

Estudio de alternativa técnica para la estructuración empresarial de un sistema regional de aseo para la provincia de Rionegro, Cundinamarca, Colombia

Technical alternative study for the business structuring of a regional sanitation system for the province of Rionegro, Cundinamarca, Colombia

Manuel Alberto Salgado Alba*

Recibido: 20 - 02 - 2020 / Aceptado: 21 - 05 - 2020 / Publicado: 26 - 06 - 2020

Resumen

En la actualidad la estructuración de los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento en Colombia se ajusta, entre otros, a la implementación efectiva de esquemas de regionalización del manejo de residuos sólidos, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 1450 de 2011. En consecuencia, se realizó el diseño y selección de una alternativa técnica para la operación de transporte a disposición final y aprovechamiento de residuos sólidos. Ello funcionó como base para la estructuración empresarial de un sistema regional de aseo para la provincia de Rionegro, Cundinamarca (Colombia).

Summary

Nowadays, the structuring of the Departmental Plans for the Business Management of Water and Sanitation Services in Colombia is adjusted, among others, the effective implementation of regional schemes for solid waste management, in accordance with Law 1450 of 2011. Consequently, the design and selection of a technical alternative for the operation of transport to final disposal and use of solid waste was made as a basis for the business structuring of a regional cleaning system, for the province of Rionegro, Cundinamarca (Colombia).

Palabras clave: disposición final, relleno sanitario, planta de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, planta de transferencia, gestión integral de residuos sólidos, Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento.

Cómo citar: Salgado Alba, M. (2020). Estudio de alternativa técnica para la estructuración empresarial de un sistema regional de aseo para la provincia de Rionegro, Cundinamarca, Colombia. Hashtag, (16), 17-31

Keywords: Final Disposal, Sanitary Landfill, Organic Solid Waste Management Plant, Transfer Plant, Solid Waste Integral Management, Departmental Plans for The Business Management of Water and Sanitation Services.

Declaración de conflictos de interés: el autor declara no tener ningún conflicto de interés

* Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Especialista en Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander, Colombia. Master of Business Administration, Broward International University, Estados Unidos de América. Afiliación: Investigador de la Dirección Nacional de Investigaciones y docente del Área de Ciencias Básicas de la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior – CUN, Bogotá, D.C., Colombia. E-mail: ingmanuelsalgado@yahoo.es y manuel_salgado@cun.edu.co

Introducción

En Colombia, la Ley 1450 de 2011 establece que la estructuración y funcionamiento de los Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento, PDA, se ajustarán a las características locales, la capacidad institucional de las entidades territoriales y personas prestadoras de los servicios públicos y la implementación efectiva de esquemas de regionalización. Esto ha incentivado el diseño y estudio de esquemas de

regionalización del servicio de aseo que disminuyan costos y eleven el estándar de prestación de dicho servicio. El objetivo de la investigación fue diseñar y seleccionar una alternativa técnica para la operación de transporte a disposición final y aprovechamiento de residuos sólidos, con miras a la estructuración empresarial de un sistema regional de aseo para la provincia de Rionegro.

Materiales y métodos

Se recolectó información acerca de los residuos sólidos de cada uno de los ocho municipios de la provincia de Rionegro. Esos datos se obtuvieron a través de trabajo de campo y por la información disponible al público en los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, de cada municipio (Gobernación de Cundinamarca, 2019). También se pudo acceder a ello a través del Sistema Único de Información, SUI, de la Superintendencia de Servicios Públicos. Se elaboraron alternativas para el transporte y aprovechamiento de residuos sólidos a nivel regional y se seleccionó la más viable para cada región.

Para el desarrollo del estudio técnico se contemplaron tres fases de acuerdo con el siguiente orden metodológico. La fase I consistió en dos etapas. La primera de ellas fue de verificación en campo que incluyó la recolección de información técnica sobre gestión, infraestructura y equipo para la operación en cada componente de la prestación del servicio de aseo, en los municipios de Pacho, El Peñón, La Palma, Paime, San Cayetano, Topaipí, Villa Gómez y Yacopí, de la Provincia de Rionegro, Cundinamarca. Una segunda etapa incluyó la recopilación y análisis de información de los PGIRS de cada municipio (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Minvivienda, s.f) e información de cada uno existente en las Empresas Públicas de Cundi-

namarca, EPC. Una tercera etapa consistió en la elaboración del estado del arte.

La fase II de estructuración de alternativas incluyó una etapa de construcción de escenarios y una etapa de selección del mejor escenario. Esta fase contempló elaboración de esquemas técnicos de operación regional de cada componente del servicio de aseo (segregación en la fuente, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final) para cada alternativa. Con base en una matriz comparativa, se definió cuál de los escenarios conformados es el de mayor factibilidad.

La fase III consistió en la selección, desarrollo y documentación de la mejor alternativa. Entre los aspectos que se revisaron para el esquema técnico están los siguientes:

- Generales. Hace referencia a la población objetivo.
- Aprovechamiento. Aspecto relacionado con la infraestructura y el equipo existente.
- Recolección y transporte. Este refiere a las características de los vehículos de recolección y transporte: tipo (compactador, volqueta, tractor), propiedad (dependencia mu-

nicipal a la que pertenece), marca, modelo, cilindraje (centímetros cúbicos), capacidad de carga (toneladas), estado (operativo, en adecuación, no operativo)

- Caracterización de residuos sólidos. En este se consideran las cantidades y los porcentajes de los siguientes tipos de residuos: orgánicos, vidrio, papel, cartón, chatarra, plástico, madera, icopor, sanitarios, textil y otros; y parámetros como: sólidos totales, sólidos volátiles, contenido de humedad, cadmio, cromo, mercurio, níquel y plomo
- Cobertura del servicio de aseo. Se contempla el área total del municipio (hectáreas), el área rural y urbana servidas; así como el porcentaje del área total servida, el del área rural servida y el del casco urbano servidos.
- Tipo de usuario. Medido en el número de usuarios en los estratos residenciales (estrato bajo, estrato medio-bajo, estrato medio,

estrato medio-alto), comercial, industrial e institucional

- Cantidades de residuos sólidos. Medido en toneladas por mes de los siguientes residuos: generados, enviados a disposición final, aprovechados (orgánicos y reciclados) y reciclables. También se revisó la producción per cápita de residuos sólidos o PPC (Kilogramos / habitante * día)
- Barrido y limpieza de áreas. Considera los kilómetros de vías y kilómetros equivalentes de áreas públicas barridos en áreas urbana y rural, así como los correspondientes porcentajes respecto al total de vías municipales.
- Disposición final. Medido en el número de viajes a relleno, tiempo promedio de viaje a relleno sanitario, distancias a relleno sanitario, distancias a plantas de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, número de peajes en recorridos

Consideraciones éticas

A cada uno de los municipios indagados se le envió comunicación por escrito con información sobre la naturaleza del estudio, fechas de visita y los correspondientes instrumentos de captura de datos. En campo se obtuvo la firma del consentimiento informado y en posteriores reuniones de socialización,

llevadas a cabo en la EPC, se comunicaron los hallazgos del proceso y los resultados finales. Estos se entregaron en documento físico (aproximadamente 1000 folