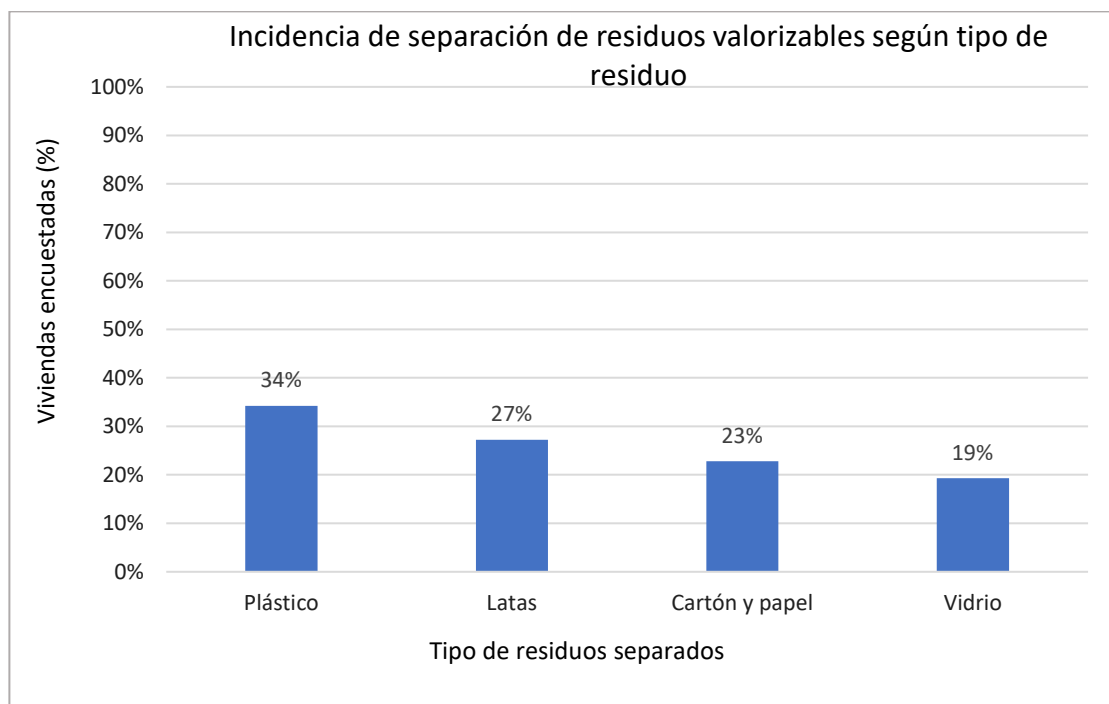


Figura 37. Incidencia de separación de residuos valorizables según tipo de residuo

Como se observa, en un 34% de las viviendas se realiza separación de residuos plásticos, seguido de las latas, cartón-papel y por último el vidrio.

Dado que no existe un servicio de recolección para residuos valorizables, se consultó sobre la forma en que se procede para hacer llegar este tipo de residuos a centros de acopio

o a sitios de valorización, a lo que 23 viviendas indicaron que pasan recogiendo, 28 que los llevan a un centro de acopio y 3 que los entierran.

Al hablar con varias de las personas encuestadas sobre quien pasaba recogiendo dichos residuos, todos concordaron en que se trata de recolectores de "chatarra" que no son de la zona, y que además de metales recogen este tipo de residuos.

Por su parte las personas que llevan los residuos a un centro de acopio indicaron que anteriormente había uno en el centro de Río Cuarto el cual dejó de existir, por lo que algunos llevan los residuos a la Cruz Roja y otros a un centro de acopio en Aguas Zarcas.

Luego, al consultar sobre la frecuencia de disposición de los residuos valorizables para ambos casos (recolección o transporte hasta el centro de acopio) se tuvieron las siguientes respuestas.

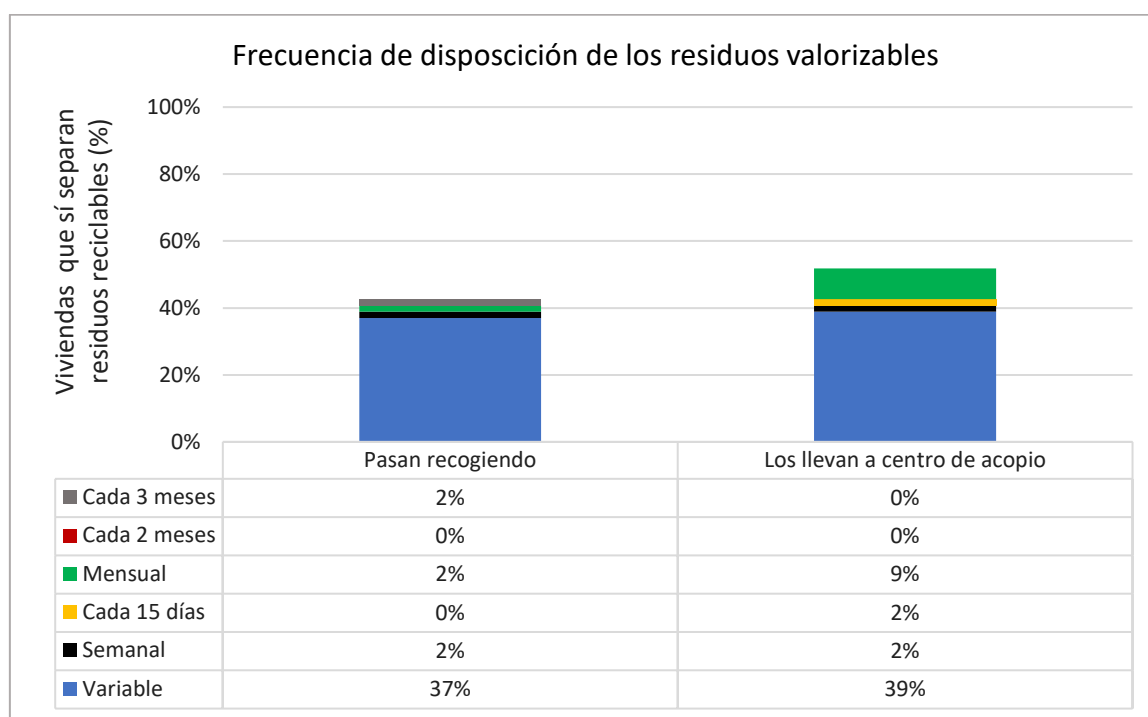


Figura 38. Frecuencia de disposición de residuos reciclables

Como se observa en la Figura 38 la frecuencia de disposición en cada caso es mayormente variable, es decir las personas no tienen definida una periodicidad para esta actividad.

Con respecto a la gestión de los residuos orgánicos (refiriéndose principalmente a los desechos que se generan dentro de la vivienda, como cascaras de frutas o verduras y restos de comida), se consultó a las personas encuestadas si sabían sobre compostaje, a los cual 34 personas dijeron que sí y 80 que no. Posteriormente, tras explicar el concepto de compostaje a quienes dijeron no saber del tema, se consultó sobre el interés de aprender a realizarlo, para lo cual 70 personas respondieron positivamente (más de un 60% respecto al total de encuestados) y solo 10 no dijeron no estar interesados.

De igual manera, se realizó la consulta sobre cuál es el tratamiento habitual que dan a los residuos orgánicos, dando para esto varias opciones, con los cual se obtuvieron las siguientes respuestas.

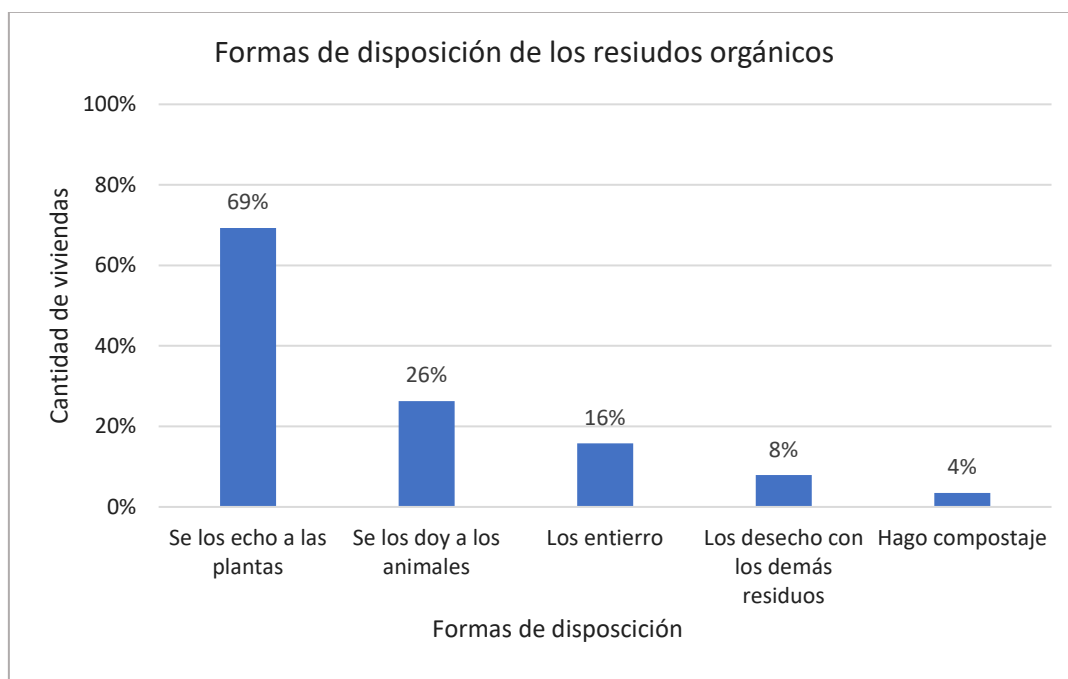


Figura 39. Formas de disposición habitual de los residuos orgánicos

Como se observa en la Figura 39, en la mayoría de las viviendas se utilizan los residuos orgánicos en las zonas verdes y para alimentar animales. Esto es muy común en zonas rurales, ya que normalmente las viviendas tienen áreas verdes amplias y es usual que las personas posean animales domésticos como perros, gallinas, vacas o cerdos, a diferencia de las zonas urbanas.

Si bien es cierto el tratamiento de los residuos orgánicos que predomina actualmente no es el óptimo (Lo óptimo es compostar los residuos), sí contribuye a disminuir la carga total de residuos que llegan al sitio de disposición final. Esto ayuda a reducir los costos de disposición para los encargados del servicio y a prolongar la vida útil del sitio de disposición final.

Según la ENSRVR (2016e), respecto a los residuos inorgánicos valorizables, a nivel nacional un 41% de la población separa plástico, vidrio y/o aluminio, mientras que un 35% separa papel y/o cartón. En el caso de la zona de estudio, estos porcentajes son de 47% y 23% respectivamente, lo cual son cifras elevadas para tratarse de una zona en donde no existe un servicio formal de recolección de residuos reciclables. Además, se indica que a nivel nacional un 39% de la población realiza separación de residuos orgánicos, porcentaje que resultó mucho más elevado para la zona de estudio en donde según las encuestas realizadas, en un 92% de las viviendas se realiza separación total o parcial de este tipo de residuos.

Finalmente, se consultó a todos los encuestados sobre el interés de contar con servicios municipales de recolección para residuos valorizables y residuos especiales (escombros, muebles desechados, aparatos electrónicos, etc), para lo cual, en ambos casos un 99% de las respuestas fueron positivas.

5.2.3. Análisis y resultados de encuestas a comercios

La encuesta a comercios se aplicó de manera presencial durante el mes de marzo del 2021. Los comercios encuestados coinciden con el trayecto de la ruta de recolección actual como se observa en la Figura 40. Los comercios que reciben el servicio de recolección se indican con una "check" mientras que los que no lo reciben se indican con una equis.

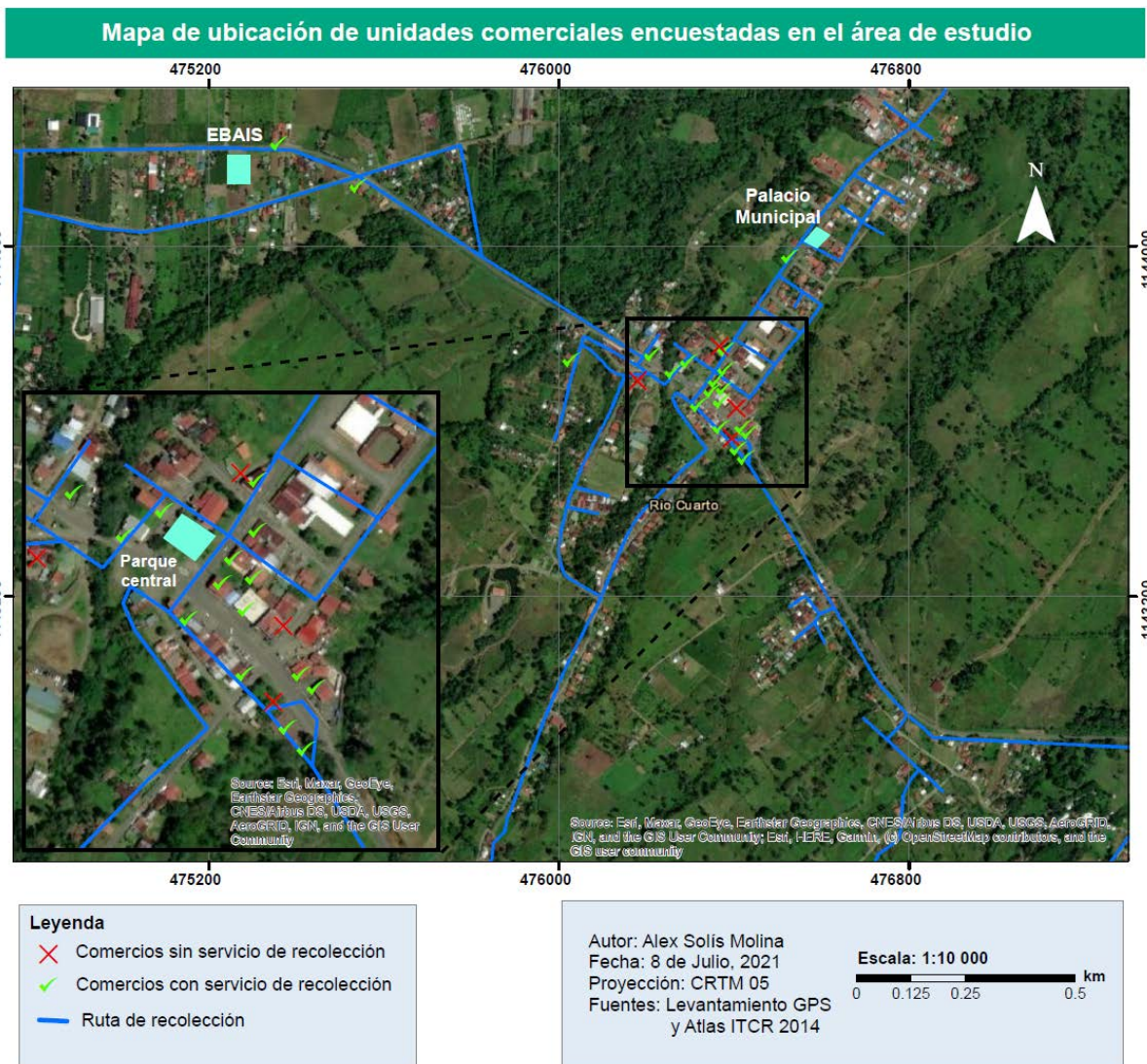


Figura 40. Mapa de comercios encuestados en el distrito cabecera de Río Cuarto

La aglomeración de puntos que se observa en la Figura 40 corresponde a la zona central del distrito, en donde se encuentran agrupados la mayoría de los locales comerciales.

Los comercios encuestados se agruparon en 5 categorías: venta de alimentos, servicios electromecánicos y repuestos, tiendas y oficinas, supermercados y pulperías, servicios de salud y afines. En el anexo 4 se puede consultar el nombre de cada uno de los locales comerciales encuestados.

Como se observa la categoría con más comercios encuestados corresponde a la de venta de alimentos con 12 comercios lo cual representa el 35% de los comercios encuestados.

Al igual que en el caso de viviendas, se esperaba que, al coincidir con la ruta de recolección, todos los locales encuestados pagaran el servicio de recolección, sin embargo, se encontró que del total de locales encuestados un 24% (8 comercios) no paga el servicio.

De estos 8 locales se encontró que 5 corresponden a la categoría de tiendas y oficinas; categoría en la cual muchos de los encuestados expresaron generar muy pocos residuos.

Al consultar en estos comercios sobre la forma en que gestionan sus residuos las respuestas fueron las siguientes.

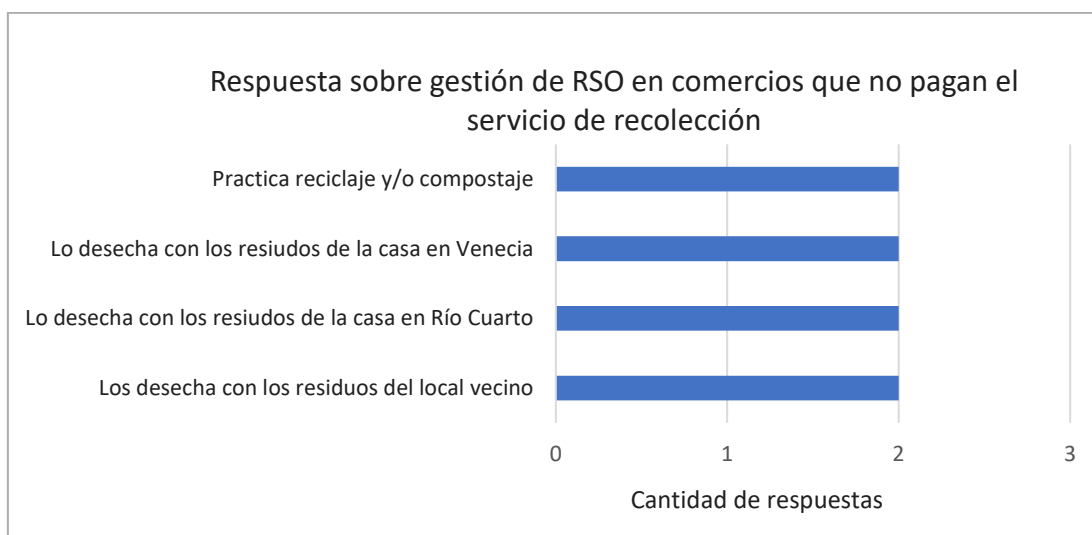


Figura 41. Respuesta sobre gestión de RSO en comercios que no pagan el servicio de recolección

Dentro de las respuestas obtenidas se puede observar que 2 de los comercios que no pagan el servicio hacen una adecuada gestión por medio de reciclaje y compostaje. Por otro lado, los demás disponen sus residuos por medio de un servicio de recolección, sin embargo, evitan el pago por diferentes medios pues consideran que generan muy pocos residuos como para incurrir en ese gasto.

Respecto al costo del servicio, de los 26 comercios que sí lo reciben, un 65% indicó pagar entre 5 mil y 12 mil colones mensuales, mientras que el restante 35% indicó montos entre 15

mil y 30 mil colones mensuales. De acuerdo con la entrevista realizada al señor Barboza, la tarifa ronda un valor promedio de 15 mil colones, no obstante, de las encuestas aplicadas se registraron 16 montos distintos y un promedio cercano a los 12 mil colones.

Luego, al consultar sobre la percepción del costo del servicio las respuestas fueron las siguientes:

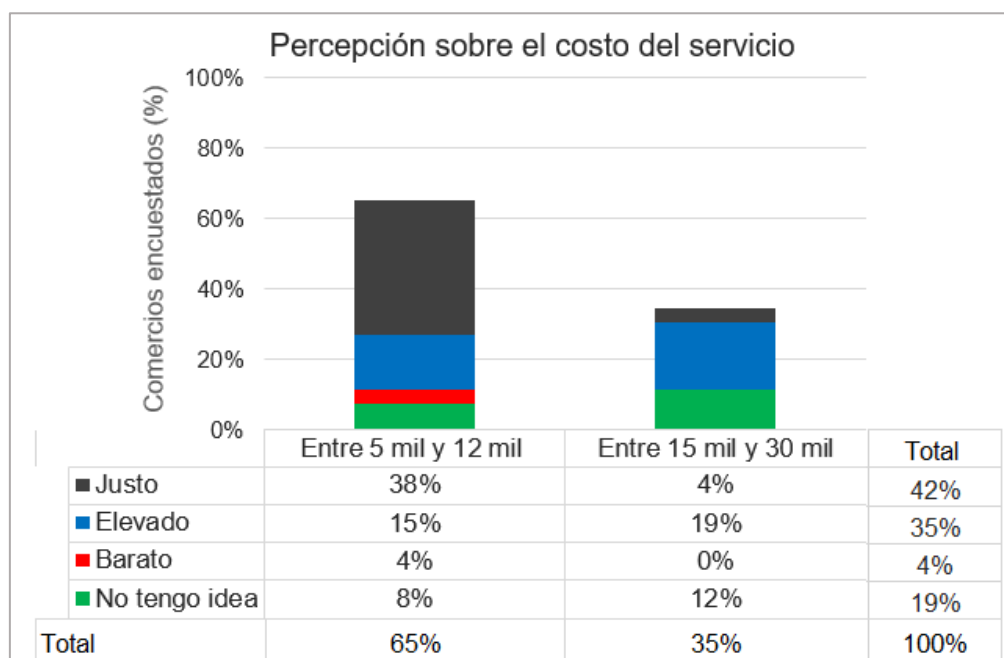


Figura 42. Percepción sobre el costo del servicio de recolección en comercios

Como se observa en la Figura 42 en la mayoría de los locales comerciales consideran que el costo del servicio es justo, no obstante, esta percepción solo predomina en el grupo con tarifa de 5 a 12 mil colones.

Por otro lado, considerando el total de respuesta, la percepción de que el costo del servicio es elevado corresponde a poco más de un tercio, siendo la respuesta predominante en el grupo de comercios con la mayor tarifa.

Para tener una referencia sobre el costo de este servicio en los cantones limítrofes de Río Cuarto, se consultó en cada municipio las tarifas y categorías comerciales.

Los criterios utilizados para definir las categorías comerciales se basan en rangos de generación de residuos. Estos rangos no son exactamente iguales en las municipalidades

consultadas, sin embargo, se mantienen en el orden de magnitud. A modo de ejemplo, en el Cuadro 16 se muestran la definición de categorías utilizada por la municipalidad de Alajuela.

Cuadro 16. Tarifas comerciales del servicio de recolección de la municipalidad de Alajuela

Categorías tarifarias	Peso (kg/mes)	Factor de ponderación
Tarifa básica	NA	1.0
Categoría 1	hasta 100.0	2.5
Categoría 2	100.1 a 300.0	7.5
Categoría 3	300.1 a 700.0	17.5
Categoría 4	700.1 a 1200.0	30.0
Categoría 5	1200.1 en adelante	48.2

Fuente: Municipalidad de Alajuela, 2014

Así, del sondeo de residuos realizado para esta investigación (ver resultados en sección 5.3) se tiene que los comercios encuestados pueden asociarse a las primeras 2 categorías, por lo que se consultaron las tarifas correspondientes, las cuales se muestran en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Tarifas comerciales de recolección para los cantones colindantes a Río Cuarto

Cantón	Tarifa de categorías comerciales	
	Comercial 1	Comercial 2
San Carlos	₡10 788	₡14 384
Alajuela	₡7 828	₡23 485
Sarapiquí	₡11 370	₡22 740
Sarchí	₡13 070	₡26 141

Fuente: Consultado en las páginas municipales oficiales

Al calcular el valor promedio en los dos rangos definidos para Río Cuarto se tienen los siguientes montos:

- Valor promedio de grupo 1 (5 mil a 12 mil) = ₡8 690
- Valor promedio de grupo 2 (15 mil a 30 mil) = ₡20 111

Si bien es cierto en el caso de Río Cuarto no se cobran montos únicos por categorías comerciales, se puede observar que el monto promedio de cada grupo se encuentra en el rango de valores de las tarifas utilizadas actualmente en los cantones vecinos, por lo que se puede decir que las tarifas actuales corresponden con montos aceptables. No obstante, esto

no quiere decir que la tarifa asignada a cada comercio concuerde con su generación, pues como se mencionó anteriormente, las tarifas han sido definidas a discreción por el señor Barboza.

Con respecto a la manera en que los comercios preparan los residuos para ser recogidos se encontró que mayormente tienden a colocar los residuos en la acera o al borde de la calle (69%), y en menor medida se colocan en canastas (31%). Es importante destacar que el artículo 17 del Reglamento de Residuos Sólidos Ordinarios (2011) indica que los locales comerciales deben tener un sistema de almacenamiento para los residuos, aspecto que la mayoría de los comercios incumple actualmente.

Por otro lado, se determinó que el 54% de los comercios saca los residuos la noche antes, un 15% unas horas antes de que pase el camión y un 23% justo antes de que pase el camión, con lo cual un 92% de los comercios tienden a sacar sus residuos con un tiempo menor a 24 horas previo a la recolección. Por su parte, uno de los 2 comercios que indicó sacar los residuos uno a varios días antes también indicó que los colocaba en la acera lo cual no es una práctica aconsejable pues puede generar de proliferación de vectores o atraer animales que destruyan las bolsas.

En el caso del conocimiento de los usuarios comerciales sobre al destino final de sus residuos, se encontró que un 65% de los encuestados desconocían esta información, un 15% indicó que estos eran llevados a un botadero o un relleno sanitario (sin precisar el lugar) y un 19% si tenía conocimiento del lugar específico al cual se llevan los residuos (Relleno sanitario municipal de San Carlos). Nuevamente, al igual que en caso de los usuarios residenciales, la información indica que la mayoría de los usuarios no se interesan en verificar si sus residuos son dispuestos adecuadamente.

Respecto a posibles problemáticas con el servicio de recolección, solo en 4 de los 26 comercios expresaron que en ocasiones los recolectores dejan residuos sin recoger. Lo cual, según indicó el señor Barboza, solo se hace a usuarios que se encuentran morosos con el pago del servicio.

En lo que refiere al tema de residuos valorizables y residuos orgánicos, las preguntas se aplicaron por igual tanto en los comercios que dijeron recibir el servicio como en los que no, de modo que estos resultados contemplan la totalidad de las encuestas.

Primero se consultó sobre el tipo de residuos que se generan normalmente dentro del local comercial, lo cual se muestra en la Figura 43.

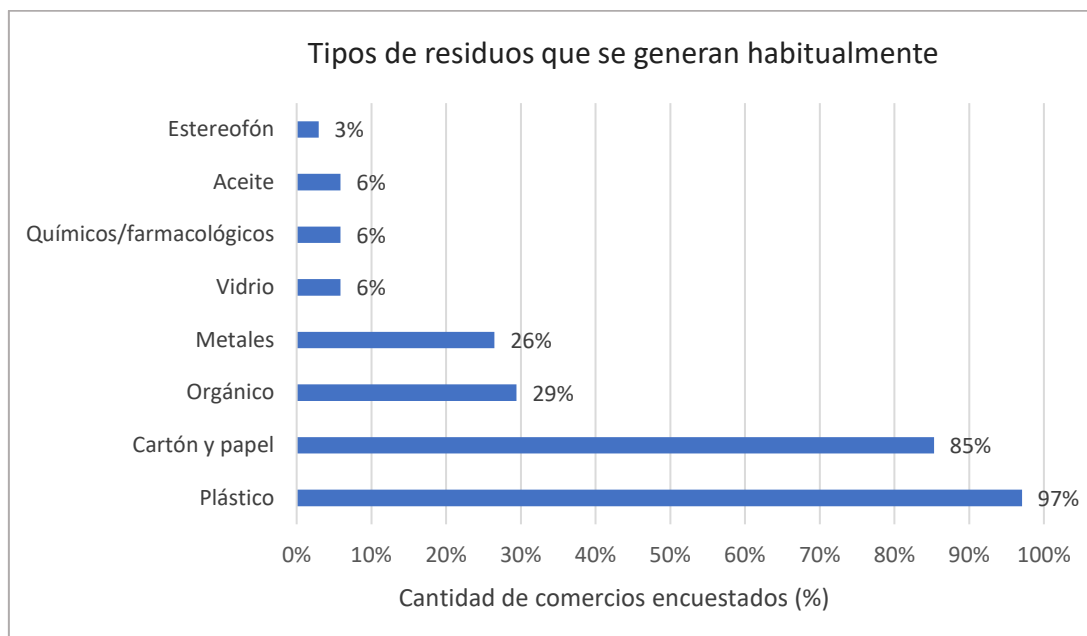


Figura 43. Tipo de residuos que se generan habitualmente en los comercios encuestados

Como se observa, tanto el plástico como el cartón son residuos que se generan casi en todos los comercios independientemente de la categoría comercial.

Por su parte los residuos como estereofón, vidrio, aceite o químicos/farmacológicos, son menos usuales ya que corresponden con actividades más específicas.

Luego, al consultar en cada comercio cuales residuos se generan en mayor cantidad con respecto a los distintos tipos de residuos generados habitualmente se obtuvieron las siguientes respuestas.

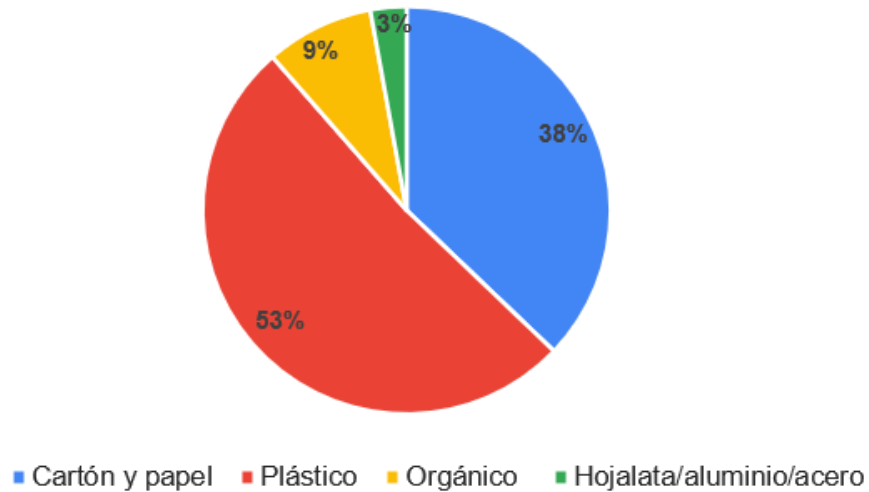


Figura 44. Residuos que predominan en la generación comercial

Como se observa en la Figura 44, un 53% de los comercios señaló que mayormente generaban residuos plásticos, seguido por los residuos de papel y cartón, y en menor proporción los residuos orgánicos y los metálicos.

Con respecto a la separación de residuos, un 47% de los comercios indicó separar uno o más tipos de residuos, mientras que el restante 53% indicó no separar ningún tipo de residuo, con lo cual los porcentajes de separación obtenidos para comercios igualaron los obtenidos en viviendas.

En la Figura 45 se muestra, para los distintos tipos de residuos que son separados, la cantidad porcentual de comercios que separan en relación con el total de comercios que indicaron generar cada uno de estos residuos.

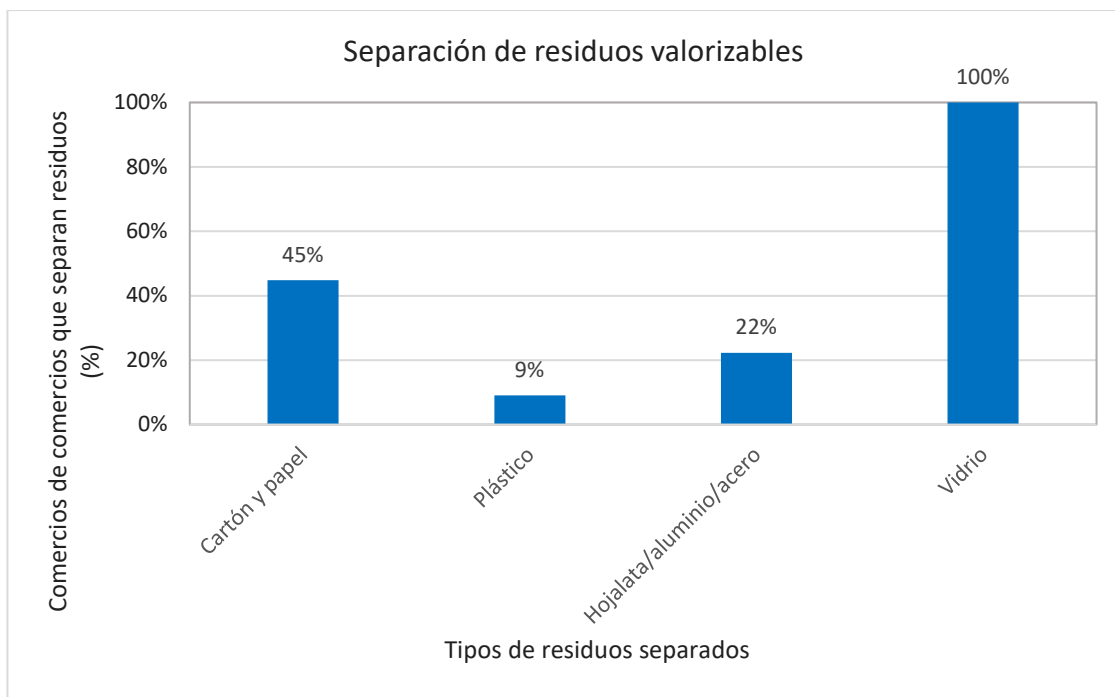


Figura 45. Tipos de residuos que son separados habitualmente en comercios

Como se observa en la Figura 45, todos los locales que generan residuos de vidrio se encargan de separarlo para su valorización.

Respecto a los demás residuos se tiene que, del total de comercios que generan residuos de cartón y papel (85%) solo un 45% realiza su separación para valorizarlo. Por su parte, los residuos plásticos los cuales se generan casi en todos los comercios (ver Figura 43), únicamente son separados para valorización en un 9% de estos. Esta diferencia se debe principalmente a que según los comerciantes encuestados existe una empresa que se pasa semanalmente recogiendo residuos de cartón, situación que no sucede con el plástico.

En el caso de los residuos metálicos se encontró que del 26% de comercios que los generan solo el 9% realiza su separación para valorizarlos, lo cual es un porcentaje bajo teniendo en cuenta que con cierta frecuencia diferentes recolectores de "chatarra" visitan la zona.

Al consultar a los comercios que realizan separación sobre la forma en que se hacen llegar este tipo de residuos a centros de acopio o a sitios de valorización, 13 indicaron que los pasan recogiendo y 3 indicaron que los llevaban a un centro de acopio.

En este caso, entre los recolectores se encuentra la empresa que realiza la recolección de cartón de la cual no se logró precisar el nombre, los recolectores de “chatarra” y en el caso de la vidriera es la empresa Extralum quien realiza esta labor.

Con respecto a los centros de acopio, se verificó que el más cercano es el centro de acopio RECIMA, el cual se ubica en Pital a 15 kilómetros del centro de Río Cuarto.

Luego, al consultar sobre la frecuencia de disposición de los residuos valorizables para ambos casos (recolección o transporte hasta el centro de acopio) se tuvieron las siguientes respuestas.

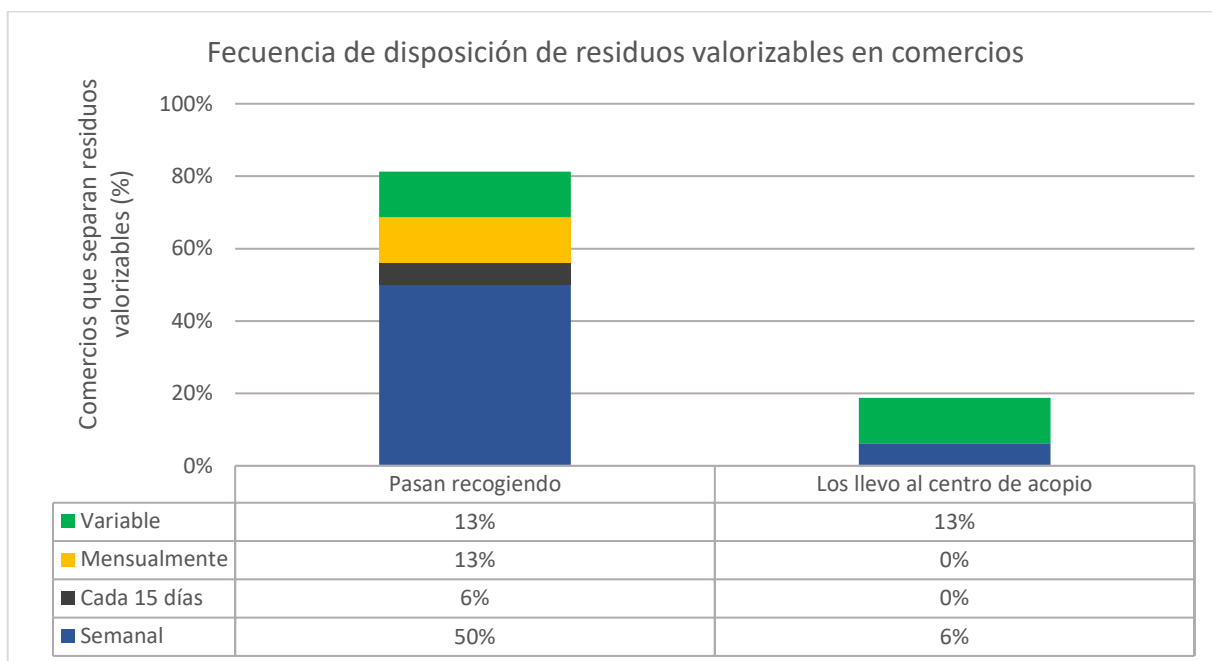


Figura 46. Frecuencia de disposición de residuos valorizables en locales comerciales

Como se observa en la Figura 46, los comercios que realizan separación de residuos valorizables tienden a disponerlos mayormente cada semana. Esta frecuencia es mayoritaria para los comercios en los que recogen los residuos debido a que el recolector de cartón pasa todas las semanas.

En el caso de los comercios que llevan sus residuos a un centro de acopio, indicaron que lo hacen cuando el espacio destinado para almacenar los residuos se llena, por lo que la frecuencia es variable.

Finalmente, al preguntar a los comercios que reciben el servicio sobre su percepción con respecto a la calidad de este se tuvieron las siguientes respuestas.

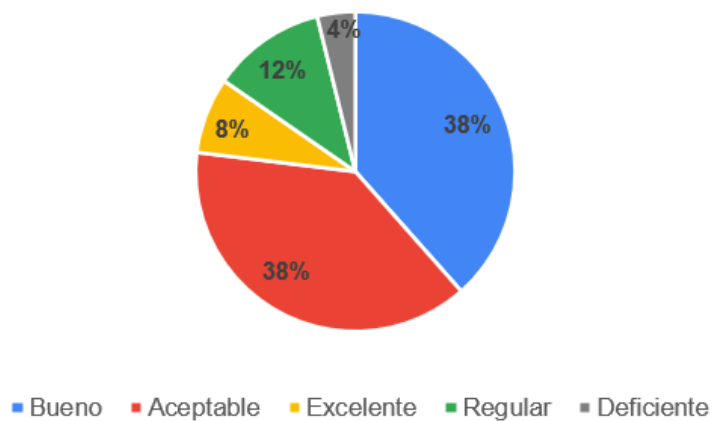


Figura 47. Percepción en comercios de la calidad del servicio de recolección

De este modo, la percepción del sector comercial hacia el servicio recibido se encuentra mayoritariamente en una condición media entre bueno y aceptable.

5.3. Estudio de generación y composición de RSO en la zona de estudio

En esta sección se muestran los resultados obtenidos del estudio de generación y composición de RSO desarrollado en el área de estudio para generadores residenciales y comerciales.

Se muestran los aspectos generales de la realización del estudio, así como los parámetros obtenidos en cuanto a generación y composición por medio de los datos experimentales, sobre los cuales se realiza un análisis comparativo de los datos de otros sectores del país.

Finalmente, haciendo uso de los parámetros determinados se realiza la estimación de residuos para el distrito, así como una proyección de generación para los próximos años.

5.3.1. Cantidad de unidades muestreadas

Para la elaboración del estudio no se utilizó el tamaño de muestra estadística que indica la metodología del Ministerio de Salud (ver cálculo estadístico en anexo 5), esto debido a las limitaciones surgidas durante el desarrollo de la investigación. Así, la cantidad de unidades comerciales y residenciales consideradas para el estudio se definieron a conveniencia, tomando como criterio principal que estas representaran una cantidad de residuos manejables en relación con los recursos humanos y materiales disponibles.

De esta manera, tras evaluar los diferentes factores involucrados (disponibilidad del transporte, espacio de trabajo, herramientas disponibles para el procesamiento de residuos, tamaño del equipo de trabajo, etc) se decidió incluir un total de 25 viviendas y 20 comercios para el sondeo.

5.3.2. Aspectos generales de la elaboración del sondeo

Previo a la recolección de los residuos, fue necesario realizar la selección e identificación de las unidades que formarían parte del sondeo.

Para esto se tomaron 2 criterios principales. El primero fue descartar las unidades (viviendas o comercios) que hubiesen indicado no recibir el servicio de recolección. El segundo criterio fue dar prioridad a las unidades que indicaron sacar los residuos días antes o la noche

antes, esto para disminuir la probabilidad no encontrar los residuos al momento de la recolección.

Posteriormente se definió un código para cada unidad residencial y comercial y se procedió a realizar un mapa de foto puntos para identificar cada una de las unidades adecuadamente al momento de la recolección. En la Figura 48 se muestran 2 capturas de pantalla del mapa de foto puntos realizado en la aplicación móvil Locus Map.

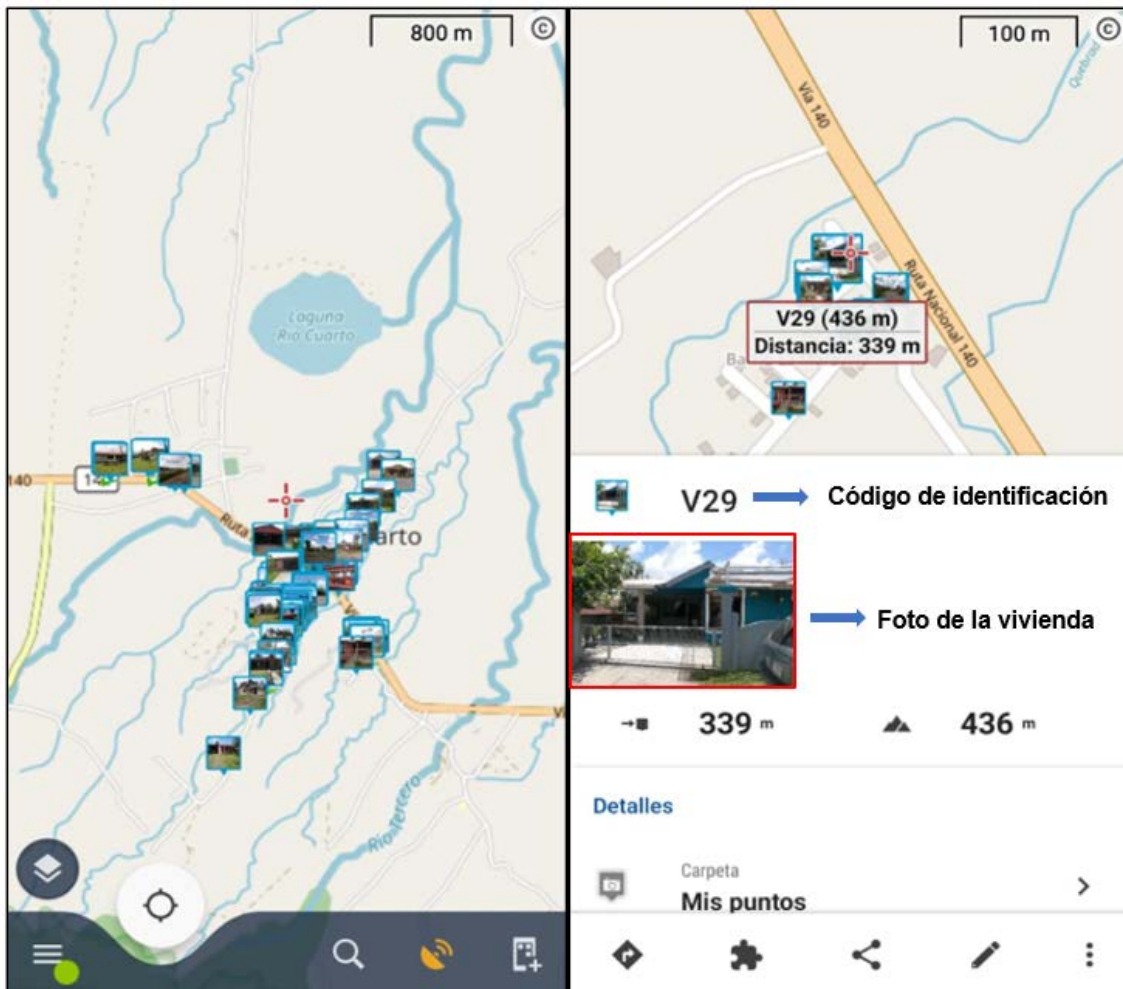


Figura 48. Captura de pantalla de los fotopuntos utilizados para identificación de las unidades del sondeo

Adicionalmente, se identificaron 4 unidades comerciales que colocaban las bolsas con residuos en el mismo punto que otros comercios. Así, para poder identificar correctamente los residuos correspondientes a dichos comercios, se optó por entregar bolsas plásticas etiquetadas, las cuales fueron entregadas 2 días antes de realizar la recolección.

Para la recolección de los residuos se definieron las tareas del equipo de trabajo de la siguiente manera: un conductor, dos integrantes encargados de cargar y etiquetar las bolsas, y un integrante encargado de indicar el orden de recolección e identificar cada unidad con su respectivo código, esto con la ayuda del mapa de foto puntos.

La primera recolección se realizó el lunes 22 de abril del 2021, la cual correspondió únicamente a recolección de residuos comerciales. Una segunda recolección se realizó el martes 23 de abril del 2021 para terminar de recolectar los residuos comerciales (esto debido a que los comercios sacan residuos ambos días) y recolectar los residuos residenciales, obteniendo así los residuos correspondientes a una semana de generación para cada una de las unidades del sondeo. En la Figura 49 se muestra parte de las bolsas recolectadas para el sondeo con sus respectivas etiquetas.



Figura 49. Bolsas con residuos recolectadas para el estudio de generación y composición de RSO

Una vez terminado el proceso de recolección, los residuos fueron transportados al relleno sanitario municipal de San Carlos, en donde se procedió a realizar el debido procesamiento en el plantel de lavado, como se muestran en la Figura 50.



Figura 50. Fotografía del procesamiento de los residuos comerciales en el relleno sanitario

Durante la etapa de planificación se consideraron 36 unidades residenciales para compensar en caso de presentarse eventualidades que impidieran la recolección en algunos casos. Así, se lograron muestrear 26 viviendas, de modo que se logró cumplir con la cantidad de viviendas definidas previamente para completar el sondeo.

En la Figura 51 se muestra la ubicación de las unidades residenciales seleccionadas para el estudio indicado con una equis las que no fueron muestreadas y con un "check" las que sí se muestrearon.

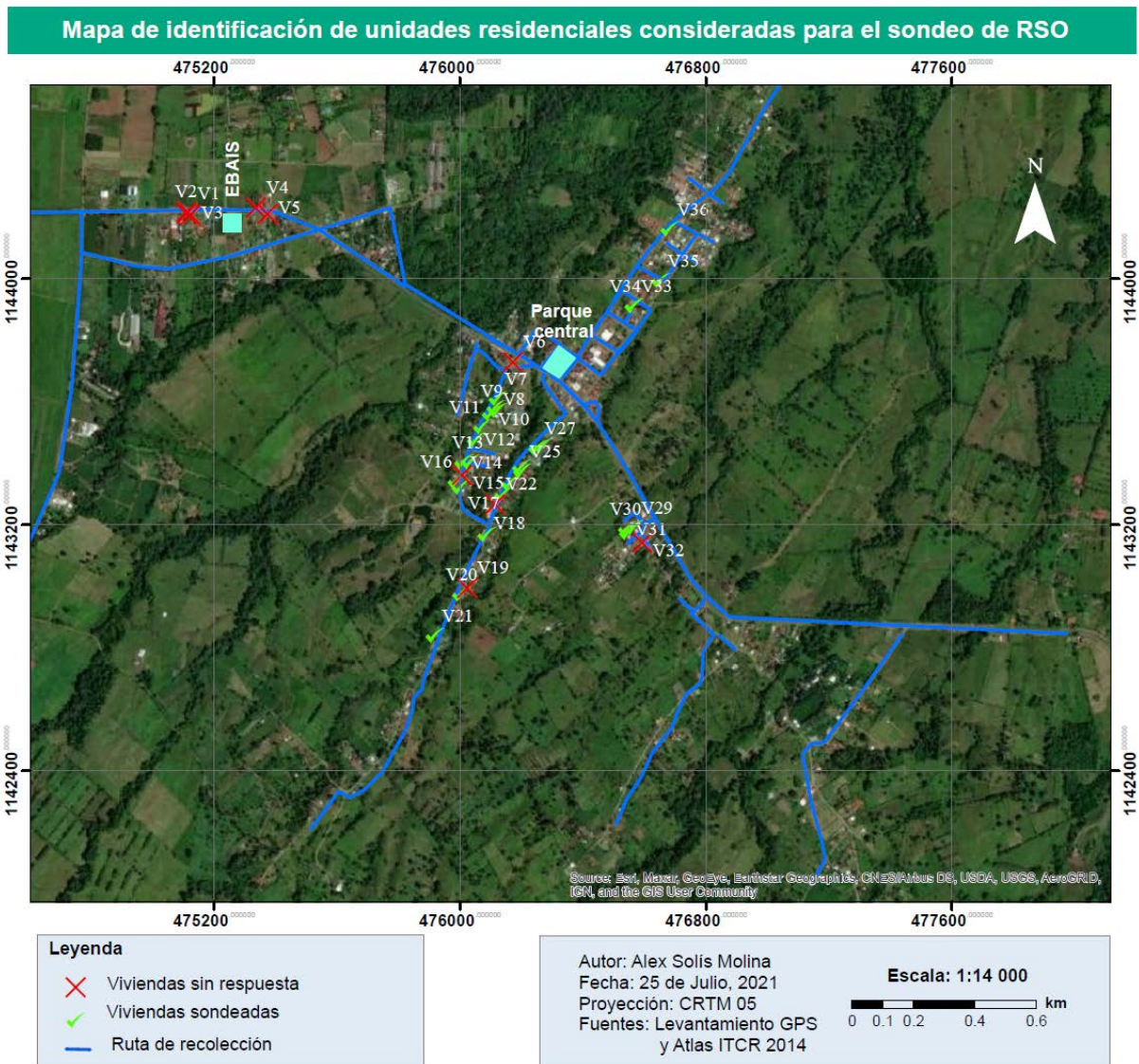


Figura 51. Ubicación de las viviendas consideradas para la muestra residencial

Las cantidades de residuos recolectados fue muy variable entre viviendas, sin embargo, esto es esperable debido a que hay muchos factores que influyen en la generación de residuos, tales como la cantidad de integrantes que habitan la vivienda, los hábitos de consumo o las prácticas de valorización.

Luego, en la Figura 52 se muestra la ubicación de los comercios que fueron considerados dentro la muestra, indicando con una equis lo que no fueron muestreados, con un "check" los que fueron encuestados y formaron parte del sondeo, y con una estrella los que fueron incluidos durante la recolección.

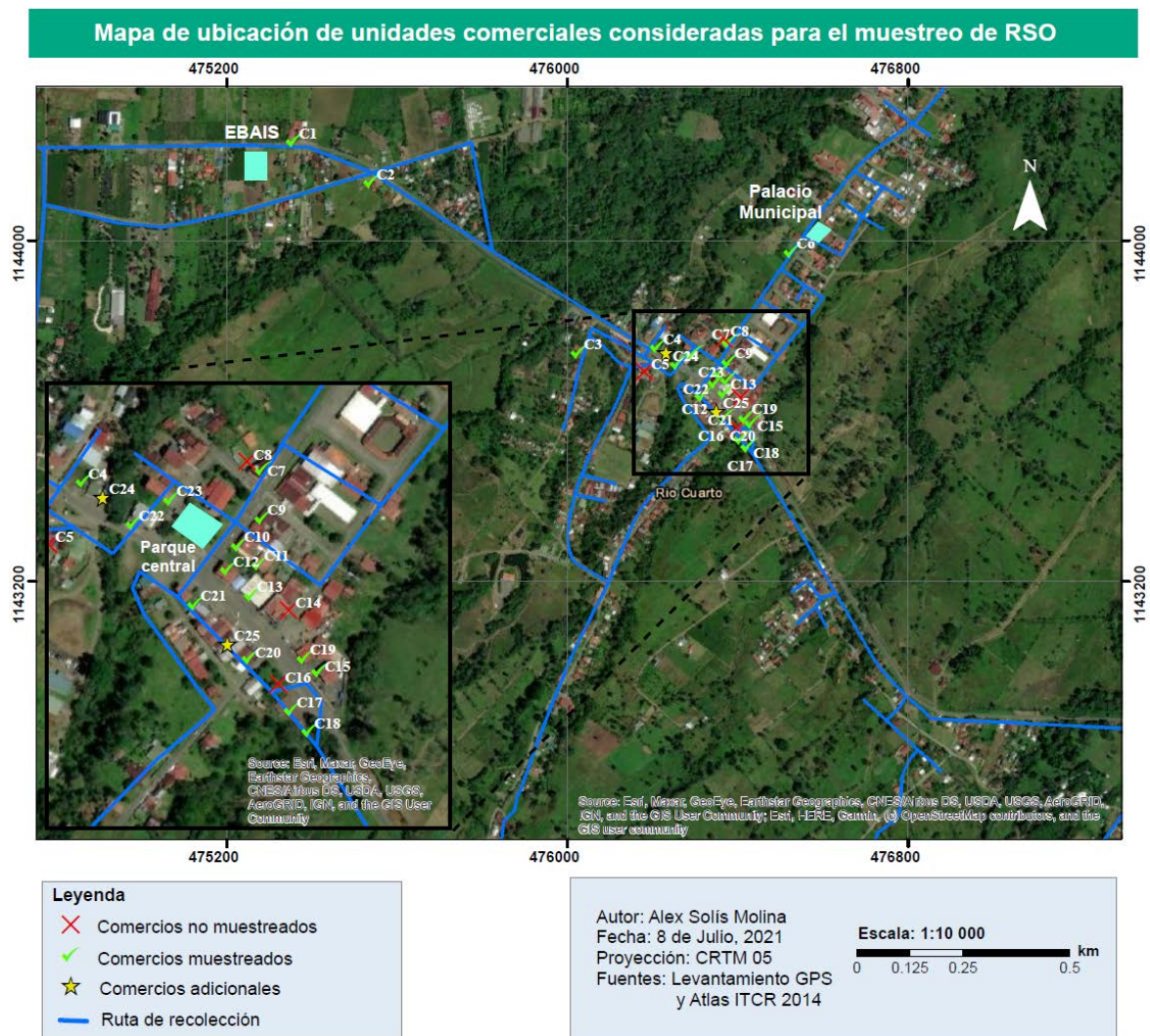


Figura 52. Ubicación de comercios considerados para el muestreo

En el caso de los comercios la cantidad sugerida fue de 20 unidades, de modo que se seleccionaron 25 locales dentro de los que fueron encuestados. No obstante, durante la recolección de los residuos, no fue posible acceder a los residuos de varios comercios por lo que fue necesario incluir 2 comercios que no habían sido encuestados a saber: Autolavado Herrera y Minisúper la Fortuna # 2. Sin embargo, esto no generó problemas en la estimación de los parámetros de generación y composición dado que no se requiere información específica de cada comercio para este cálculo.

En total se recolectaron 627 kg de residuos, de los cuales 390 kg correspondieron a comercios y 237 kg a viviendas.

5.3.3. Análisis de los resultados de generación y composición

Con los pesos de residuos registrados para comercios y viviendas se procedió a calcular las tasas de generación, para lo cual se utilizaron las ecuaciones definidas en la sección 2.3. de este documento. Los resultados del sector residencial se muestran en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Resultados de tasas de generación residencial

Código de identificación de vivienda	Peso de la semana (Kg)	N° habitantes	Generación per cápita por día (Kg/hab/día)
V7	10	6	0,24
V8	3	2	0,21
V9	7	3	0,33
V10	4	4	0,14
V11	14	6	0,33
V12	3	2	0,21
V13	23	3	1,10
V14	4	3	0,19
V16	8	3	0,38
V17	12	2	0,86
V18	16	2	1,14
V20	6	3	0,29
V21	9	2	0,64
V23	3	1	0,43
V24	4	6	0,10
V25	2	2	0,14
V26	11	4	0,39
V27	3	4	0,11
V28	25	6	0,60
V29	10	5	0,29
V30	12	3	0,57
V31	5	5	0,14
V33	10	2	0,71
V34	21	7	0,43
V35	10	4	0,36
V36	2	3	0,10
Total	237	93	0,40
Desviación estándar (kg/hab/día)			0,29

De este modo, se determinó una tasa de generación residencial per cápita de 0,40 kg/hab/día y una tasa de generación residencial por vivienda de 1,30 kg/viv/día. Como se observa los datos presentan una alta variabilidad entre viviendas.

Luego, los resultados del sector comercial se muestran en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Resultados de tasas de generación comercial

Categoría	Código de identificación	Cantidad de residuos (Kg)	Tasa de generación individual (kg/com/día)	Tasa de generación de categoría (kg/com/día)
Venta de alimentos	C2	83	11,9	4,22
	C6	4	0,6	
	C7	19	2,7	
	C13	7	1,0	
	C18	45	6,4	
	C21	15	2,1	
	C22	22	3,1	
Servicios electromecánicos y repuestos	C23	42	6,0	2,82
	C3	3	0,4	
	C4	22	3,1	
	C19	12	1,7	
Tiendas y oficinas	C24	43	6,1	0,63
	C1	8	1,1	
	C9	6	0,9	
	C12	4	0,6	
	C15	8	1,1	
Supermercados y pulperías	C17	0,5	0,1	1,97
	C25	7	1,0	
	C20	28	4,0	
Servicios de salud y afines	C10	6	0,9	0,90
	C11	6	0,9	
Tasa de generación promedio (kg/com/día)				2,65

Como se observa en el Cuadro 19, al igual que en las viviendas, las tasas de generación presentan una alta variabilidad, inclusive entre comercios de la misma categoría.

En cuanto a las tasas de generación por categoría, se obtuvo la tasa más alta para la categoría "venta de alimentos", esto tiene sentido considerando que es una actividad comercial

con alta generación de residuos orgánicos. No obstante, es importante mencionar que estas tasas no cuentan con una cantidad estadísticamente representativa de comercios que valide la magnitud obtenida.

La tasa de generación promedio obtenida para los comercios fue de 2,65 kg/com/día, lo cual es poco más del doble de la tasa de generación promedio para viviendas.

Luego, para obtener una aproximación de la tasa de generación del distrito, primero se calculó el aporte comercial por habitantes. Esto se hizo multiplicando la tasa de generación comercial por la cantidad de patentes comerciales y dividiendo por la cantidad de habitantes estimada para el distrito al año 2021 (ver sección 4.1.3.).

$$Aporte\ comercial = \frac{2,65\ kg/com/día * 108\ com}{5327\ hab}$$

$$Aporte\ comercial = 0,054\ kgcom/hab/día$$

Así, tomando en cuenta el aporte residencial y comercial se obtuvo una tasa de generación per cápita distrital de 0,45 kg/hab/día.

En el Cuadro 20 se muestra las tasas de generación promedio estimadas en otras zonas del país por medio de estudios de generación y composición. En el caso del estudio realizado por ProDUS (2008) el análisis para el sector residencial se dividió en rural y urbano, mientras que para el sector comercial no se realizó la estimación.

Para los demás estudios encontrados no se realizó la separación rural/urbano para el sector residencial, sin embargo, por las características generales de estas zonas se considera Pital y Venecia como zonas mayormente rurales, mientras que Ciudad Quesada, San José y Belén como zonas mayormente urbanas, al igual que los datos de Turrialba, debido a que el estudio se realizó en el distrito central.

Cuadro 20. Tasas de generación de residuos para diferentes zonas del país

Cantón/Distrito	Tasa residencial (kg/hab/día)		Tasa comercial (kg/com/día)
	Rural	Urbana	
Grecia ¹	0,52	0,57	-
Atenas ¹	0,36	0,57	-
Poás ¹	0,38	0,47	-
Valverde Vega ¹	0,52	0,57	-
Alfaro Ruiz ¹	0,34	0,37	-
Naranjo ¹	0,25	0,57	-
Turrialba ²	0,54		2,84
Pital ³	0,52		1,8
Venecia ⁴	0,41		2,5
Quesada ⁵	0,71		0,72
San José ⁶	0,66		0,83
Belén ⁶	0,58		1,24
Río Cuarto	0,45		2,65

Fuentes: ¹ProDUS, 2008; ²González y Soto, 2018; ³CEGESTI, 2011;

⁴Municipalidad de San Carlos, 2016; ⁵Municipalidad de San Carlos, 2010;

⁶Anchía, Herrera y Rojas, 2016

Como se observa en el Cuadro 20 los datos de generación para las zonas consideradas mayormente rurales oscilan entre 0,25 y 0,52 kg/hab/día, sin embargo, considerando el dato de Naranjo como un dato atípico se podría decir que el rango oscila entre los 0,34 y 0,52 kg/hab/día. Así la tasa de generación residencial determinada para Río Cuarto entra en el rango de las zonas rurales, lo cual es congruente con la caracterización realizada en el capítulo 4.

Además, se puede ver que, obviando el valor del cantón de Alfaro Ruiz, las zonas mayormente urbanas poseen tasas de generación residencial más elevadas, oscilando entre los 0,57 a los 0,71 kg/hab/día.

Para el caso de las tasas de generación comerciales se observó un comportamiento consecuente en el orden de magnitud dentro de cada grupo (rural o urbano) e igualmente el valor determinado para el distrito de Río Cuarto concuerda en el orden de magnitud obtenidos en las zonas mayormente rurales. Sin embargo, se esperaría que en las zonas más urbanas se presente mayor generación de residuos en el estrato comercial, esto debido a que son zonas con mayor densidad demográfica donde la actividad en comercios es mayor, lo que influye directamente en una mayor generación de residuos.

Así, tras efectuar una revisión de las metodologías de los estudios se verificó que en las zonas urbanas las muestras comerciales se realizaron de manera compuesta (considerando las porciones representativas de comercios según la actividad comercial) y específicamente en el estudio realizado por Anchia et al. (2016) se cumplió con el tamaño de muestra para cada tipo de comercio. Mientras tanto, para las zonas rurales la muestra de comercios no se tomó segmentada, por lo que se considera que este puede ser un motivo importante de la diferencia encontrada entre las tasas de generación comerciales entre las zonas rurales y urbanas presentadas en el Cuadro 20.

Es importante mencionar que el cálculo de las tasas de generación comerciales estimadas sin fraccionar la muestra por tipo de actividades comerciales puede incurrir en una sobre o subestimación de los valores reales, de acuerdo con el tipo de comercios que se incluyan en la muestra.

Posteriormente, se calculó la generación total diaria para el distrito de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Generación total} &= GCD_{total} * Hab_{total} \\ \text{Generación total} &= 0,45 \text{ kg/hab/día} * 5327 \text{ hab} \\ \text{Generación total} &= 2418,5 \text{ kg/día} \end{aligned}$$

La generación calculada se realiza bajo el supuesto de que las características de generación del distrito son muy similares a las de la zona de estudio. Así, se tiene que una generación diaria promedio de aproximadamente 2,4 toneladas, lo que equivale a 16,9 toneladas semanales.

Seguidamente, se consultaron los datos de pesajes registrados en el relleno sanitario para los viajes correspondientes a Río Cuarto entre enero de 2019 y diciembre de 2020. Dado que los residuos recolectados en Río Cuarto los lunes se mezclan con los de Venecia, se decidió utilizar el valor aproximado suministrado por el señor Barboza, correspondiente a una tonelada (ver Cuadro 9). Así, se sumó esta cantidad a todos los registros de los martes (ver Anexo 6) para tener la cantidad total recolectada en cada semana y a partir de estos valores se calculó el promedio de residuos recolectados semanalmente en el distrito de Río Cuarto, el cual fue de 6,7 toneladas.

Comparando la cantidad recolectada semanalmente con la generación estimada, se tiene que alrededor de 10 toneladas no son recolectadas por medio del servicio actual de recolección. Es posible que dicha cantidad se reparta entre los residuos que son valorizados en comercios y viviendas, y los que tratados o dispuestos inadecuadamente a lo largo del distrito.

En cuanto a la composición de los residuos, se utilizaron las categorías de separación de residuos propuesta por el Ministerio de Salud (2013). De este modo, tras realizar el proceso de cuarteo de cada sector por separado, se procedió a procesar las muestras resultantes. En la Figura 53 se muestran los porcentajes de composición obtenidos para el sector residencial.

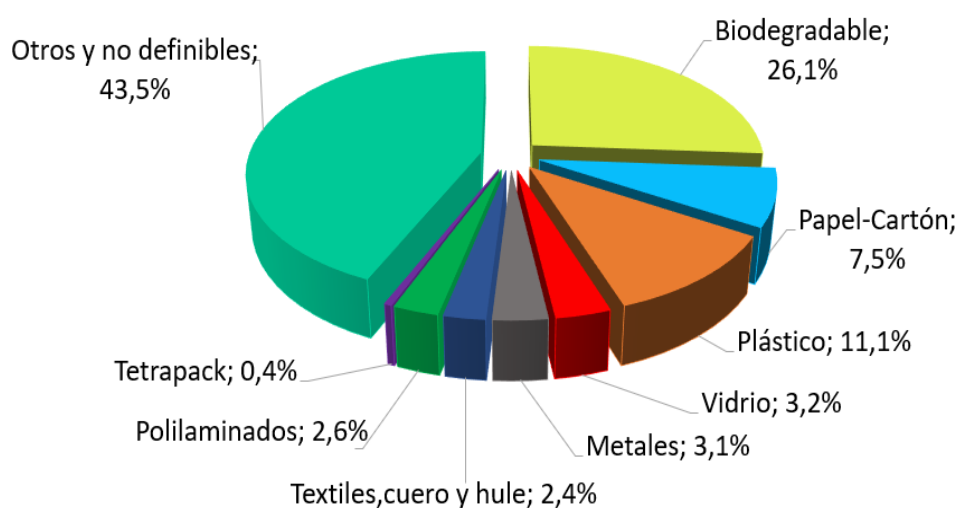


Figura 53. Composición porcentual de los RSO residenciales en la zona de estudio

Como se observa la fracción mayor corresponde a la categoría Otros y no definibles, seguido de las categorías de Biodegradables, Plástico y Papel-Cartón como las más predominantes.

Es importante señalar que la categoría Otros y no definibles se componía principalmente de residuos de papel higiénico, toallas de cocina y pañales. Si bien es cierto estos residuos se encontraban en cantidades importantes dentro de la muestra, se considera que su peso se vio afectado por efectos de absorción de humedad.

Como parte de los factores que pudieron aportar humedad a estos residuos se tiene en cuenta los lixiviados provenientes de la fracción orgánica, ya que, al tratarse de residuos almacenados durante toda una semana, es normal la generación de estos líquidos en las bolsas de residuos.

Por otro lado, es importante mencionar que al momento de procesar los residuos del sector residencial la superficie del lavado se encontrada ligeramente húmeda debido al agua residual del lavado de los camiones, lo cual también pudo aportar humedad a la muestra

Así, por los factores mencionados y sabiendo que este tipo de residuos poseen características de absorción especialmente altas, se considera altamente probable la alteración del peso de dichos residuos por absorción de humedad.

Para tener una referencia de valores típicos de composición del sector residencial, en el Cuadro 21 se muestra los porcentajes obtenidos para distintas zonas del país.

Cuadro 21. Datos de composición de RSO residenciales en diferentes zonas del país

Categoría	Zona									
	Quesada ¹	Pital ²	Venecia ³	Buena Vista ⁴	Guácimo ⁵	San José ⁵	Belén ⁵	Alajuela ⁵	Barva ⁵	Zona de estudio
Biodegradable	46,5%	57,5%	47,7%	34,7%	45,7%	55,3%	56,6%	51,5%	56,8%	26,1%
Papel-Cartón	15,5%	3,0%	7,5%	12,4%	9,3%	10,4%	6,3%	8,1%	7,7%	7,5%
Plástico	10,4%	10,8%	15,9%	10,8%	12,7%	10,2%	9,1%	7,5%	9,3%	11,1%
Vidrio	1,3%	1,4%	1,9%	3,1%	2,1%	1,9%	1,9%	1,1%	1,8%	3,2%
Metales	1,6%	1,4%	2,8%	2,1%	2,0%	2,0%	1,6%	2,2%	2,1%	3,1%
Textiles, cuero y hule	0,8%	3,8%	1,9%	3,6%	7,2%	2,4%	2,5%	3,8%	2,1%	2,4%
Polilaminados	0,2%	1,6%	0,9%	2,5%	0,0%	1,3%	1,0%	1,1%	1,1%	2,6%
Tetrapak	0,8%	0,0%	2,8%	1,3%	0,7%	0%	0%	0%	0%	0,4%
Electrónicos	1,2%	0,2%	0,0%	2,2%	1,5%	0,2%	0,0%	0,2%	1,5%	0%
Peligrosos	0,8%	0,8%	0,9%	0,4%	0,8%	1,5%	1,5%	0,4%	0,3%	0%
Otros y no definibles	20,9%	19,5%	17,7%	26,8%	18,1%	14,7%	19,6%	21,5%	17,5%	43,5%

Fuentes: ¹Municipalidad de San Carlos, 2010; ²CEGESTI, 2011; ³Municipalidad de San Carlos, 2016; ⁴Municipalidad de San Carlos, 2017; ⁵Anchía, Herrera y Rojas, 2016

Los datos indicados en negrita en el Cuadro 21, son los que más se acercan a los valores obtenidos en la zona de estudio. Así, el distrito de Buena Vista del cantón de San Carlos es el que presenta valores más cercanos a los obtenidos en la zona de estudio en las diferentes categorías, sin embargo, las categorías de Biodegradables y Otros y no definibles mantienen una diferencia notable respecto a las zonas consideradas.

Para tener una mejor percepción de la variabilidad de los datos presentados en el Cuadro 21 y de la similitud con los encontrados en la zona de estudio, se procedió a calcular el promedio, la desviación estándar y la magnitud de la desviación en relación con el dato promedio, lo cual se presenta en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Análisis de valores promedio de composición residencial contra valores obtenidos en la zona de estudio

Categoría	Composición zona de estudio	Composición promedio	Desviación del dato promedio	Desviación /Promedio	Diferencia entre zona de estudio y promedio
Biodegradable	26.1%	50.2%	7.5%	14.9%	48.0%
Papel-Cartón	7.5%	8.9%	3.6%	40.3%	15.4%
Plástico	11.1%	10.7%	2.4%	22.3%	3.5%
Vidrio	3.2%	1.8%	0.6%	31.6%	75.5%
Metales	3.1%	2.0%	0.4%	20.8%	56.5%
Textiles, cuero y hule	2.4%	3.1%	1.8%	58.5%	22.8%
Polilaminados	2.6%	1.2%	0.7%	54.8%	113.8%
Tetrapak	0.4%	1.4%	1.0%	70.3%	71.2%
Electrónicos	0.0%	0.9%	0.8%	92.5%	-
Peligrosos	0.0%	0.8%	0.4%	55.2%	-
Otros y no definibles	43.5%	19.6%	3.4%	17.3%	122.1%

La magnitud de la desviación estándar entre el dato promedio indica que tan dispersos o que tan consistentes son los datos dentro de cada categoría.

Como se observa en el Cuadro 22, la mayoría de las categorías presentan una relación de desviación contra promedio por encima del 30%, siendo la categoría Electrónicos la que presenta la mayor magnitud de este parámetro con un 92,5%. Esto indica que hay una alta variabilidad entre los valores de estas categorías. Este comportamiento es esperable si se tiene

en cuenta que cada zona tiene sus particularidades en cuanto a los hábitos de consumo y gestión de residuos de la población, no obstante, esto hace que la comparación con el dato promedio sea poco representativa.

Por otro lado, se determinó que las categorías que presentan mayor consistencia (con menor relación desviación/promedio) son las de Biodegradables y Otros respectivamente. Esto quiere decir que los datos están más agrupados en torno al valor promedio, lo que indica una tendencia convergente de dichos datos. Así, el valor de la diferencia obtenida entre los datos de la zona de estudio y el dato promedio se considera más representativo para estas categorías.

Dicho lo anterior, se pudo observar como la categoría de Otros y no definibles muestra una alta diferencia entre el dato obtenido para la zona de estudio y las demás zonas consideradas, lo cual es consistente con lo mencionado anteriormente sobre la posible alteración del peso de dicha categoría por absorción de humedad.

Por otro lado, en la categoría de Biodegradables también se obtuvo una alta diferencia, a pesar de ser la categoría con mayor consistencia entre los datos de las zonas consideradas. Este resultado puede estar asociado a la posible alteración de la categoría Otros y no definibles, sin embargo, también puede ser efecto de las prácticas de gestión de la fracción orgánica en la población sondeada, ya que, como se determinó de las encuestas a viviendas, en más de un 90% de las viviendas no desechan la totalidad de sus residuos orgánicos con la "basura" (ver Figura 39). Así, lo anterior podría explicar por qué la fracción de biodegradables en el área de estudio es bastante menor al valor promedio estimado en el Cuadro 22.

Continuando con la estimación para el sector comercial, en la Figura 54 se muestran los datos de composición obtenidos para la zona de estudio.

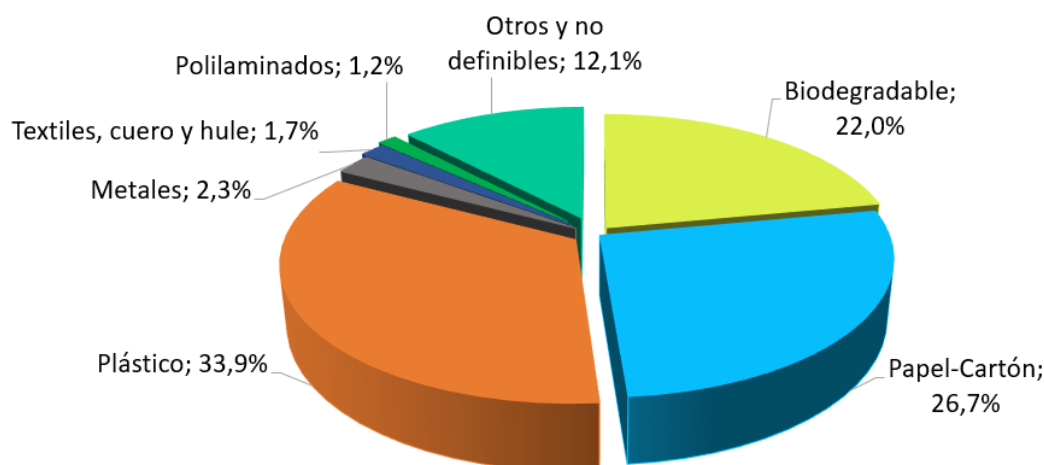


Figura 54. Composición porcentual de los RSO comerciales en la zona de estudio

Como se observa de la composición obtenida, no se encontraron residuos peligrosos, de vidrio, electrónicos o tetrapack. Además, en este caso la fracción de residuos plásticos fue la predominante, seguida de Papel-cartón y Biodegradables respectivamente. Estos datos concuerdan con los obtenidos de las encuestas comerciales (ver Figura 42 y Figura 43).

En el Cuadro 23 se muestran datos de composición comercial para diferentes zonas del país.

Cuadro 23. Datos de composición de RSO comerciales en diferentes zonas del país

Categoría	Zona								
	Quesada ¹	Pital ²	Venecia ³	Guácimo ⁴	San José ⁴	Belén ⁴	Alajuela ⁴	Barava ⁴	Zona de estudio
Biodegradable	17.8%	25.4%	25.9%	10.0%	27.2%	39.8%	34.3%	51.4%	22.0%
Papel-Cartón	31.5%	21.0%	14.8%	32.0%	27.3%	21.5%	34.3%	17.6%	26.7%
Plástico	16.4%	19.2%	19.8%	18.0%	15.5%	12.5%	12.1%	12.9%	33.9%
Vidrio	0.5%	2.4%	0.0%	0.6%	1.3%	0.9%	0.7%	0.4%	0.0%
Metales	0.0%	2.1%	2.4%	10.8%	2.1%	1.2%	1.2%	3.2%	2.3%
Textiles	0.0%	5.0%	1.2%	1.4%	2.9%	2.6%	1.7%	3.1%	1.7%
Polilaminados	0.6%	1.9%	1.2%	1.2%	1.4%	1.2%	1.0%	0.7%	1.2%
Tetrapak	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-	-	-	-	0.0%
Electrónicos	0.3%	0.5%	0.0%	4.7%	1.3%	0.4%	0.6%	0.3%	0.0%
Peligrosos	0.6%	1.4%	0.0%	2.2%	1.7%	1.4%	0.1%	1.1%	0.0%
Otros y no definibles	31.2%	21.1%	34.7%	19.2%	19.4%	18.5%	14.0%	9.3%	12.1%

Fuentes: ¹Municipalidad de San Carlos, 2010; ²CEGESTI, 2011; ³Municipalidad de San Carlos, 2016; ⁴Anchía, Herrera y Rojas, 2016

Los datos indicados en negrita en el Cuadro 23, son los que más se acercan a los valores obtenidos en la zona de estudio. Así, para los datos de composición del estrato comercial, el distrito de Venecia del cantón de San Carlos es el que presenta mayor cantidad de similitudes en relación con los datos obtenidos en la zona de estudio en las diferentes categorías. Lo anterior podría indicar que existe una semejanza en cuanto a las características comerciales predominantes de cada zona.

Además, como se observa, en ninguna de las zonas consideradas se obtuvo el plástico como fracción predominante, en su lugar se obtuvo principalmente la categoría de Biodegradables y la Papel-Cartón.

En el Cuadro 24 se muestra el análisis de los datos promedio de generación para cada categoría y su relación con los datos obtenidos en la zona de estudio para el sector comercial.

Cuadro 24. Análisis de valores promedio de composición comercial contra valores obtenidos en la zona de estudio

Categoría	Composición en zona de estudio	Composición promedio	Desviación del dato promedio	Desviación/ Promedio	Diferencia entre zona de estudio y promedio
Biodegradable	22,0%	28,2%	12,3%	43,5%	21,9%
Papel-Cartón	26,7%	25,2%	6,8%	27,1%	6,0%
Plástico	33,9%	17,8%	6,7%	37,6%	90,6%
Vidrio	0,0%	0,8%	0,7%	98,2%	-
Metales	2,3%	2,8%	3,1%	110,8%	16,4%
Textiles, cuero y hule	1,7%	2,2%	1,4%	65,6%	23,7%
Polilaminados	1,2%	1,16%	0,4%	33,0%	5,3%
Tetrapak	0,0%	0,2%	0,5%	223,6%	-
Electrónicos	0,0%	0,9%	1,5%	163,3%	-
Peligrosos	0,0%	0,9%	0,8%	85,8%	-
Otros y no definibles	12,1%	19,9%	8,4%	41,9%	39,4%

Como se observa en el Cuadro 24 en cuanto a la relación desviación/promedio, se encontraron valores más altos que en el sector residencial y en general todas las categorías

presentan una alta dispersión entre sus datos, lo cual es esperable debido a la variedad de tipos de comercios que componen la muestra.

Así, además de influir factores como los hábitos de consumo y gestión de la población, también intervienen las características comerciales de cada zona, la cantidad de comercios de cada tipo, el tamaño de estos, entre otros aspectos adicionales que determinan la composición de los residuos muestreados.

No obstante, a pesar de la alta dispersión que presentan los datos se encontró que, tanto en los valores de la zona de estudio como en los valores promedios, más del 90% de la composición de los residuos se concentra en las mismas 4 categorías, a saber: Biodegradables, Papel-cartón, Plástico y Otros y no definibles.

Lo anterior también se cumple para el sector residencial y constituye un aspecto relevante de la generación de RSO, ya que dejar ver las categorías sobre las cuales resulta más conveniente priorizar la implementación de buenas prácticas de gestión, en función de generar un mayor impacto en la reducción la corriente de residuos que va a la disposición final.

Finalmente, utilizando los datos de generación global obtenidos para el distrito y con ayuda de las proyecciones de población del INEC al 2025, se realizó una proyección de la generación anual de RSO la cual se muestra en la Figura 55.

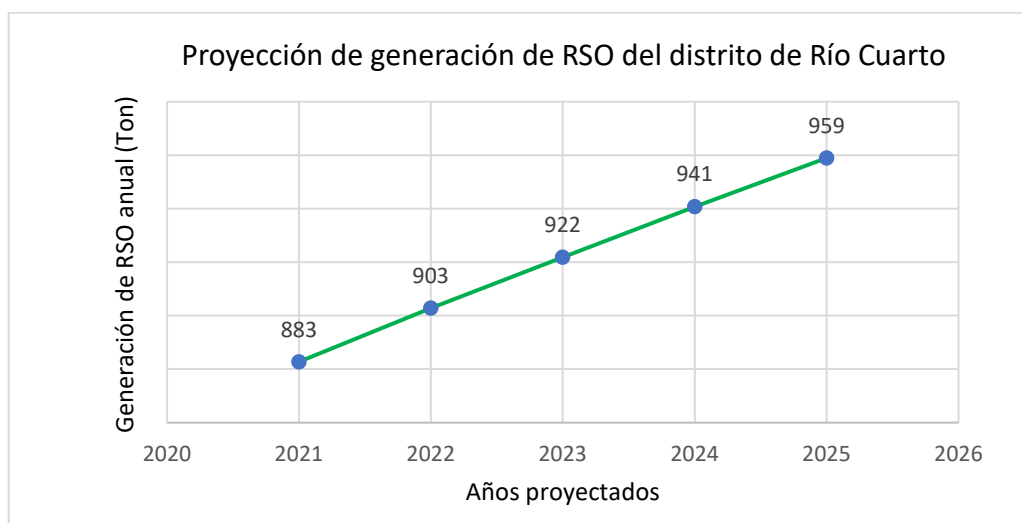


Figura 55. Proyección de la generación anual de RSO para el distrito de Río Cuarto

Así, se puede ver que el promedio de generación anual esperado para el distrito pasa de 883 toneladas a unas 960 toneladas en el período de análisis, aumentando así unas 19 toneladas cada año. Este comportamiento creciente es esperable ya que la generación de RSO es directamente proporcional a la cantidad de habitantes, la cual se proyecta de manera creciente según los datos del INEC.

Es importante aclarar que esta proyección representa una aproximación gruesa de la generación de RSO, pues únicamente contempla el crecimiento poblacional del distrito, no obstante, existen múltiples factores que pueden afectar la generación, dentro de los cuales se puede mencionar: la generación por actividades turísticas, la evolución y el crecimiento del sector comercial y los posibles cambios en los hábitos de consumo y gestión de la población.

6. Capítulo 6: Propuesta de mejora para el sistema de GIRS de RSO

Al momento de la elaboración de este trabajo, se encontró que el sistema de recolección de RSO del cantón de Río Cuarto es administrado de manera privada y desligada de la municipalidad. Además, se identificaron múltiples deficiencias en la gestión del servicio, dentro de las cuales destaca la existencia de comunidades que no reciben el servicio de recolección.

Así, en este capítulo se presenta una propuesta de mejora para el sistema de gestión de RSO, la cual en vista del esfuerzo administrativo, técnico y económico que representa para la municipalidad encargarse de los servicios asociados, se plantea un desarrollo de las mejoras mediante 2 etapas.

En la primera etapa se plantea una reorganización de las rutas de recolección, así como una ampliación de la cobertura para atender las zonas sin servicio. Este planteamiento se desarrolló con un enfoque general de macro ruteo tomando en cuenta aspectos generales como topografía, tipo de superficie de rodamiento y distancias de conducción.

Para la segunda etapa se propone un plan para mejorar la gestión de residuos en el cantón mediante el desarrollo de estrategias de educación enfocadas en promover y fortalecer las prácticas de valorización de RSO.

6.1. Etapa 1: Mejora general del sistema de recolección de RSO

Tras el levantamiento de las rutas de recolección, las visitas de campo al cantón de Río Cuarto y la revisión de la información geográfica, se pudieron identificar diez zonas en donde no se brinda el servicio de recolección de RSO, las cuales se identifican en la Figura 56.

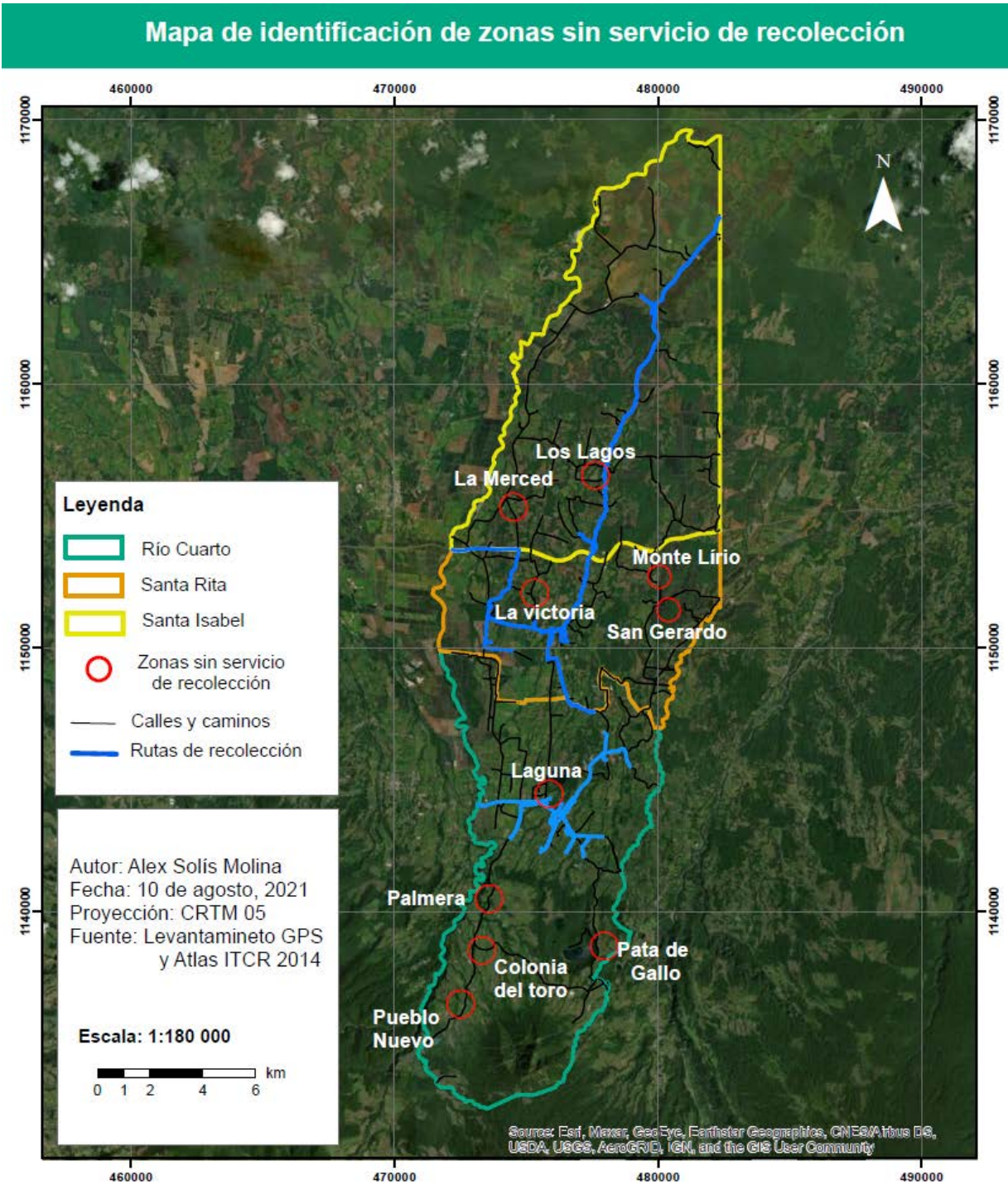


Figura 56. Zonas identificadas sin servicio de recolección en el cantón de Río Cuarto

Como se observa en la Figura 56, cinco de las diez zonas sin servicio se encuentran en el distrito de Río Cuarto y corresponden con los poblados de Laguna, Palmera, Colonia del Toro, Pueblo Nuevo y Pata de Gallo.

En el distrito de Santa Rita se identificaron 3 zonas correspondientes a La Victoria, San Gerardo y Monte Lirio, mientras que en Santa Isabel se encuentra el poblado de La Merced y Los Lagos.

Así, la propuesta es pasar del sistema actual de 3 rutas a un total de 4 rutas, con una mejora significativa de la cobertura del servicio y la eficiencia de los recorridos.

6.1.1. Intervención del servicio de recolección en el distrito de Río Cuarto

Como se mostró en el capítulo anterior, el distrito de Río Cuarto cuenta con 2 rutas de recolección, una comercial que se realiza los lunes y una mixta realizada los martes.

La idea de brindar recolección comercial 2 días por semana se considera adecuada ya que es un sector en que se identificó una generación importante de RSO, especialmente en comercios como supermercados y restaurantes, lo cual genera situaciones complejas en el almacenamiento de los residuos. Además, para camiones no compactadores, el recolectar todos los residuos comerciales y residenciales en este distrito mediante una sola ruta puede ser inviable, especialmente si se desea ampliar la cobertura, por lo que mantener 2 rutas también permite más flexibilidad en cuanto al tipo de vehículos que pueden utilizarse para brindar el servicio.

No obstante, la manera en que se distribuye la atención actualmente es inadecuada ya que al brindar el servicio 2 días seguidos ocasiona que los comercios igualmente deban almacenar los residuos de toda la semana.

Así, la propuesta para el distrito de Río Cuarto es mantener 2 rutas de recolección, pero que ambas sean mixtas y se atiendan espaciadas durante la semana, lo que permitirá aliviar el almacenamiento de residuos en los comercios e integrar las zonas que no cuentan con el servicio actualmente.

De este modo, para la primera ruta se propone realizar el recorrido de la actual ruta N° 2 (ver Figura 28) integrando el sector de laguna que se encuentra sin servicio.

El trayecto en el sector de laguna se realiza en su totalidad por calle de lastre y abarca una distancia de 2,5 km, sin tomar en cuenta posibles recorridos en reversa o repetición de distancias por traslado. Además, de acuerdo con los datos topográficos de la zona, este tramo

presenta pendientes máximas de un 5% aproximadamente. En la Figura 57 se muestra el mapa con el recorrido propuesto para esta ruta.

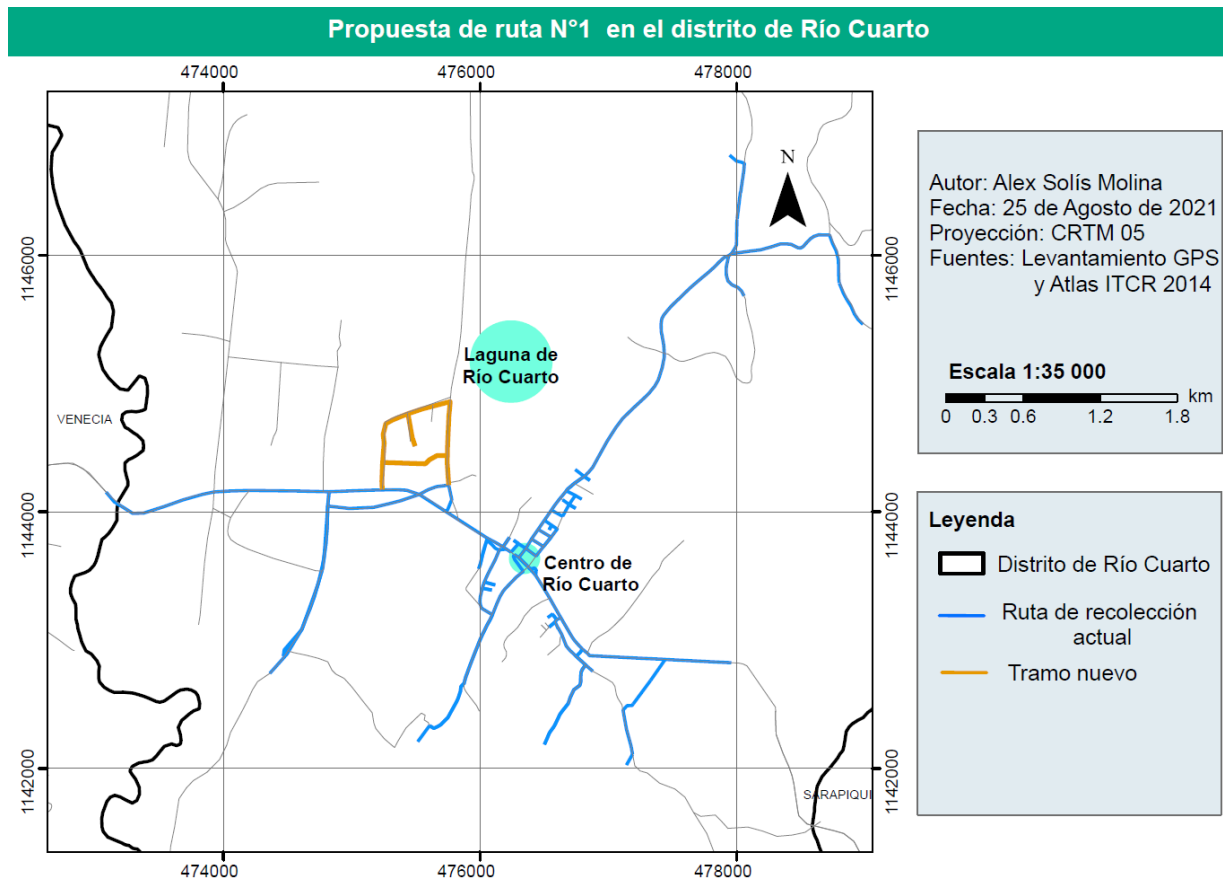


Figura 57. Mapa de propuesta de ruta N°1 para el distrito de Río Cuarto

Como se observa en la Figura 57, el tramo nuevo en el sector de laguna presenta un acomodo de macro cuadrante lo que permite generar un circuito de circulación para el camión.

Para la segunda ruta de recolección se propone la atención de la zona comercial en el sector central y la integración de los poblados al sur del distrito.

Los nuevos recorridos para la atención de estas zonas comprenden una distancia aproximada de 34 km, considerando ida y vuelta desde el sector de cruce hasta Pata de Gallo.

Así, en cuanto a las características del recorrido, se considera un primer tramo desde cruce hasta el centro de Colonia del toro, el cual abarca unos 10 kilómetros (ida y vuelta) por calle asfaltada con condiciones en la superficie de rodamiento entre regulares y malas.

Además, de acuerdo con la topografía de la zona, este tramo posee pendientes máximas de cercanas a 15%.

El segundo tramo va desde el centro de Colonia del Toro hasta el sector de Pata de Gallo y cubre aproximadamente 17 km (ida y vuelta) por calle de lastre, la cual presenta condiciones entre regulares y malas. Este trayecto presenta pendientes máximas de 8% aproximadamente y la particularidad de que en algunos tramos inclinados el material granular de la calzada se encuentra muy suelto.

El tercer tramo del nuevo recorrido abarca desde el centro de Colonia del Toro hasta el sector de Pueblo Nuevo, cubriendo una distancia aproximada de 7 km (ida y vuelta) por calle de lastre, la cual se encuentra en condiciones regulares. Este tramo presenta pendientes máximas alrededor del 5%.

En la Figura 58 se muestra el mapa con el recorrido propuesto para esta ruta.

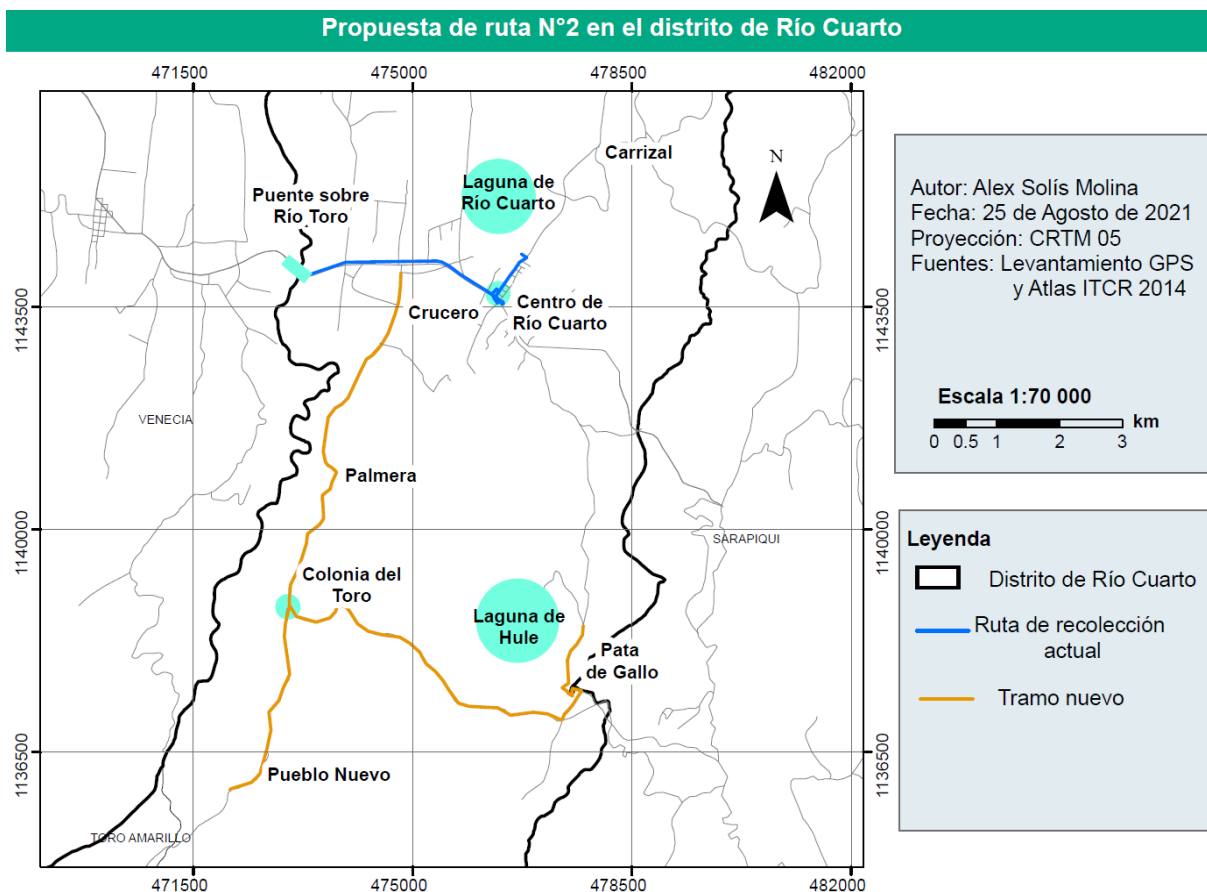


Figura 58. Mapa de propuesta de ruta N°2 para el distrito de Río Cuarto

Debido a las condiciones topográficas presentes en estos sectores, es recomendable que el camión realice el recorrido hasta el poblado de Pata de Gallo e inicie la recolección en este punto de modo que el camión se vaya cargando en descenso y en dirección al punto de disposición final.

6.1.2. Intervención del servicio de recolección en el distrito de Santa Rita

Dentro de los problemas observados en el levantamiento de la ruta actual que atiende el distrito de Santa Rita y Santa Isabel es que se encuentra recargada en distancias y los recorridos son poco eficientes por lo que se repiten varios tramos en repetidas ocasiones, además, la cantidad de residuos recolectados se encuentra cercana al límite para camiones no compactadores.

Debido a esto la propuesta para el distrito de Santa Rita es establecer una ruta de recolección que atienda únicamente los sectores dentro de este distrito, desligándola de la ruta del distrito de Santa Isabel. Esto tiene como objetivo generar una ruta más balanceada que la actual ruta N°3, principalmente en cuanto a tiempos y distancias.

Así, el planteamiento es mantener los recorridos de la ruta N°3 que actualmente se realizan dentro de este distrito y mejorar la cobertura integrando los sectores sin servicio dentro del distrito.

El tramo en el sector de La Victoria se realiza por calle asfaltada y comprenden 3 km aproximadamente con pendientes máximas de un 5% aproximadamente por lo que no representa una zona de difícil acceso para el camión.

Luego, el recorrido para la atención de San Gerardo y Monte Lirio abarca aproximadamente 16 km desde el sector de Carrizal hasta el paso a desnivel en el límite con el distrito de Santa Isabel. Del total del recorrido aproximadamente 4 kilómetros se realizan sobre calle asfaltada en buen estado y los restantes 12 kilómetros sobre calle de lastre en condiciones regulares. Además, el recorrido presente pendientes máximas de un 5%.

En la Figura 59 se muestra el mapa con la propuesta de la ruta de recolección del distrito de Santa Rita.

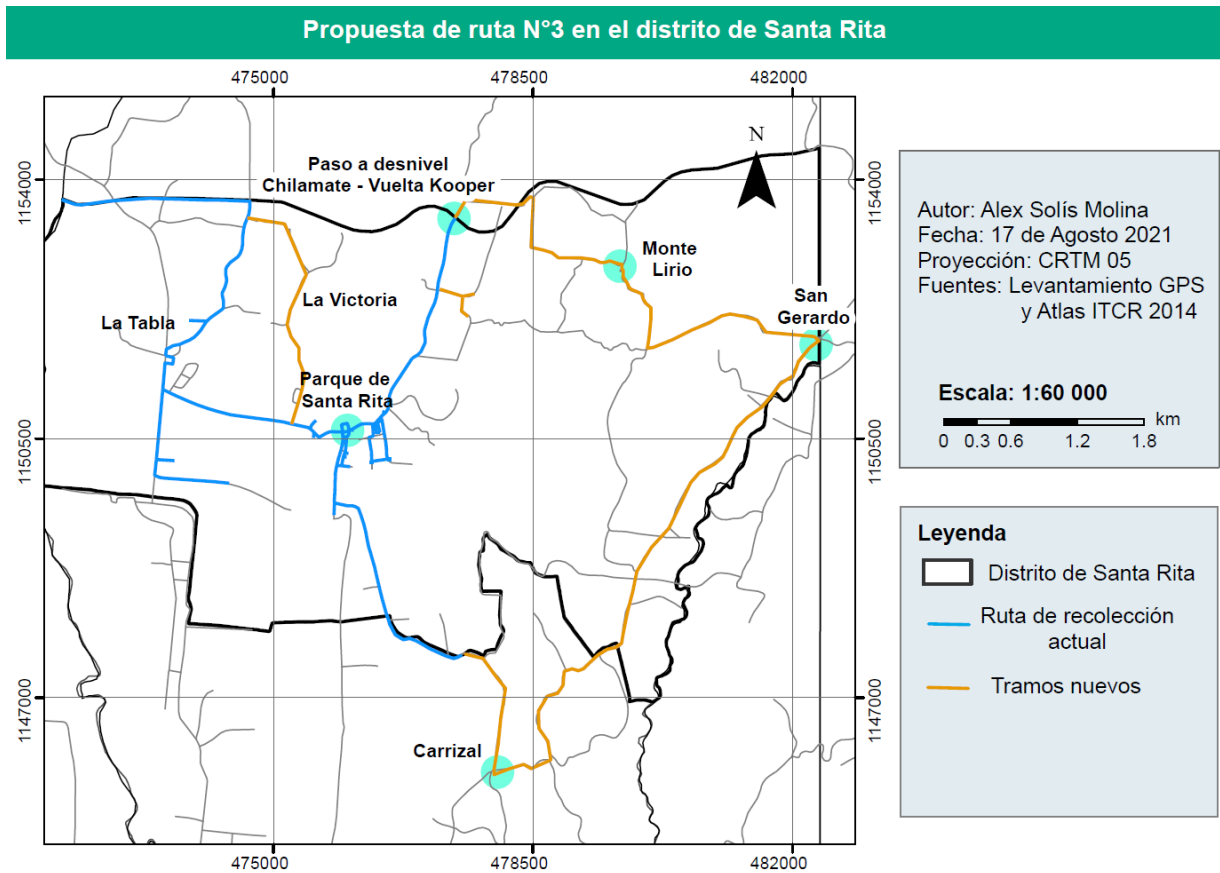


Figura 59. Mapa de propuesta de mejora para ruta de recolección para el distrito de Santa Rita

Como se observa, los tramos nuevos permiten formar circuitos en la ruta lo que contribuye a reducir la repetición de tramos, haciendo que la ruta sea más eficiente.

Además de los sectores sin servicio indicados anteriormente en la Figura 56, se incluye una pequeña entrada cerca del cruce de Santa Isabel, la cual tampoco es atendida actualmente.

La propuesta general para optimizar el recorrido es iniciar en el centro y dirigirse al sector de la Flor, continuando luego hacia el circuito La Tabla – La Victoria. Seguidamente, se aconseja atender el sector céntrico (Parque y locales comerciales) y dirigirse al circuito Carrizal – San Gerardo – Monte Lirio. Finalmente se deberán atender los tramos entre el paso a desnivel y el sector céntrico, para dirigirse por el sector de la Victoria hacia el relleno sanitario de San Carlos.

Con esta propuesta la distancia total del recorrido se disminuye aproximadamente en 15 km con comparación con la actual ruta N°3.

6.1.3. Intervención del servicio de recolección en el distrito de Santa Isabel

La propuesta para la ruta del distrito de Santa Isabel consiste en mantener los recorridos de la actual ruta N°3 realizados en este distrito e incluir los sectores de La Merced y Los lagos, ambos sin servicio actualmente.

En la Figura 60 se muestra el mapa de la ruta propuesta para este distrito.

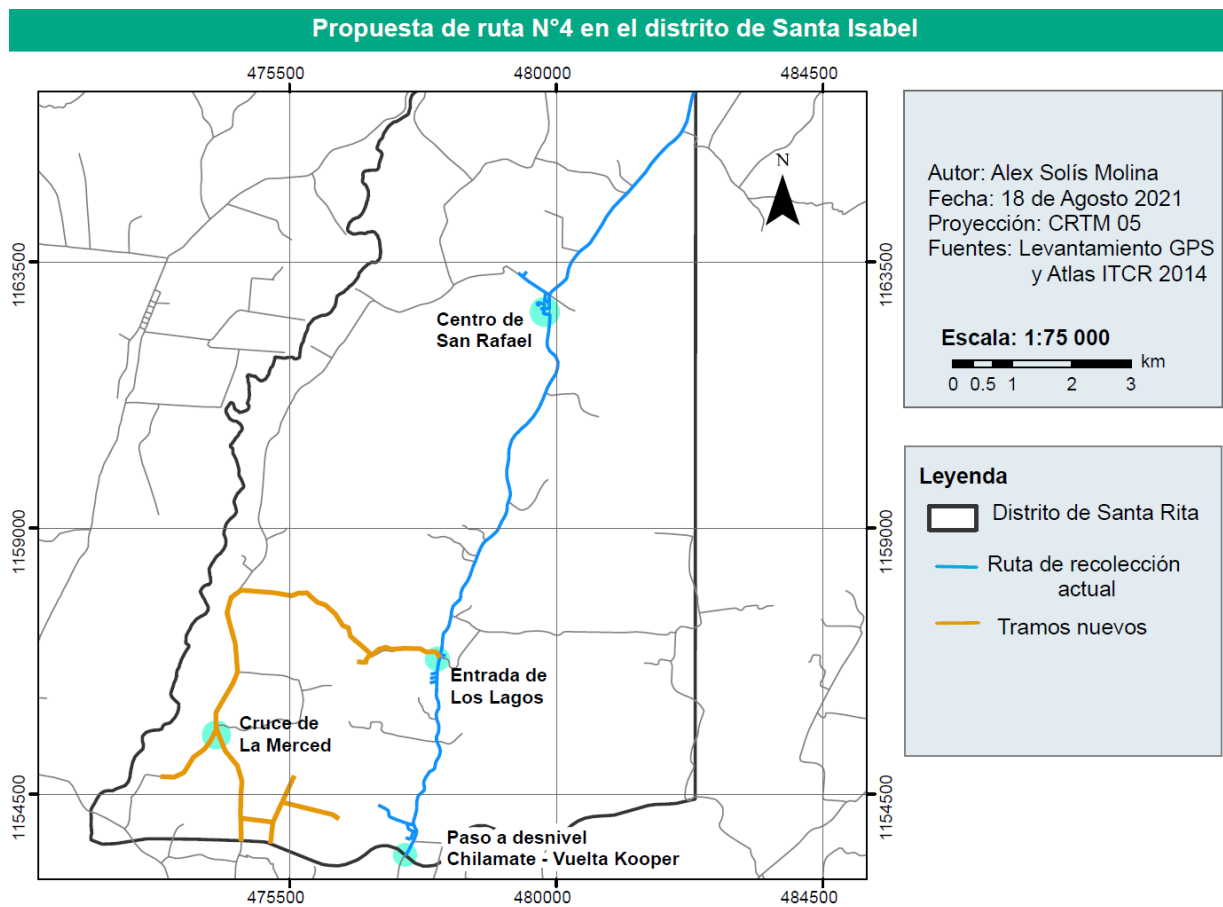


Figura 60. Mapa de propuesta de mejora para ruta de recolección para el distrito de Santa Isabel

En este caso los tramos nuevos abarcan un total aproximado de 13 km en calles de lastre en estado regular, con pendientes por debajo del 5%. Se puede observar que al igual que en las demás rutas, los nuevos tramos forman un circuito. Así, se recomienda primero realizar la

recolección desde el paso a desnivel hasta el límite distrital, seguidamente en el recorrido de vuelta realizar la atención de los sectores nuevos con lo cual se evita la repetición del tramo entre el paso a desnivel y la entrada de Los Lagos y se carga el camión en dirección al punto de disposición final.

6.2. Etapa 2: Propuesta para el fortalecimiento de las prácticas de valorización de RSO

La segunda etapa se presenta como un planteamiento general por medio del cual se propone trabajar por medio de estrategias de educación y capacitación, en donde se logre desarrollar un papel activo de los habitantes para fortalecer las buenas prácticas de valorización de RSO.

Un aspecto positivo del cantón es que muchas viviendas cuentan con zonas verdes, lo cual permite la implementación de prácticas para la gestión de la fracción orgánica.

Así, esta etapa se propone como el desarrollo de 2 líneas de trabajo a saber:

- Separación y captación de residuos reciclables
- Valorización de la fracción orgánica

Estas líneas de trabajo pueden ser ejecutadas de manera conjunta o separada según la conveniencia estratégica y disposición de recursos que pueda disponer la municipalidad para estos fines.

6.2.1. Separación y captación de residuos reciclables

La idea de esta propuesta es desarrollar estrategias para educar y capacitar a la población sobre las prácticas de separación de RSO reciclables, además de promover la creación de "puntos verdes" o puntos de acopio para la captación de estos, creando así las condiciones que promuevan y faciliten la aplicación de dichas prácticas en todo el cantón.

De este modo se propone trabajar sobre el desarrollo de las siguientes actividades:

- Creación de un programa municipal de educación ambiental mediante el cual se establezcan las herramientas, recursos y disposiciones generales para promover de manera efectiva las prácticas de separación de RSO reciclables en armonía con las estrategias municipales para la captación y procesamiento de este tipo de residuos.
- Elaboración de convenios con escuelas y colegios del cantón para establecer un programa permanente de educación ambiental mediante el cual se trabaje en conjunto para capacitar tanto al estudiantado como a la población en general sobre las prácticas de separación que se desean establecer en el cantón.
- Facilitar los materiales e infraestructura requerida para la creación de “puntos verdes” en escuelas y colegios, de modo que los estudiantes y la población en general puedan contar con puntos de disposición en diferentes partes del cantón.
- Planificación de campañas de recolección periódicas en las zonas que poseen fácil acceso a “puntos verdes” para la disposición de este tipo de residuos.
- Creación de una instancia municipal en donde las personas puedan fácilmente realizar consultas o acceder a información sobre las disposiciones de separación tales como ubicación de “puntos verdes”, listas de materiales y/o productos reciclables, requisitos en el estado de los residuos para ser reciclables, métodos de acopio en casa, entre otros aspectos de relevancia que sirvan como guía para obtener una separación adecuada de los residuos reciclables.
- Elaboración de una base de datos de acceso público en la que se pueda consultar fácilmente las cantidades y tipos de residuos captados mensualmente mediante los medios habilitados y atendidos por la municipalidad.
- Identificación de centros de acopio cercanos a los cuales se puedan llevar los residuos como medida temporal mientras se analiza la viabilidad de construir un centro de acopio municipal.

La recolección de los residuos en los “puntos verdes” puede gestionarse diferentes maneras, ya sea establecer una ruta de recolección con periodicidad definida o bien una recolección por demanda en donde las instituciones puedan realizar en un plazo prudente la solicitud del transporte de los residuos ante la municipalidad, cuando las estructuras de acopio estén llegando a su capacidad de operación.

De acuerdo con el tamaño y la cantidad de “puntos verdes” que se establezcan en el cantón, se puede realizar una estimación de la necesidad de transporte requerida. Sin embargo, para identificar el método más adecuado se aconseja establecer un periodo de evaluación del sistema para cuantificar la cantidad de residuos recolectados, además de la elaboración de una estimación de los costos administrativos para cada opción.

6.2.2. Valorización de la fracción orgánica

La propuesta para esta línea de trabajo consiste en el desarrollo un plan piloto para la valorización de residuos orgánicos en viviendas por medio de la práctica de compostaje.

Como se pudo comprobar mediante las encuestas realizadas en esta investigación, existe parte de la población que acostumbra a dar usos alternativos a la fracción orgánica, no obstante, pocas personas indicaron conocer o aplicar métodos de compostaje.

El compostaje como método de transformación de los residuos orgánicos en abono, elimina el potencial de putrefacción de estos residuos y contribuye a reducir la emisión de gases de efecto invernadero derivados de los procesos de descomposición. Así mismo, es una estrategia valiosa que permite reducir la cantidad de residuos que van a la corriente de disposición final, reduciendo el costo de disposición y aumentando la vida útil de los rellenos sanitarios.

De este modo, parte de las actividades que se proponen para el desarrollo de este proyecto son:

- Identificación de un método de compostaje que sea adecuado para ser utilizado en viviendas y que pueda ser financiado por la municipalidad a nivel del plan piloto y eventualmente a una escala mayor.
- Establecimiento de los mecanismos de seguimiento y criterios de aceptación para determinar el éxito o el desacierto del proyecto.

- Conformación del grupo de viviendas para el desarrollo del plan piloto.
- Coordinación para la entrega de materiales y realización de capacitaciones donde se enseñe sobre operación adecuada del sistema de compostaje casero a las personas involucradas en el plan piloto.
- Creación de una instancia municipal que facilite a las personas realizar consultas o acceder a información sobre el método de compostaje que se promueve mediante el plan piloto.
- Documentación del periodo de prueba e identificación de posibles puntos de mejora.

En caso de que el plan piloto sea exitoso, las autoridades municipales podrán valorar una expansión paulatina para que más familias se unan a la iniciativa de valorización.

Adicionalmente, se podrá evaluar la posibilidad de crear huertas o viveros comunales en diferentes poblados en donde se pueda hacer uso del abono generado por los usuarios y que adicionalmente estos sirvan como espacios para sensibilizar a las comunidades sobre la importancia de la gestión integral de residuos.

7. Conclusiones y recomendaciones

7.1. Conclusiones

A continuación, se presentan las conclusiones derivadas del proceso de investigación y trabajo de campo realizado.

7.1.1. Características de la zona

- Se pudo verificar por medio de la investigación bibliográfica consultada y de las giras realizadas al sitio, que el cantón de Río Cuarto presenta un esquema de desarrollo mayormente rural entre sus distritos, en donde además de una baja densidad demográfica, se tiene una alta dispersión de la población y una matriz económica en la que predomina el sector agropecuario.
- En lo correspondiente a la GIRS el cantón está emprendiendo su proceso de transición hacia una mejor gestión por medio del nuevo gobierno local. Actividades como campañas de recolección de residuos valorizables ya están siendo impulsadas en el cantón. No obstante, aún queda mucho por hacer, aspectos como la formalización de sistema de recolección, mejora de la cobertura, gestión en los espacios públicos, evaluación de métodos de valorización, educación para la buena gestión en la fuente, son parte de las líneas de trabajo que requieren ser atendidas. En este sentido, proyectos como la presente investigación o la práctica profesional de la Ingeniera Sofía González (2021), son aportes para la conformación del PMGIRS con el cual se trace el rumbo a seguir sobre la GRIS a nivel cantonal, en donde, la gestación definitiva y puesta en marcha queda en manos de las autoridades municipales.
- En el caso específico de la zona de estudio, se encontró por medio de las encuestas realizadas, que, a pesar de los antecedentes no favorables en el tema de gestión de residuos sólidos, tanto en viviendas como en comercios, tienen iniciativas positivas que puede ser potenciadas por el gobierno local como lo son las prácticas de reciclaje y el manejo alternativo de los residuos orgánicos.

7.1.2. Servicio actual de recolección

Dentro del levantamiento realizado se pudo verificar que el servicio de recolección de residuos sigue brindándose de manera privada e informal. Si bien es cierto en los últimos años ha sido gracias a este que se ha logrado dar una adecuada disposición final de gran parte de los residuos generados en el cantón, es importante que la municipalidad se involucre en la administración de este servicio, no solo porque es su responsabilidad de acuerdo con lo estipulado en la ley, sino para ofrecer un mejor servicio a la población.

De este modo, se presentan las siguientes conclusiones en cuanto al estado del servicio de recolección de actual, las cuales vienen a ser el resultado del levantamiento y la evaluación realizada:

- En primera instancia, se determinó que la frecuencia del servicio de recolección es de una vez por semana, lo cual es menos de lo recomendado por el Ministerio de Salud, no obstante, debido a las cantidades de residuos que se recolectan actualmente y a la gran distancia al punto de disposición final se considera poco rentable aumentar las frecuencias de recolección en todo el cantón.
- Otro punto importante evidenciado por medio de las encuestas y a través del levantamiento de las rutas de recolección, es que existe una cobertura parcial del servicio. Así, existen al menos 7 poblados del cantón que actualmente no cuentan con una opción adecuada para disponer sus residuos.
- En cuanto a las tarifas utilizadas y específicamente para el sector comercial, se comprobó que son asignadas a discreción por el recolector y no de acuerdo con un criterio técnico. No obstante, por medio de la comparación realizada con datos de los cantones aledaños, se determinó que, en términos generales, tanto las tarifas residenciales como comerciales se encuentran dentro del rango de montos cobrados por este servicio, sin embargo, debido a que dichos montos no se derivan de un estudio tarifario formal no se puede asegurar que sean los adecuados para sustentar financieramente el servicio a nivel cantonal.

- En los resultados de las encuestas realizadas a comercios y viviendas y según lo visto en el levantamiento de las rutas, no se encontraron problemas frecuentes propios del servicio más allá de la no recolección de las bolsas de residuos en ciertas ocasiones, lo cual se comprobó que solo sucede cuando hay morosidad.
- En cuanto al equipo utilizado para la recolección se determinó que no es el recomendado ni el solicitado por ley. En primer lugar, los trabajadores encargados de la recolección no cuentan con las condiciones adecuadas de seguridad y salud ocupacional requeridas para realizar sus funciones. En segundo lugar, los camiones no cuentan con sistemas de captación de lixiviados ni una forma de proteger los residuos de caer o ser esparcidos por el viento durante la recolección. Además, no contar con un sistema mecanizado de descarga se genera más trabajo para los trabajadores o un deterioro acelerado de la carrocería del camión cuando los residuos son halados por la maquinaria del relleno sanitario.

7.1.3. Generación y composición de RSO

El estudio de generación y composición realizado en este proyecto evaluó una zona reducida del cantón, sin embargo, esto representa una novedad en materia de GIRS, ya que es el primer estudio de este tipo realizado en la zona.

Estos estudios representan una herramienta vital para las municipalidades, ya que permiten conocer la magnitud de residuos que deben ser gestionados, facilitando así la optimización de los recursos humanos, económicos y materiales. Además, por medio de los datos de caracterización es posible realizar una primera aproximación sobre la viabilidad de implementar otras formas de tratamiento alternas a la disposición final, como lo son la creación de centros de acopio para residuos valorizables.

Dentro de las conclusiones en esta temática se tiene que:

- Por medio del estudio realizado se determinó una tasa de generación residencial de 0,40 kg/hab/día y considerando el aporte del sector comercial se obtuvo una tasa general para el distrito de 0,45 kg/hab/día. Estas tasas de generación resultaron coincidir en el rango de magnitud de otras zonas del país consideradas rurales.

- La aproximación realizada, extrapolando los datos de generación de la zona de estudio al distrito, indican que se generan aproximadamente 16 toneladas de residuos por semana. Comparando con los datos de recolección de la ruta actual, se estima que únicamente un 40% de los residuos generados entra a la corriente de disposición final. Así, se considera que el restante 60% de los residuos generados pueden estar divididos entre los residuos recuperados para valorización en comercios y viviendas, los residuos que son enterrados o quemados en viviendas que no tienen acceso al servicio de recolección o no pagan por él y los residuos que son vertidos en ríos y otros espacios públicos o privados.
- Debido a las situaciones generadas durante el procesamiento de la muestra residencial, se considera que los porcentajes de composición obtenidos para este sector no son completamente confiables, especialmente para las categorías “Biodegradables” y “Otros y no definibles”, lo cual se evidenció en la comparación realizada con otras zonas del país. No obstante, es importante recalcar que los valores obtenidos en las demás categorías mantienen consistencia en el orden de magnitud en comparación con las zonas consideradas
- En cuanto a la evaluación del sector comercial, es importante mencionar que no se pudo verificar si la proporción de cada categoría de comercios muestreados es representativa en relación con la total de comercios del distrito, esto debido a que no se logró consultar la información específica de las patentes comerciales.
- En los porcentajes de composición obtenidos para el sector comercial destaca la categoría “Plástico” con un 33,9%, seguida por “Papel-cartón” con 26,7%, “Biodegradables” con 22% y “Otros y no definibles” con 12,1%. Estos datos resultaron ser consistentes con las encuestas realizadas a comercios, en donde se obtuvo la misma jerarquía de las primeras 3 categorías mencionadas.
- Se verificó que, tanto en la composición de residuos residenciales como comerciales, los residuos de las categorías “Biodegradables”, “Plásticos”, “Papel-Cartón” y “Otros y no definibles” comprenden más del 90% de los residuos generados. De ese modo

resulta más conveniente enfocar la implementación de buenas prácticas de gestión en dichas categorías, en función de generar un mayor impacto en la reducción la corriente de residuos que va a la disposición final.

7.1.4. Principales retos para la nueva municipalidad de Río Cuarto en cuanto a GIRS

- Uno de los principales retos de la nueva municipalidad es concluir los estudios necesarios para generar el PMGIRS, de modo que este funcione como herramienta de planificación por medio de la cual se definan las líneas de acción en materia de GIRS a nivel cantonal, así como los indicadores con los cuales se pueda medir el impacto de las acciones que se implementen para mejorar la gestión.
- Otro desafío identificado para la municipalidad de Río Cuarto es el brindar el servicio de recolección en las zonas más alejadas y menos pobladas del cantón. Esto debido a que desde el punto de vista económico son zonas poco rentables, no obstante, es deber de la municipalidad brindar acceso a opciones ambiental y sanitariamente adecuadas para la gestión de los RSO a toda la población.
- Otro de los puntos identificados que propone un reto para la nueva municipalidad en la mejora de la GIRS del cantón es el erradicar las prácticas inadecuadas de gestión presentes en una parte de la población, como los son el quemar o enterrar residuos.

7.2. Recomendaciones

7.2.1. Sobre la gestión de residuos valorizables y especiales

Es importante aclarar que un sistema de recolección y venta de residuos valorizables, correctamente gestionado, puede llegar a representar una fuente de ingresos para la municipalidad, no obstante, no en todos los casos se puede generar un sistema autosuficiente por lo que es importante entender que el objetivo principal consiste en dar un mejor tratamiento a los residuos sólidos, desde el entendido que la disposición final en rellenos

sanitarios no es la mejor opción de tratamiento. De este modo, se extienden las siguientes recomendaciones en relación con la gestión de residuos valorizables y especiales:

- Es deseable la elaboración de un estudio que permita determinar, en términos operativos y financieros, la elección óptima para comercializar los residuos valorizables del cantón en el mercado nacional. Para esto se podría considerar un análisis de casos, comparando la creación y administración de un centro de acopio municipal contra la venta de los residuos a centros de acopio privados.
- Debido a que los residuos especiales como electrodomésticos, piezas de mobiliario, residuos de construcción, entre otros, no son recolectados con los RSO, es recomendable definir una periodicidad adecuada para elaborar campañas enfocadas a la recolección de este tipo de residuos, con la finalidad de evitar prácticas indeseadas respecto a la gestión de estos.

7.2.2. Sobre obtención de datos de generación y composición

- Valorar la posibilidad de llevar a cabo los estudios respectivos de generación y composición en los demás distritos del cantón, de modo que se logre obtener una mejor aproximación de la cantidad de residuos generados, así como de su composición a nivel global. Esta información es de suma importancia para evaluar la viabilidad de proyectos de valorización, así como para aproximar con mayor exactitud la cantidad de residuos no captados dentro de la matriz de GIRS municipal.
- Se recomienda verificar la representatividad de la cantidad de comercios de cada categoría utilizada en el estudio de generación realizado en la zona de estudio definida para esta investigación.
- En caso de que la municipalidad llegue a realizar este tipo de estudios, es recomendable considerar las situaciones surgidas y comentadas en esta investigación con el fin de obtener la mayor representatividad posible de los datos.

- Debido a las limitaciones presentes en la metodología propuesta por el Ministerio de Salud para la elaboración de estudios de generación, se considera importante extender la solicitud a dicho ministerio para la solución y adecuación de dichas metodología a las condiciones existentes en el país.

7.2.3. De las mejoras en el sistema de GIRS

Las recomendaciones brindadas a continuación se realizan con base en las propuestas expuestas en el capítulo 6 de este documento, por medio de las cuales se busca que la municipalidad realizar una mejor gestión de los residuos en beneficio de los habitantes del cantón.

- De las principales recomendaciones que se extienden a la municipalidad de Río Cuarto, es realizar la creación de la estructura técnica y administrativa que le permita gestionar el servicio de recolección de residuos sólidos a nivel cantonal, esto debido a que se considera urgente brindar el acceso al servicio de recolección en las zonas que no se atienden actualmente.
- Es importante que se realice el análisis financiero del sistema de recolección, dentro del cual se lleve a cabo un análisis tarifario que facilite establecer las categorías y los montos a cobrar por el servicio. Para esto se aconseja consultar el Manual de estimación de costos para la gestión municipal de residuos sólidos elaborado por Aguilar et al (2012).
- Como medida para gestionar el cobro del servicio de recolección y evitar altas tasas de morosidad, podría evaluarse la posibilidad de crear una alianza con la asada de Río Cuarto, de modo que se integre el cobro de este servicio con el recibo de agua potable.
- Se considera recomendable evaluar la opción de gestionar el servicio de recolección de RSO bajo la modalidad de licitación como una alternativa para no incurrir en los gastos iniciales y operativos que representa asumir la totalidad de estas operaciones.

- Con la intención de lograr una optimización en cuanto a tiempos y distancias de las rutas de recolección, es importante la aplicación de los criterios de microruteo a los recorridos planteados en este trabajo.
- Para atender los poblados sin servicio del distrito cabecera, es recomendable gestionar la mejora de los caminos especialmente en el tramo entre Colonia del Toro y Pata de Gallo.
- Con el fin de agilizar el desarrollo de las propuestas de fortalecimiento de las prácticas de valorización de RSO, es recomendable evaluar la posibilidad de crear proyectos de Trabajo Comunal en conjunto con universidades públicas del país, de modo que estudiantes de carreras afines al tema de GIRS pueda ayudar con el proceso de socialización y puesta en marcha de estos proyectos.

7.2.4. Sobre aspectos administrativos y planificación cantonal

- Se recomienda a las autoridades municipales desarrollar una base de datos georeferenciada en donde se puedan consultar datos como el catastro cantonal, ubicación y tipo de patentes, red vial cantonal, rutas de recolección de residuos, entre otros aspectos que son de alto valor tanto para la planificación territorial como para el desarrollo de nuevas investigaciones en la zona.
- Se considera urgente la creación de un plan regulador donde se defina el norte de la planificación territorial del cantón ya que esto permitirá a la municipalidad mejorar la planificación de sus servicios y la priorización de sus inversiones en infraestructura.
- Es importante que la municipalidad de Río Cuarto valore la posibilidad de desarrollar un relleno sanitario en el cantón, ya que esto permitiría asegurar la disposición de los residuos del cantón sin incurrir en altos costos de transporte y por otro lado este podría convertirse una fuente de ingresos al prestar el servicio a otros municipios del país.

Fuentes bibliográficas

- Aguilar, S., Elmenhorst, A. & Gómez, D. (2012). Manual de estimación de costos para la gestión municipal de residuos sólidos. Programa de Competitividad y Medio Ambiente (CYMA) / AMBERO-IP-SIGESTI. San José, Costa Rica. Recuperado el 25 de mayo de 2020 de:
http://www.cegesti.org/manuales/download_costos_gestion_municipal/manual_costos_gestion%20_municipal.pdf
- Alkire, S., A. Conconi, G. Robles, M.E. Santos, S. Seth y A. Vaz (2016). The Global Multidimensional Poverty Index (MPI): 5-year methodological note. Recuperado el 10 de mayo de 2021 de:
http://www.ophi.org.uk/wp-content/uploads/MPI_Methodology_2010-2015_Jan2016.pdf
- Anchía, L., Herrera, J. y Rojas, J. R. (2016). Tasas de generación y composición de residuos sólidos ordinarios en cuatro municipios del área metropolitana, Costa Rica. Revista geográfica de América. Vol 2. N° 57. Recuperado el 25 de Febrero de 2021 de:
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/8902>
- Asamblea Legislativa. (2017). Ley 9440 Creación del Cantón XVI Río Cuarto de la provincia de Alajuela. San José, Costa Rica
- Asamblea legislativa. (2010). Ley 8839 para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. San José, Costa Rica.
- Castro, K. (2019). Evaluación y propuesta de mejoramiento del sistema de recolección de los residuos sólidos ordinarios de la Municipalidad de Paraíso. Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Recuperado el 10 de Agosto de 2019 de:
<http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/78288?show=full>
- CEGESTI (2011). Estudio de Generación y Composición de Residuos Ordinarios para el Distrito de Pital, Cantón de San Carlos. San José, Costa Rica.

- CEPAL. (2014). Panorama Social de América Latina. Santiago, Chile. Recuperado el 3 de junio de 2021 de:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37626/6/S1420729_es.pdf
- Delgado, M. (2018). En febrero, vecinos de Río Cuarto elegirán su cabecera de cantón. *Sancarlosdigital.com*. Recuperado el 22 de Octubre de 2020 de: :
<https://www.sancarlosdigital.com/en-febrero-vecinos-de-rio-cuarto-eligiran-su-cabecera-de-canton/>
- Feres, J.C. Mancero, X. (2001). El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina. CEPAL: División de Estadísticas y Proyecciones Económicas. Santiago, Chile. Recuperado el 05 de Octubre de 2020 de:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4784/S0102117_es.pdf;jsessionid=4D06E3A455FEA1C4A90ADA841ED92A79?sequence=1#:~:text=El%20m%C3%A9todo%20%E2%80%9Cdirecto%E2%80%9D%20m%C3%A1s%20conocido,la%20caracterizaci%C3%B3n%20de%20la%20pobreza.
- González, F. A. I., & Santos, M. E. (2020). Pobreza multidimensional urbana en Argentina. ¿Reducción de las disparidades entre el Norte Grande Argentino y Centro-Cuyo-Sur? (2003-2016). Cuadernos de Economía, 39(81), 795-822. Recuperado el 8 de Junio de 2021 de:
<http://www.scielo.org.co/pdf/ceco/v39n81/2248-4337-ceco-39-81-795.pdf>
- Gonzáles, J. Soto, S (2018). Determinación del índice de generación y composición de residuos sólidos en la zona urbana del cantón de Turrialba, Costa Rica. Tecnología em marcha. Vol 32-3. Julio-Septiembre 2019. Pág 106-117. Recuperado el 22 de Febrero del 2020 de:
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/issue/view/502
- Hernández, D. (2012). Optimización del sistema de recolección de residuos sólidos del cantón de montes de oca, san josé, costa rica. Proyecto Final de Graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Ambiental. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San José, Costa Rica. Recuperado el 5 de Julio de 2020 de:
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3076>

- IDRC/MAYT/IBAM (Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo-Canadá / Ministerio de Ambiente y Territorio de Italia / Instituto Brasileño de Administración Municipal) (2006). "Manual de gestión integrada de residuos sólidos municipales en ciudades de América Latina y el Caribe", 1ª Edición. Recuperado el 20 de abril de 2020 de: http://www.ibam.org.br/media/arquivos/estudos/girs_esp.pdf
- INDER. (2015). Informe de Caracterización Básica: Territorio San Carlos-Peñas Blancas-Río Cuarto. Recuperado el 20 de junio de 2021 de: <https://www.inder.go.cr/san-carlos-penas-blancas-rio-cuarto/Caracterizacion-San-Carlos-Penas-Blancas-Rio-Cuarto.pdf>
- INEC. (2011a). X censo nacional de población y VI de viviendas 2011: características de las viviendas. Recuperado el 30 de agosto de 2019 de: https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos/inec_institucional/estadisticas/resultados/reviviendcenso2011-06.pdf.pdf
- INEC. (2011b). Indicadores cantonales, provincia de Alajuela. Recuperado el 30 de noviembre de 2020 de: <https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos/poblacion/estadisticas/resultados/repo-blaccenso2011-02.pdf.pdf>
- INEC. (2015a). Índice de pobreza multidimensional (IPM), Metodología. San José, Costa Rica. Recuperado el 15 de Octubre de 2020 de: https://www.inec.cr/sites/default/files/documentos/pobreza_y_presupuesto_de_hogares/pobreza/publicaciones/copublicipm-29102015.pdf
- INEC. (2015b). Índice de pobreza multidimensional [Diapositivas de Power Point]. Recuperado el 15 de Octubre de 2020 de: <https://www.inec.cr/multimedia/presentacion-indice-de-pobreza-multidimensional-2015>
- L. Lebreton, B. Slat, F. Ferrari, B. Sainte-Rose, J. Aitken, R. Marthouse, S. Hajbane, S. Cunsolo, A. Schwarz, A. Levivier, K. Noble, P. Debeljak, H. Maral, R. Schoeneich-Argent, R. Brambini y J. Reisser (22 de marzo, 2018). Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Revista Nature*, 4666. Recuperado el 20 de Agosto de 2019 de: <https://www.nature.com/articles/s41598-018-22939-w#auth-1>

- Manuel Salas, G. A. (2014). Proyecto FIRM Estrategia de Desarrollo de Bajo Impacto GAM – Costa Rica. Estudio de Beneficio/Costo de Mitigación por Estrategias Priorizadas en el Gran Área Metropolitana, VERSION 1.0. San José, Costa Rica: Fundación de desarrollo Urbano, FUDEU.
- MEIC. (2013). Agenda de Competitividad para la Región Huetar Norte: Caracterización Socioeconómica de la Región Huetar Norte. Recuperado el 20 de Junio de 2021 de: <http://www.munisc.go.cr/Documentos/NuestraMunicipalidad/Caracterizaci%C3%B3n%20ocioecon%C3%B3mica%20de%20la%20Regi%C3%B3n%20Huetar%20Norte.pdf>
- Méndez Fonseca, F. (2010). Medición de la pobreza a partir de la Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples, método de la línea de pobreza. Instituto Nacional de Estadística y Censos. San José, Costa Rica.
- Méndez, F y Trejos, J.D. (2000). Costa Rica: un mapa de carencias críticas para el año 2000. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Recuperado el 20 de Octubre de 2020 de: https://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos/inec_institucional/publicaciones/11_costa_rica_un_mapa_de_carencias_criticas_para_el_ano_2000.pdf
- MINAE; AyA; Ministerio de Salud. (2016). Política Nacional de Saneamiento en Aguas Residuales. Recuperado el 20 de Octubre de 2021 de: <http://www.da.go.cr/saneamiento-de-aguas-residuales/>
- Ministerio de Desarrollo Social. (2018). El Índice de Pobreza Multidimensional de Guatemala (IPM-Gt). Recuperado de 3 de junio de 2021 de: https://mppn.org/wp-content/uploads/2019/10/Guatemala-Report-IPM-gt_29jul19-v1.1.pdf
- Ministerio de Economía y Fianzas. (2017). Índice de Pobreza Multidimensional de Panamá: Año 2017. Recuperado el 3 de junio de 2021 de: <https://www.mides.gob.pa/wp-content/uploads/2017/06/Informe-del-%C3%8Dndice-de-Pobreza-Multidimensional-de-Panam%C3%A1-2017.pdf>

- Ministerio de Salud (2016a). Estrategia Nacional de Separación, Recuperación y Valorización de Residuos 2016-2021. San José, Costa Rica. Recuperado el 25 de mayo 2019 de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politcas-y-planes-en-salud/estrategias/3026-estrategia-nacional-de-reciclaje-2016-2021/file>
- Ministerio de Salud. (2010a). Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud. (2013). Metodología para Estudios de Generación y Composición de Residuos Sólidos Ordinarios. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud. (2010b). Reglamento de Centros de Recuperación de Residuos Valorizables. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud. (2011 a). Reglamento sobre el manejo de residuos sólidos ordinarios. San José, Costa Rica.
- Ministerio de Salud (2016b). Plan Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2016-2021. San José, Costa Rica. Recuperado el 10 de mayo de 2019 de: <https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/biblioteca-de-archivos/sobre-el-ministerio/politcas-y-planes-en-salud/planes-en-salud/3025-plan-nacional-para-la-gestion-integral-de-residuos-2016-2021/file>
- Ministerio de Salud. (2011 b). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos 2010-2021. San José, Costa Rica.
- Mora, D., Portuguez, C. (2020). Agua para uso y consumo humano y saneamiento en costa rica al 2019: brechas y desafíos al 2023. Recuperado el 17 de mayo del 2021 de: <https://www.aya.go.cr/Noticias/Documents/Informe%20cobertura%20agua%20potable%20y%20saneamiento%202020%20-%20Laboratorio%20Nacional%20de%20Aguas.pdf>
- Municipalidad de Alajuela (2014). Reglamento para la organización y cobro de la tasa por el Servicio de Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios. Recuperado el 15 de Noviembre de 2021 de:

https://www.munialajuela.go.cr/cms/api/File/DownloadFile/OtherFiles/Reglamento_de_tarifas_Mun_Alajuela_06-12-2018_11_15_59.pdf

- Municipalidad de San Carlos (2016). Estudio de Generación y Composición de Residuos Ordinarios para el Distrito de Quesada, Cantón de San Carlos. Alajuela, Costa Rica.
- Municipalidad de San Carlos (2016). Estudio de Generación y Composición de Residuos Ordinarios para el Distrito de Venecia, Cantón de San Carlos. Alajuela, Costa Rica.
- ProDUS (Programa de Desarrollo Urbano Sostenible). (2008). Estudio de factibilidad para el establecimiento de un Relleno Sanitario Integral en la Región Occidental de la provincia de Alajuela. San José, Costa Rica.
- ProDUS (Programa de Desarrollo Urbano Sostenible). (2016). Informe Final Gestión de los residuos sólidos en Costa Rica. Vigésimo segundo informe Del Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, San José, Costa Rica. Recuperado el 15 de Agosto de 2019 de:
<https://estadonacion.or.cr/informes/?id=1c4f79a9-757d-4615-a82c-c7ee647f393d#>
- Rivas, J.L., Solano, F. (2019). Índice de cobertura eléctrica 2019. San José, Costa Rica: Instituto Costarricense de Electricidad. Recuperado el 10 de enero de 2021 de:
<https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/d91d6f4f-6619-4a2f-834f-6f5890eebb64/PLAN+DE+EXPANSION+DE+LA+GENERACION+2018-2034.pdf?MOD=AJPERES&CVID=mIeNZKV>
- Rondó, E., Szantó, M., Pacheco, J. F., Contreras, E. y Gálvez, A. (2016). Guía para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Trabajo en conjunto de la CEPAL/MDS (Consejo Económico para América Latina y el Caribe/Ministerio de Desarrollo Social de Chile). Santiago: Naciones Unidas. Recuperado el 25 de octubre de 2019 de:
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/40407-guia-general-la-gestion-residuos-solidos-domiciliarios>
- Sedesol. (1997). Manual para el Diseño de Rutas de Recolección de Residuos Sólidos Municipales. Secretaría de Desarrollo Social, Distrito Federal, México. Recuperado el 20 de abril de 2020 de:

<http://www.inapam.gob.mx/work/models/SEDESOL/Resource/1592/1/images/ManualTecnicosobreGeneracionRecoleccion.pdf>

- Silpa Kaza, L. Y.-t. (2016). What a Waste: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Washington, D.C: Urban Development Series, World Bank. Recuperado el 10 de Agosto de 2019 de:
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- Trejos, M. (2019). Informe Estado de la Nación: Balance de Armonía con la Naturaleza. Recuperado el 10 de julio de 2021 de:
<https://estadonacion.or.cr/informe/?id=5f2e98c1-f88c-4f51-a151-475c342583ed>
- Vargas, D (2019). 6.152 ciudadanos de Río Cuarto convocados a plebiscito para elegir cabecera de cantón. *Ameliarueda.com*. Recuperado el 22 de Octubre de 2020 de:
<https://www.ameliarueda.com/nota/6.152-ciudadanos-rio-cuarto-convocados-plebiscito-elegir-cabecera-canton>
- Venegas, E. (2014). Competitividad local y generación de residuos sólidos en Costa Rica. CEGESTI: San José, Costa Rica. Recuperado el 10 de septiembre de 2019 de:
http://municipal.cegesti.org/articulos/articulo_01_100914.pdf
- Villatoro, P. (2017, 10-11 de Agosto). Medición multidimensional de la pobreza [Diapositivas de Power Point]. Recuperado el 10 de Mayo de 2021 de:
<https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/08-10-cepal-pobreza-multidimensional-pvillatoro.pdf>

Anexos

Anexo 1. Registro utilizado para el levantamiento de rutas

ID - Punto	Vía (1 o 2 direcciones)	Calle sin salida	Punto de concentración de residuos	Material de pavimento	Vuelta en U	Reversa	Observaciones

Anexo 2. Estructura utilizada en las encuestas aplicadas a viviendas y comercios

La estructura utilizada en las encuestas enfocadas a viviendas fue la siguiente:

Encuesta sobre Residuos Sólidos

Esta encuesta forma parte de un trabajo de la Universidad de Costa Rica en conjunto con la Municipalidad de Río Cuarto el cual busca mejorar la gestión de los residuos sólidos en el cantón

Código de vivienda

Tu respuesta _____

Sexo de la persona encuestada:

Masculino

Femenino

Barrio donde se ubica la vivienda:

Elige ▼

Sección 1.1 Sobre el servicio de recolección

1.1 ¿Recibe el servicio de recolección de residuos sólidos?

- Sí
- No (Pase a la sección 2.1)

1.2 ¿Cada cuanto paga por el servicio?

- Mensualmente
- Trimestral
- Variable
- Otro: _____

1.3 ¿Cuánto paga por el servicio de recolección?

Tu respuesta _____

1.4 Considera que el costo del servicio de recolección es:

- Justo
- Elevado
- Barato
- No tengo idea

1.5 ¿Cuántas personas viven en la casa?

2

3

4

5

6

7

8

Otro: _____

1.6 ¿Qué días pasa el camión recolector por su barrio?

Lunes

Martes

Miércoles

Jueves

Viernes

Sábado

Domingo

No sé

1.7 ¿Sabe a que hora pasa el camión recolector por su barrio?

No

Otro: _____

1.8 ¿En qué momento saca los residuos?

- Uno o varios días antes
- La noche antes
- Unas horas antes de que pase el camión
- Justo antes de que pase el camión
- Variable

1.9 Además de "Bolsas de basura", acostumbra utilizar algunas de las siguientes opciones para disponer los residuos: (Varias)

- Reutilizando bolsas del supermercado o de tiendas
- Con bolsas biodegradables
- En cajas de cartón
- En sacos de gangoche
- Otro: _____

1.10 ¿Dónde coloca los residuos para que los recojan?

- En una canasta
- En la acera/al borde de la calle
- En la esquina de la cuadra
- En la salida de la calle (Para calles sin salida)

1.11 ¿Sabe a dónde llevan sus residuos después de recogerlos?

- No
- A un botadero o Relleno sanitario (No sabe a cuál)
- Al relleno sanitario de San Carlos

1.11 ¿Sabe a dónde llevan sus residuos después de recogerlos?

- No
- A un botadero o Relleno sanitario (No sabe a cuál)
- Al relleno sanitario de San Carlos

12. Se presentan algunas de las siguientes situaciones en su barrio: (Varias)

- Los camiones dejan líquidos en las calles
- Los recolectores dejan "basura" sin recoger
- Algunas veces el camión pasa a horas diferentes de lo normal
- Algunas veces el servicio no se brinda el día que corresponde

Sección 1.2 Sobre residuos reciclables y especiales

1.13 ¿Separa algún tipo de residuo para reciclaje? (Varias)

- No. (Pase a la pregunta 1.18)
- Cartón y papel
- Plástico
- Vidrio
- Latas
- Otro: _____

1.14 ¿Qué hace con los residuos reciclables?

- Los pasan recogiendo (Si contesta esta opción, no conteste la pregunta 1.16)
- Los llevamos a un centro de acopio (Salte hasta la pregunta 1.16)
- Otro: _____

1.15 ¿Cada cuánto pasa recogiendo reciclables?

- Una vez por semana
- Cada 15 días
- Una vez al mes
- Variable
- Otro: _____

1.16 ¿Cómo es la recolección?

- Casa por casa
- En un punto específico

1.17 ¿Cada cuanto saca los residuos reciclables?

- Semanal
- Cada 15 días
- Mensual
- Variable
- Otro: _____

1.18 ¿Le gustaría que hubiera un servicio de recolección municipal para residuos reciclables?

- Sí
- No

1.19 ¿Le gustaría que hubiera un servicio de recolección de residuos especiales como aparatos electrónicos, muebles viejos, escombros, entre otros?

- Sí
- No

Sección 1.3 Sobre residuos orgánicos

Los residuos orgánicos se componen principalmente por restos de comida y restos vegetales como cáscaras.

El compostaje es un proceso que permite transformar residuos orgánicos en materiales biológicamente estables (que no se pudren, ni generan malos olores o proliferación de moscas) que sirven como abonos para el suelo.

1.20 ¿Sabe que es compostaje?

- Sí (Pase a la pregunta 1.21)
- No. (Explicar)

1.21 ¿Le interesaría aprender a hacer compostaje?

- Sí
- No

1.22 ¿Qué hace normalmente con los residuos orgánicos? (Varias)

- Los entierro
- Se los echo a las plantas
- Se los doy a los animales
- Hago compostaje
- Otro: _____

Sección 2.1 Sobre el servicio de recolección

2.1 ¿Por qué no recibe el servicio de recolección?

- No lo pago
- No pasan por este barrio
- Otro: _____

2.2 ¿Le interesaría recibir el servicio de recolección de residuos?

- Sí
- No (Pase a la 2.4)

2.3 ¿Cuánto está dispuesto a pagar al mes por el servicio de recolección?

- Entre 2000 y 4000 colones
- Entre 4000 y 6000 colones
- Entre 6000 y 8000 colones
- Más de 80000

2.4 ¿Qué hace normalmente con los residuos?

- Los entierra
- Los quema
- Otros:

Sección 2.2 Sobre residuos reciclables y especiales

2.5 ¿Separa algún tipo de residuo para reciclaje? (Varias)

- No. (Pase a la pregunta 2.10)
- Cartón y papel
- Plástico
- Vidrio
- Latas
- Otro: _____

2.6 ¿Qué hace con los residuos reciclables?

- Los pasan recogiendo (Si contesta esta opción, no conteste la pregunta 2.9)
- Los llevamos a un centro de acopio (Salte hasta la pregunta 2.9)
- Otro: _____

2.7 ¿Cada cuánto pasa recogiendo reciclables?

- Una vez por semana
- Cada 15 días
- Una vez al mes
- Variable
- Otro: _____

2.8 ¿Cómo es la recolección?

- Casa por casa
- En un punto específico

2.9 ¿Cada cuanto saca los residuos reciclables?

- Semanal
- Cada 15 días
- Mensual
- Variable
- Otro: _____

2.10 ¿Le gustaría que hubiera un servicio de recolección municipal para residuos reciclables?

- Sí
- No

2.11 ¿Le gustaría que hubiera un servicio de recolección de residuos especiales como aparatos electrónicos, muebles viejos, escombros, entre otros?

- Sí
- No

Sección 2.3 Sobre residuos orgánicos

Los residuos orgánicos se componen principalmente por restos de comida y restos vegetales como cáscaras.

El compostaje es un proceso que permite transformar residuos orgánicos en materiales biológicamente estables (que no se pudren, ni generan malos olores o proliferación de moscas) que sirven como abonos para el suelo.

2.12 ¿Sabe que es compostaje?

- Sí (Pase a la pregunta 2.14)
- No. (Explicar)

2.13 ¿Le interesaría aprender a hacer compostaje?

- Sí
- No

2.14 ¿Qué hace normalmente con los residuos orgánicos? (Varias)

- Los entierro
- Se los echo a las plantas
- Se los doy a los animales
- Hago compostaje
- Otro: _____

La estructura utilizada en las encuestas enfocadas a comercios fue la siguiente:

Sección 1 de 5

Encuesta sobre Residuos Sólidos

Esta encuesta forma parte de un trabajo de la Universidad de Costa Rica en conjunto con la Municipalidad de Río Cuarto para mejorar la gestión de los residuos sólidos en el cantón

Pregunta

Texto de respuesta corta

Nombre de comercio

Texto de respuesta corta

Categoría de comercio

- Supermercado
- Pulpería/minisuper
- Ferretería
- Carnicería/embutidos
- Verdulería
- Panadería
- Venta de comida preparada (Bar, restaurante, soda, cafetería, entre otros)
- Taller (automotriz, metal mecánica, electromecánico)
- Belleza (salón de belleza, barbershop)
- Tienda (ropa, accesorios, zapatos, electrodomésticos)
- Servicios (encomienda, contable, abogacía, ingeniería, entre otros)
- Hospedaje
- Salud (farmacia, clínica, veterinaria)
- Otra...

Sección 2. Sobre el servicio de recolección



Descripción (opcional)

1. ¿Cuántos días a la semana permanece en funcionamiento el comercio?

- De lunes a viernes
- De lunes a sábado
- Fines de semana (Sábado y domingo)
- Todos los días
- Otra...

2. ¿Recibe el servicio de recolección de residuos sólidos?

- Sí
- No (Contestar sección 5)

3. ¿Cada cuanto paga por el servicio?

- Mensualmente
- Trimestral
- Variable
- Otra...

4. ¿Cuánto paga por el servicio de recolección?

Texto de respuesta corta

5. Considera que el costo del servicio de recolección es:

- Justo
- Elevado
- Barato
- No tengo idea

6. ¿Qué días pasa el camión recolector?

- Lunes
- Martes
- Miércoles
- Jueves
- Viernes
- Sábado
- Domingo
- No sé

7. ¿Qué días saca los residuos?

- Lunes
- Martes
- Miércoles
- Jueves
- Viernes
- Sábado
- Domingo
- No sé

¿A que hora pasa el camión por esta zona?

Texto de respuesta corta

.....

8. ¿En qué momento saca los residuos?

- Uno o varios días antes
- La noche antes
- Unas horas antes de que pase el camión
- Justo antes de que pase el camión
- Variable

9. ¿Dónde coloca los residuos para que los recojan?

- En una canasta
- En la acera/al borde de la calle
- En la esquina de la cuadra
- En la salida de la calle (Para calles sin salida)

10. ¿Seleccione en qué material dispone los residuos generados, para que estos sean recolectados?

- Bolsa plástica nueva
- Bolsa plástica usada
- Saco
- Caja de cartón
- Otra...

11. ¿Sabe a dónde llevan sus residuos después de recogerlos?

- No
- A un botadero o Relleno sanitario (No sabe a cuál)
- Al relleno sanitario de San Carlos

12. Se presentan algunas de las siguientes situaciones con la recolección: (Varias)

- Los camiones dejan líquidos en las calles
- Los recolectores dejan "basura" sin recoger
- Algunas veces el camión pasa a horas diferentes de lo normal
- Algunas veces el servicio no se brinda el día que corresponde

Sección 3. Sobre los tipos de residuos



Descripción (opcional)

12. De la siguiente lista ¿Cuáles residuos se generan en su local?

- Cartón y papel
- Plástico
- Vidrio
- Hojalata/aluminio/acero
- Residuos electrónicos
- Residuos químicos/farmacológicos
- Grasas sólidas
- Otra...

13. ¿Cuáles residuos se produce en mayor cantidad en su local?

- Cartón y papel
- Plástico
- Vidrio
- Hojalata/aluminio/acero
- Residuos electrónicos
- Residuos químicos/Farmacológicos
- Grasas sólidas
- Otra...

14. ¿Separa algún tipo de residuo para reciclaje?

- No
- Cartón y papel
- Plástico
- Vidrio
- Hojalata/aluminio/acero
- Residuos electrónicos
- Otra...

15. ¿Qué hace con los residuos reciclables?

- Los pasan recogiendo (Si contesta esta opción, no conteste la pregunta 16)
- Los llevamos a un centro de acopio (Salte hasta la pregunta 16)
- Otra...

16. ¿Cada cuánto pasa recogiendo reciclables?

- Una vez por semana
- Cada 15 días
- Una vez al mes
- Variable
- Otra...



17. ¿Cómo es la recolección?

- Negocio por negocio
- En un punto específico

18. ¿Cada cuanto saca los residuos reciclables?

- Semanal
- Cada 15 días
- Mensual
- Variable
- Otra...

19. ¿Qué hace normalmente con los residuos químicos/farmacológicos?

- No se producen en este comercio
- Las devuelvo a los proveedores
- Las recoge un tercero para procesarlas
- Las descarto con los residuos sólidos ordinarios

20. ¿Qué hacen normalmente con los residuos electrónicos?

- No se produce en este comercio
- Las devuelvo a los proveedores
- Las recoge un tercero para procesarlas
- Las descarto con los residuos sólidos ordinarios
- Otra...

21. ¿Qué hacen normalmente con los residuos de grasas sólidas?

- No se produce en este comercio
- Las devuelvo a los proveedores
- Las recoge un tercero para procesarlas
- Las descarto con los residuos sólidos ordinarios
- Otra...

22. ¿Qué hace normalmente con los residuos orgánicos? (Varias)

- No se producen en este comercio
- Los entierro
- Se los echo a las plantas
- Se los doy a los animales
- Hago compostaje
- Se lo lleva el camión con los demás residuos
- Otra...

Sección 4. Sobre el servicio de recolección



Descripción (opcional)

23. ¿Le gustaría que hubiera un servicio de recolección municipal para residuos reciclables?

- Sí
- No

24. ¿Le gustaría que hubiera un servicio de recolección de residuos especiales como aparatos electrónicos, muebles viejos, escombros, entre otros?

- Sí
- No

25. ¿Cómo considera que es el servicio de recolección que se ofrece actualmente?

- Deficiente
- Regular
- Aceptable
- Bueno
- Excelente

Sección 5. Comercios que no reciben recolección



Descripción (opcional)

26. ¿Por qué no recibe el servicio de recolección

- No lo pago
- No pasan en este sector
- Otra...

27. ¿Qué hace con los residuos sólidos que se generan en su local?

Texto de respuesta larga

28. ¿Le interesaría recibir el servicio de recolección de residuos?

- Sí
- No (Pase a la 25)

29. ¿Cuánto está dispuesto a pagar al mes por el servicio de recolección?

- Entre 6000 y 8000 colones
- Entre 8000 y 12000
- Entre 12000 y 16000
- Más de 16000

Anexo 3. Descripción de la estructura metodológica utilizada para aproximar las condiciones socioeconómicas de la zona de estudio

Tras la revisión de diferentes métodos de medición de pobreza aplicados en el país para la cuantificación de la pobreza se decidió utilizar como guía principalmente la estructura planteada por el INEC para el método del IPM, así como algunos aspectos secundarios del método de NBI.

De este modo, se utilizó la estructura por dimensiones e indicadores con sus respectivos umbrales de privación (Ver sección 2.4.) , sin embargo, dado que no se contó con toda la información censal, fue necesario realizar algunas modificaciones a las dimensiones e indicadores. Además, con el fin de enriquecer el análisis, se decidió evaluar algunos indicadores no evaluados en estos métodos.

Asimismo, fue necesario establecer los criterios para aproximar una clasificación de las viviendas analizadas en diferentes estratos socioeconómicos.

Definición de dimensiones e indicadores

A continuación, se presenta de manera conceptual cada dimensión evaluada y sus indicadores correspondientes. Además, se detallan las diferencias o modificaciones realizadas en los indicadores para los casos que fue necesario.

Dimensión de Educación

Para esta dimensión se consideran los siguientes indicadores:

- **No asistencia a la educación formal o abierta:** se consideran con privación aquellos hogares con al menos una persona que se encuentre en edades entre los 5 y 17 años y no asista a educación formal o abierta.
- **Rezago académico:** se consideran con privación aquellos hogares con al menos una persona que se encuentre asistiendo a la educación formal o abierta, que se encuentre en edades entre 7 y 19 años, y que tenga dos años de rezago o más.

- **Sin logro de bachillerato:** se consideran con privación aquellos hogares con al menos una persona que se encuentre en edades de 18 a 24 años y que no tenga bachillerato de secundaria académica o técnica ni esté asistiendo a la educación formal o abierta.

Dentro del planteamiento original del INEC, para los 3 indicadores se evaluaron las condiciones únicamente para la educación formal. En este caso se consideran ambas modalidades debido a que no se cuenta con la variable que indique el tipo de educación (formal o abierta) de los encuestados. No obstante, dado que el Ministerio de Educación Pública cuenta con procesos para reconocer la educación abierta, no se considera que esta deba ser tomada como una condición de marginalidad o privación para un hogar.

- **Bajo desarrollo de capital humano:** se consideran con privación aquellos hogares con alguna de las siguientes condiciones:
 - Personas con edades entre los 25 y 35 años sin título de bachillerato de secundaria académica o técnica.
 - Personas con edades entre los 36 y los 57 años sin noveno año aprobado.
 - Personas con edades entre los 58 y 64 años sin primaria completa.

En el planteamiento realizado por el INEC se considera también, para cada rango de edad, la tenencia de títulos o certificaciones de educación no formal. Esta condición solo se evaluó dentro de los niveles de primaria y secundaria ya que no se contaba con información sobre certificaciones o títulos fuera de estas modalidades.

Dimensión de Vivienda

Para esta dimensión se consideran los siguientes indicadores:

- **Mal estado del techo o el piso:** Se considera con privación aquellos hogares con alguna de las siguientes condiciones:
 - Viviendas con piso de tierra o en mal estado
 - Viviendas con techo en mal estado

En este indicador se considera como privación que la vivienda tenga el piso de tierra, lo cual no se evalúa dentro del indicador utilizado por el INEC. Esta consideración se hace debido a que algunas viviendas evaluadas en el censo 2011 poseían piso de tierra, sin embargo, no se consideró el mismo como un piso en mal estado. No obstante, tener un piso de tierra afecta la calidad de vida de sus habitantes y los coloca en una condición de marginalidad principalmente por motivos de salubridad. Por ejemplo, el no poder limpiar adecuadamente la superficie del piso y al ser este de tierra, facilita la aparición de agentes patógenos (hongos, ácaros, entre otros) los cuales posteriormente pueden afectar negativamente la salud de sus ocupantes.

- **Mal estado de las paredes exteriores:** viviendas con paredes exteriores en mal estado.
- **Condición de tugurio:** Viviendas que se hayan considerado en condición de tugurio.

Este indicador no se encuentra dentro de los evaluados para el método del IPM. Sin embargo, sí se evaluó dentro de los indicadores del método de NBI realizado por el INEC en el 2001. De acuerdo con el INEC (2012), un tugurio es un “Recinto construido provisionalmente con materiales de desecho, por lo general en mal estado. Este tipo de vivienda se construye para solucionar una necesidad inmediata de albergue y comúnmente son improvisados” (p.26).

Así, se considera que los hogares que habitan viviendas calificadas como tugurios tiene una privación ya que, en primer lugar, la vivienda no reúne las condiciones adecuadas para albergar a sus ocupantes, y por otro lado esto los ubica en una condición de marginalidad que puede afectar el desarrollo social de los individuos pues habitan una vivienda que se encuentra por debajo del estándar social de la zona.

- **Hacinamiento:** Hogares con más de 2 personas por aposento.

En el planteamiento del INEC para el método del IPM este indicador se evalúa por medio de los metros cuadrados de construcción de la vivienda y la cantidad de personas que la habitan. Sin embargo, dado que no se cuenta con el tamaño de las viviendas, se decidió usar la definición empleada por el INEC en el método de NBI, el cual está dado en función de la cantidad de aposentos y personas en la vivienda.

- **Sin electricidad:** Viviendas que no tengan energía eléctrica.

Este indicador no se encuentra dentro de los utilizados por el INEC para el método del IPM, en su lugar se evalúa el uso de internet en el hogar. Sin embargo, dicha variable no está dentro de la información disponible.

Por lo tanto, se decidió evaluar la tenencia de energía eléctrica en la vivienda. Este indicador se encuentra dentro de la estructura planteada por el INEC para el método de NBI evaluado en 2001. Además, de acuerdo Rivas y Solano (2019), en 2010 se había alcanzado un 99% de cobertura del servicio de electricidad a nivel nacional, con lo cual este servicio se puede considerar de acceso universal y el no poseerlo puede interpretarse como una privación asociada a una condición de pobreza.

Dimensión de Salud

Para esta dimensión se consideran los siguientes indicadores:

- **Sin servicio de agua potable:** Se consideran con privación los hogares con alguna de las siguientes condiciones:
 - Con agua proveniente de un pozo, río, quebrada o naciente, lluvia u otra fuente que no sea acueducto.
 - Que residen en viviendas sin tubería de agua dentro de la misma
- **Sin eliminación adecuada de excretas:** Se consideran con privación los hogares que residen en viviendas que no tienen servicio sanitario exclusivo para el hogar o con sistemas de eliminación de excretas de "hueco", pozo negro, letrina u otro sistema diferente al alcantarillado o tanque séptico.

Dentro de esta dimensión no se evaluó el indicador "Sin eliminación de residuos sólidos", esto debido a que el servicio de recolección del distrito ha sido siempre un servicio informal, de modo que el proveedor del servicio no está obligado a dar una cobertura total al distrito y tampoco las personas están obligadas a pagar el servicio.

El tener la opción de un servicio de recolección y preferir quemar o enterrar la basura puede estar asociado con múltiples factores como condiciones de escasos recursos o falta de educación, no obstante, dicha relación no está claramente definida y no es lo que busca evidenciar dicho indicador de manera directa.

Estándar de vida

Esta dimensión no es considerada por el INEC, sin embargo, sí se ha utilizado en diferentes propuestas de este método como la presentada por la CEPAL (2014) o por Alkire et al (2016), no obstante, dichas propuestas solo poseen un indicador en común el cual es la "Tendencia de bienes duraderos", por lo que no hay un planteamiento estándar de los indicadores evaluados.

Lo que se busca por medio de esta dimensión es evaluar la capacidad de los hogares para acceder a bienes y/o servicios considerados comunes dentro de la población de estudio.

Para esta investigación se planteó utilizar los siguientes indicadores:

- **Capacidad de consumo limitada:** Se consideran con privación los hogares que presenten alguna de las siguientes condiciones:
 - Hogar con un solo perceptor, sin bachillerato de secundaria aprobado y tres o más dependientes.
 - Hogares con 2 perceptores, con menos de tercer año de secundaria aprobado y 3 o más dependientes.
 - Hogares con 3 o más perceptores, sin primaria finalizada y 3 o más dependientes

Este indicador fue utilizado en la aplicación del método de NBI realizado por el INEC en 2001 y representa una manera indirecta de evaluar la capacidad adquisitiva de un hogar. En el planteamiento realizado por el INEC (ver Cuadro 3), este indicador consideraba las siguientes condiciones para zonas rurales:

- Hogares rurales con un perceptor y menos de 4 años de educación y tres o más dependientes.
- Hogares rurales con dos perceptores y con menos de tres años de educación en promedio y tres o más dependientes.
- Hogares rurales con tres o más perceptores y con menos de dos años de educación en promedio y tres o más dependientes.

Sin embargo, se considera que en ninguna de las 3 condiciones el nivel educativo representa una herramienta que marque la diferencia en cuanto al acceso a mejores condiciones laborales que puedan resultar en una mejor remuneración y por ende mayor capacidad de consumo de bienes y servicios.

Es por lo anterior que se realizaron las modificaciones en el indicador, utilizando niveles educativos considerados de fácil acceso a la población en general y que a su vez representan una diferencia en cuanto al acceso a mejores oportunidades laborales y educativas. Un ejemplo de esto es la posibilidad de acceso a educación técnica en el Instituto Nacional de Aprendizaje, en el cual se pide como requisito mínimo haber aprobado primaria, mientras que para ciertas áreas es requisito el tercer año de secundaria o el bachillerato en educación media.

- **Tenencia de bienes duraderos:** Se considera con privación los hogares que no poseen ninguno de los siguientes bienes: Automóvil, motocicleta, radio, televisor de cualquier tipo.

Este indicador se evalúa de la siguiente manera en el planteamiento de la CEPAL (2014):

-Hogares que no cuentan con ninguno de los siguientes bienes: vehículo, refrigerador y lavadora.

En este caso se evalúa la tenencia de bienes más adecuados como el refrigerador o la lavadora, debido a la función básica que cumplen, sin embargo, estos son bienes no son evaluados en el censo nacional por lo que no se contaba con la información.

En el caso del planteamiento realizado por Alkire et al (2016) se evalúa de la siguiente manera:

-Hogares que no tienen auto u otro vehículo y posee sólo uno de los siguientes bienes: bicicleta, motocicleta, radio, refrigerador, teléfono o televisor.

Como se observa en esta propuesta se fija la tenencia de un automóvil y se evalúa de manera más flexible la tenencia de otros bienes.

De este modo, la forma en que se evalúa el indicador en esta investigación es una mezcla entre estas 2 propuestas ya que se evalúa la tenencia simultánea de todos los bienes evaluados como en el caso de la CEPAL (2014), sin embargo, los bienes evaluados tienen más en común con los evaluados por Alkire et al (2016).

- **Acceso limitado a información y comunicación:** Se consideran con privación los hogares en los cuales se cumpla simultáneamente las siguientes condiciones:

- Sin televisor o una computadora (Sea laptop o de escritorio) con internet.

- Sin teléfono fijo o celular

Este indicador no es utilizado en ninguno de los dos métodos que han sido tomados como referencia (IPM y NBI) y por supuesto no se trata de una necesidad absoluta (ver sección 2.4.2.), sin embargo, el acceso a la información y a la comunicación cumple un papel relevante en el desarrollo personal y la adaptación de los individuos en su entorno social, por lo que se consideró conveniente evaluar estos aspectos.

De acuerdo con la encuesta nacional de cultura realizada por el INEC en 2016, en Costa Rica el 92,4% de los habitantes de 5 años en adelante veían televisión a diario. Por otro lado, de acuerdo con datos de la Encuesta Nacional a Hogares (ENAH) que realiza anualmente el INEC, en 2011 el 33,5 % de la población tenía servicio de internet en la vivienda, mientras que para mediados del siguiente año la cifra alcanzaba ya el 49,3 % y actualmente ronda el 85% del total de la población.

Por otro lado, según datos de las ENAH en 2011 el 62,3% de las viviendas del país contaban con al menos un teléfono fijo y el 86,9% contaba al menos un teléfono celular, para el siguiente año las cifras eran de 58,4% y 91,6% respectivamente y para el año pasado (2020) las cifras eran de 28,4% y 96,3% respectivamente. Si bien es cierto en los últimos años los

teléfonos fijos han cedido su espacio a los teléfonos móviles, ambos, forman parte de la cotidianidad comunicativa de la gran mayoría de personas.

Estos datos reflejan que tanto el consumo de información (televisión y uso de internet) como la necesidad de comunicación (uso de teléfonos) son prácticas sociales con un carácter de universalidad. Así, el saber información sobre cambios en el precio de productos, nuevas medidas para circulación de las calles, suspensión de servicios por reparaciones, o tener la facilidad de comunicarse con otras personas por situaciones de trabajo, educación, en casos de emergencia u otras, son algunos aspectos que ayudan al individuo en la toma de decisiones y que facilita su desenvolvimiento social.

Es por lo anterior que se considera como privación para un hogar tener un acceso limitado a la información y comunicación, y se realiza una aproximación de esta situación evaluando los criterios mencionados para este indicador.

Criterios para calificación y clasificación de las viviendas

Para la calificación se decidió establecer un valor unitario por cada indicador. De esta forma la calificación por hogar puede ir de 0 a 14, siendo una calificación de 0 un hogar que no presenta privación en ninguno de los indicadores evaluados y 14 un hogar que tiene privación en todos los indicadores evaluados.

Luego, para la interpretación de la calificación se decidió tomar como referencia el umbral de pobreza k utilizado por el INEC para el método del IPM (ver sección 2.4.3), no de manera porcentual si no en equivalencia de privaciones. Esto por los siguientes motivos:

1. Este umbral fue determinado a partir de un análisis estadístico analizando las condiciones propias del país por lo cual es más representativo que los umbrales definidos en otros estudios fuera del país.
2. Como se observa en el Cuadro 4 de esta investigación, el umbral de pobreza en términos de la cantidad de indicadores es variado entre las diferentes aplicaciones del método en países latinoamericanos, sin embargo, se mantiene en un rango similar. Así, en promedio se tiene que dicho umbral está definido por una cantidad de 4 indicadores, lo

cual a su vez coincide con la cantidad de indicadores determinados para el umbral de pobreza a nivel nacional.

Adicionalmente se decidió incorporar el umbral de $k=50\%$ utilizado por Alkire et al (2016) para definir la pobreza severa, el cual realizando la estimación promedio de indicadores con los datos del Cuadro 4 corresponde a 8 indicadores. De este modo, se definieron 3 rangos de clasificación de acuerdo con la cantidad de privaciones de cada hogar, como se muestra en la Figura A.3.1.

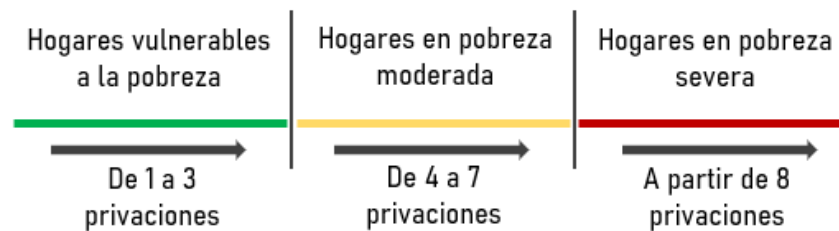


Figura A3.1. Rangos de clasificación para el análisis socioeconómico

Conjuntamente, a los criterios por privaciones se decidió añadir los siguientes criterios especiales:

- Se consideran en condición de pobreza moderada los hogares con menos de 4 privaciones que presenten alguna de las siguientes privaciones: condición de tugurio, sin agua potable, sin electricidad.
- Se consideran en condición de pobreza severa los hogares con más de 4 privaciones que presenten alguna de las siguientes privaciones: condición de tugurio, sin agua potable, sin electricidad.

La condición de tugurio indica un estado de privación sustancial con respecto al acceso de las personas a una vivienda digna. Por otro lado, los servicios de agua potable y electricidad tienen una cobertura muy cercana al 100% en el país tal como se indica en Mora y Portuéguez (2020) y Rivas y Solano (2019), respectivamente. Así, al ser estos servicios prácticamente de acceso universal, el no tener acceso a ellos se considera señas muy representativas de una

condición de pobreza. Es por esto que dentro de la definición de los criterios especiales se tomaron estos 3 indicadores.

Luego, para visualizar geográficamente los resultados obtenidos, se decidió utilizar la división por Unidades Geoestadísticas Mínimas (UMG en adelante), las cuales corresponden a la unidad geográfica más discreta a la cual se asocia la información censal.

Así, dado que no se pueden ubicar hogares puntualmente y se requiere visualizar la estratificación en mapas, se decidió clasificar las UGM de la siguiente manera:

- UGM con más de 50% de hogares en una categoría se considera predominantemente de dicha categoría
- UGM que no posea más de 50% de hogares en una sola categoría se considera mixta con predominancia en las 2 categorías más altas.

El hacer esto permite definir áreas en donde, de acuerdo con el análisis realizado, es más probable encontrar viviendas con una condición socioeconómica determinada.

Compensación de los indicadores no analizados

Como se mencionó anteriormente, debido a falta de información no fue posible evaluar algunos de los indicadores utilizados por el INEC en la aplicación del método del IPM. En concreto no se evaluaron los indicadores de la dimensión de trabajo ni de protección social, así como tampoco se evaluó el indicador de tenencia de seguro social perteneciente a la dimensión de salud (ver Figura 6). Estos 9 indicadores representaron el 39% de las privaciones a nivel nacional, en el estudio elaborado por el INEC, como se indica en la Figura A.3.2

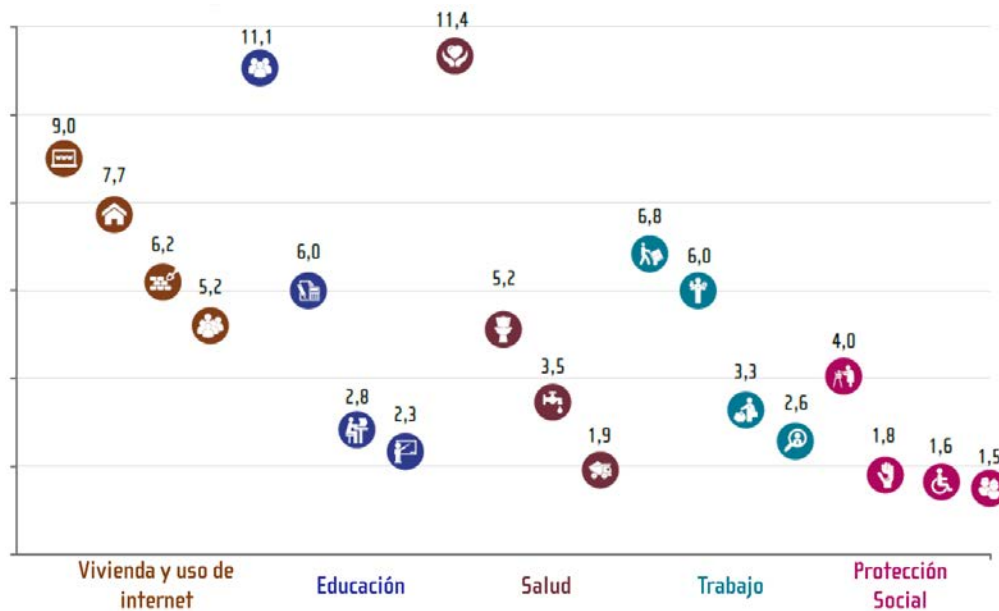


Figura A.3.2. Aporte porcentual de cada indicador al total de privaciones a nivel nacional
Fuente: INEC, 2015b

En la Figura A.3.2, el indicador referente a la tenencia de seguro social es el indicado en la dimensión de salud con un 11,4%, de modo que también fue el indicador que sumó la mayor cantidad de privaciones por sí solo.

Aunado a esto, el análisis realizado por el INEC identificó la región Huetar Norte (en la cual se ubica Río Cuarto) como la región con mayor intensidad de pobreza (29,7%) y la segunda en incidencia de la pobreza (35,1%), como se muestra en la Figura A.3.3. Esto quiere decir que es la región con mayor promedio de privaciones en hogares pobres y la segunda con mayor cantidad de hogares pobres respecto al total de hogares.

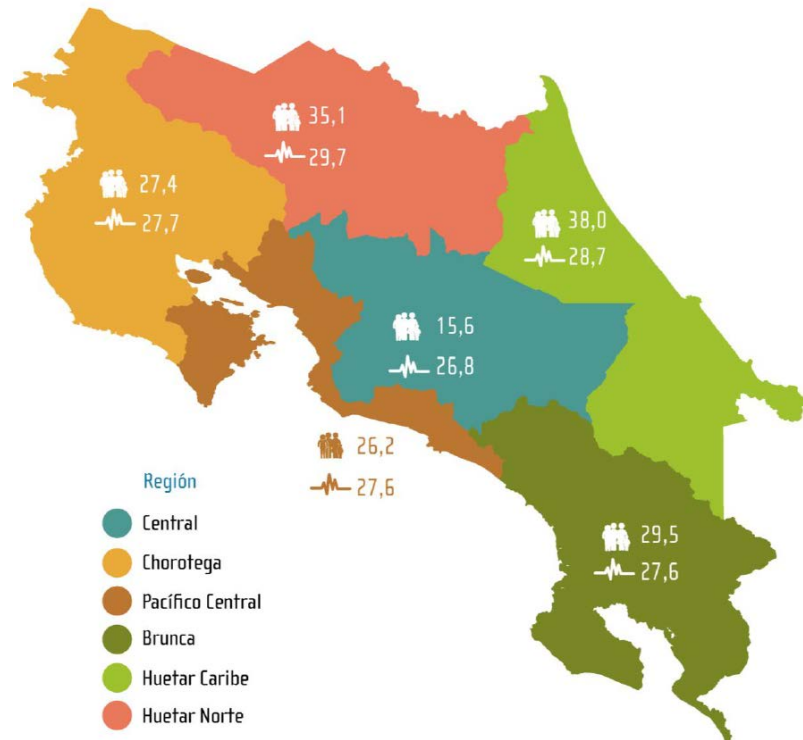


Figura A.3.3. Mapa de intensidad de pobreza multidimensional por regiones
Fuente: INEC, 2015b.

Debido a esta información se considera altamente probable que los hogares de la zona de estudio presenten privaciones en los indicadores utilizado por el INEC que no se analizan dentro de esta investigación. Así, como medida para tratar de compensar el efecto de estas privaciones no cuantificadas, se decidió agregar a todos los hogares una privación adicional a las obtenidas del análisis.

Anexo 4. Locales comerciales encuestados

Categoría	Nombre del local comercial
Venta de alimentos Cantidad de unidades comerciales: 12 Porcentaje sobre el total de unidades: 35%	Soda y restaurante Sahddai (Soda Piti)
	Pastelería mana
	Pollolandia
	Carnicería sarapiqueña
	Musmani
	Tramo río Cuarto
	Carnes Durán
	Cevichera iris
	Soda Beto
	Panadería J Nissi
	Bar el sesteo
	Pizzería Yettos
Servicios automotriz y repuestos Cantidad de unidades comerciales: 4 Porcentaje sobre el total de unidades: 12%	Taller Bolaños
	Taller eléctrico fili
	Moto repuestos Herrera
	Repuestos Río Cuarto
Tiendas y oficinas Cantidad de unidades comerciales: 11 Porcentaje sobre el total de unidades: 32%	Importadora Monge
	Tienda y bazar jakelyn
	Banco de Costa Rica
	Hotel Yeudi
	Barbería la amistad
	Centro plástico Río Cuarto
	Tadis boutique
	Materiales JyM
	Extravidrios Río Cuarto
	Estación de servicio Río Cuarto
Tienda Emily	
Supermercados y pulperías Cantidad de unidades comerciales: 5 Porcentaje sobre el total de unidades: 15%	Pulpería morera
	Pulpería la maravilla
	Pulpería la abundancia
	Super Santa Mónica
	Super San Miguel
Servicios de salud y afines Cantidad de unidades comerciales: 2 Porcentaje sobre el total de unidades: 6%	Clínica y farmacia veterinaria doctor gamboa
	Farmacia Santa Mónica

Anexo 5. Estimación de muestras para el estudio de generación y composición según metodología oficial

De acuerdo con lo establecido en el decreto ejecutivo N° 37745-S, el cálculo del tamaño de la muestra residencial se realiza por medio de la ecuación 6 indicada en la sección 2.3. Dicha estimación se realiza con los siguientes parámetros:

$N_{viv} = 1500$ viviendas (estimado a partir de datos del censo 2011 y proyecciones de población del INEC para el año 2021)

$Z =$ coeficiente de confianza al 95% = 1,96

$\delta =$ desviación estándar = 0,3 kg/hab./día.

$E =$ error permisible = 0,05 kg/hab./día.

Tomando en cuenta estos parámetros la muestra requerida es de 159 viviendas.

Luego, el cálculo del tamaño de muestra comercial se realizó utilizando la misma ecuación, pero con los siguientes parámetros:

$N_{com} = 108$ (Cantidad de patentes activas según datos de la municipalidad de Río Cuarto)

$Z =$ coeficiente de confianza al 95% = 1,96

$\delta =$ desviación estándar = 0,5 kg/hab./día.

$E =$ error permisible = 0,15 kg/hab./día.

Para estos parámetros se requiere una muestra de 39 locales comerciales.

Anexo 7. Registro de pesajes del relleno sanitario de San Carlos para los residuos del distrito de Río Cuarto de los martes

En el siguiente cuadro se muestran los registros de pesajes de Río Cuarto de la ruta de los martes para el periodo comprendido entre enero de 2019 y diciembre de 2020, los cuales fueron solicitados al relleno sanitario de San Carlos y se utilizaron para estimar la cantidad promedio de residuos recolectados en esta ruta.

Cuadro A.7 Registro de pesajes de residuos del distrito de Río Cuarto

Fecha/Hora Entrada	Fecha/Hora Salida	Peso Bruto de entrada (kg)	Tara de salida (kg)	Peso Neto (kg)
08/01/2019 01:30:58 p.m.	08/01/2019 02:08:33 p.m.	14020	7030	6990
22/01/2019 11:58:40 a.m.	22/01/2019 12:29:11 p.m.	12030	7140	4890
29/01/2019 12:23:27 p.m.	29/01/2019 12:50:16 p.m.	12260	7080	5180
05/02/2019 01:36:08 p.m.	05/02/2019 02:00:27 p.m.	12780	7070	5710
12/02/2019 01:35:37 p.m.	12/02/2019 02:01:18 p.m.	11820	7170	4650
19/02/2019 12:24:41 p.m.	19/02/2019 01:18:40 p.m.	12830	7130	5700
26/02/2019 01:47:11 p.m.	26/02/2019 02:12:08 p.m.	12960	7220	5740
05/03/2019 12:40:23 p.m.	05/03/2019 01:05:24 p.m.	12120	7090	5030
12/03/2019 12:51:33 p.m.	12/03/2019 01:46:29 p.m.	12160	7050	5110
19/03/2019 12:13:16 p.m.	19/03/2019 01:15:45 p.m.	12230	7050	5180
26/03/2019 12:01:45 p.m.	26/03/2019 12:42:58 p.m.	11750	7050	4700
02/04/2019 12:29:06 p.m.	02/04/2019 01:43:45 p.m.	11800	7070	4730
16/04/2019 11:30:27 a.m.	16/04/2019 11:54:08 a.m.	12160	7080	5080
23/04/2019 11:19:08 a.m.	23/04/2019 11:51:18 a.m.	11710	7020	4690
30/04/2019 12:12:32 p.m.	30/04/2019 12:45:05 p.m.	12090	7070	5020
07/05/2019 11:34:59 a.m.	07/05/2019 12:52:23 p.m.	11990	7100	4890
14/05/2019 12:19:29 p.m.	14/05/2019 01:00:46 p.m.	12450	7060	5390

21/05/2019 11:56:12 a.m.	21/05/2019 12:23:34 p.m.	12500	7070	5430
28/05/2019 11:39:43 a.m.	28/05/2019 12:11:48 p.m.	12000	7010	4990
04/06/2019 11:43:48 a.m.	04/06/2019 12:09:49 p.m.	11940	7050	4890
11/06/2019 11:44:57 a.m.	11/06/2019 12:14:18 p.m.	12120	7050	5070
18/06/2019 12:32:20 p.m.	18/06/2019 12:53:20 p.m.	12610	7100	5510
25/06/2019 11:24:03 a.m.	25/06/2019 11:51:42 a.m.	12760	7130	5630
02/07/2019 08:26:15 a.m.	02/07/2019 09:15:11 a.m.	11530	7110	4420
09/07/2019 12:13:07 p.m.	09/07/2019 12:42:38 p.m.	12630	7130	5500
23/07/2019 12:27:25 p.m.	23/07/2019 01:03:04 p.m.	12240	7120	5120
30/07/2019 12:09:53 p.m.	30/07/2019 12:37:03 p.m.	12510	7100	5410
06/08/2019 11:42:38 a.m.	06/08/2019 12:17:58 p.m.	12390	7100	5290
13/08/2019 11:48:38 a.m.	13/08/2019 12:53:22 p.m.	12950	7120	5830
27/08/2019 12:00:14 p.m.	27/08/2019 12:25:20 p.m.	12580	7060	5520
03/09/2019 12:10:54 p.m.	03/09/2019 12:37:58 p.m.	12600	6980	5620
10/09/2019 12:39:56 p.m.	10/09/2019 01:39:00 p.m.	12510	7050	5460
17/09/2019 12:39:12 p.m.	17/09/2019 01:11:57 p.m.	12580	7210	5370
24/09/2019 12:20:07 p.m.	24/09/2019 12:42:56 p.m.	12160	7070	5090
01/10/2019 12:55:46 p.m.	01/10/2019 01:25:56 p.m.	12460	7110	5350
08/10/2019 12:24:39 p.m.	08/10/2019 12:46:58 p.m.	12370	7140	5230
15/10/2019 11:54:40 a.m.	15/10/2019 12:22:28 p.m.	12200	7100	5100
22/10/2019 12:06:59 p.m.	22/10/2019 12:48:47 p.m.	12300	7120	5180
29/10/2019 12:08:31 p.m.	29/10/2019 12:44:33 p.m.	12320	6960	5360
05/11/2019 12:22:19 p.m.	05/11/2019 12:50:40 p.m.	12320	7110	5210
12/11/2019 12:55:24 p.m.	12/11/2019 01:51:17 p.m.	12750	7090	5660
19/11/2019 12:31:51 p.m.	19/11/2019 01:10:31 p.m.	12680	7030	5650
26/11/2019 12:20:44 p.m.	26/11/2019 12:52:01 p.m.	12560	6990	5570

03/12/2019 01:01:08 p.m.	03/12/2019 01:32:24 p.m.	13010	6920	6090
10/12/2019 01:39:14 p.m.	10/12/2019 02:25:03 p.m.	13280	6890	6390
17/12/2019 01:36:12 p.m.	17/12/2019 02:07:10 p.m.	13090	6980	6110
24/12/2019 12:40:54 p.m.	24/12/2019 01:20:49 p.m.	12850	6850	6000
31/12/2019 12:02:58 p.m.	31/12/2019 12:47:05 p.m.	12910	6710	6200
07/01/2020 01:06:11 p.m.	07/01/2020 01:46:59 p.m.	12850	6870	5980
14/01/2020 12:45:23 p.m.	14/01/2020 01:18:23 p.m.	13110	7050	6060
21/01/2020 01:25:05 p.m.	21/01/2020 02:06:35 p.m.	13060	7130	5930
28/01/2020 12:57:27 p.m.	28/01/2020 01:33:44 p.m.	12830	6990	5840
04/02/2020 01:16:12 p.m.	04/02/2020 02:15:29 p.m.	13040	6890	6150
11/02/2020 12:48:34 p.m.	11/02/2020 01:26:36 p.m.	12150	7100	5050
18/02/2020 12:21:31 p.m.	18/02/2020 01:13:18 p.m.	12490	7090	5400
25/02/2020 02:24:59 p.m.	25/02/2020 03:12:01 p.m.	12870	6840	6030
03/03/2020 12:34:26 p.m.	03/03/2020 01:03:19 p.m.	11770	6680	5090
10/03/2020 11:29:49 a.m.	10/03/2020 11:52:15 a.m.	11820	6880	4940
17/03/2020 12:01:28 p.m.	17/03/2020 12:27:53 p.m.	12050	6860	5190
24/03/2020 11:22:02 a.m.	24/03/2020 11:48:13 a.m.	12110	7050	5060
31/03/2020 11:35:01 a.m.	31/03/2020 12:08:15 p.m.	12320	6950	5370
07/04/2020 11:02:35 a.m.	07/04/2020 11:25:24 a.m.	11900	6880	5020
14/04/2020 10:26:42 a.m.	14/04/2020 10:43:54 a.m.	11750	7230	4520
21/04/2020 11:14:20 a.m.	21/04/2020 11:37:44 a.m.	12400	7100	5300
28/04/2020 11:21:37 a.m.	28/04/2020 11:47:53 a.m.	12560	6840	5720
05/05/2020 12:06:57 p.m.	05/05/2020 12:39:49 p.m.	12890	6950	5940
12/05/2020 11:22:58 a.m.	12/05/2020 12:01:40 p.m.	12530	6880	5650
19/05/2020 11:40:12 a.m.	19/05/2020 12:10:08 p.m.	12350	7040	5310
26/05/2020 11:34:24 a.m.	26/05/2020 11:59:18 a.m.	12350	6690	5660

02/06/2020 11:44:35 a.m.	02/06/2020 12:47:05 p.m.	12960	6870	6090
09/06/2020 11:09:31 a.m.	09/06/2020 11:59:46 a.m.	12700	7080	5620
16/06/2020 11:50:30 a.m.	16/06/2020 12:23:11 p.m.	12780	6970	5810
23/06/2020 11:51:25 a.m.	23/06/2020 12:23:26 p.m.	12600	6830	5770
30/06/2020 11:44:13 a.m.	30/06/2020 12:21:55 p.m.	13010	6850	6160
07/07/2020 12:03:07 p.m.	07/07/2020 12:36:08 p.m.	13000	6560	6440
14/07/2020 11:53:58 a.m.	14/07/2020 12:44:46 p.m.	12350	6600	5750
21/07/2020 11:25:49 a.m.	21/07/2020 11:49:47 a.m.	12390	6550	5840
28/07/2020 12:09:34 p.m.	28/07/2020 12:37:07 p.m.	12130	6630	5500
04/08/2020 11:50:14 a.m.	04/08/2020 12:15:37 p.m.	11980	6400	5580
11/08/2020 12:17:35 p.m.	11/08/2020 12:44:38 p.m.	12800	6470	6330
18/08/2020 11:57:00 a.m.	18/08/2020 12:31:01 p.m.	12920	6750	6170
25/08/2020 12:33:36 p.m.	25/08/2020 01:10:10 p.m.	12400	7030	5370
01/09/2020 01:12:12 p.m.	01/09/2020 02:15:56 p.m.	13270	6990	6280
08/09/2020 01:13:45 p.m.	08/09/2020 02:13:19 p.m.	11860	7040	4820
14/09/2020 12:01:03 p.m.	15/09/2020 01:25:30 p.m.	12880	7080	5800
15/09/2020 12:10:20 p.m.	15/09/2020 01:25:41 p.m.	13310	7080	6230
22/09/2020 12:16:59 p.m.	22/09/2020 01:14:35 p.m.	12640	6910	5730
29/09/2020 12:34:29 p.m.	29/09/2020 01:06:59 p.m.	13200	6940	6260
13/10/2020 12:33:04 p.m.	13/10/2020 12:58:34 p.m.	12500	7090	5410
20/10/2020 12:50:34 p.m.	20/10/2020 01:19:09 p.m.	13120	6950	6170
27/10/2020 12:36:04 p.m.	27/10/2020 01:07:27 p.m.	13170	6980	6190
03/11/2020 12:36:01 p.m.	03/11/2020 01:14:24 p.m.	13260	7050	6210
10/11/2020 12:40:41 p.m.	10/11/2020 01:08:36 p.m.	13210	7080	6130
17/11/2020 11:41:16 a.m.	17/11/2020 01:29:23 p.m.	13240	7020	6220
01/12/2020 01:10:16 p.m.	01/12/2020 01:37:14 p.m.	13800	7050	6750

08/12/2020 11:43:45 a.m.	08/12/2020 12:01:10 p.m.	13050	7100	5950
15/12/2020 12:30:01 p.m.	15/12/2020 12:52:09 p.m.	13140	7120	6020
22/12/2020 12:46:02 p.m.	22/12/2020 01:12:39 p.m.	12620	7100	5520
29/12/2020 12:36:47 p.m.	29/12/2020 01:06:21 p.m.	13280	7110	6170

Fuente: Municipalidad de San Carlos, 2021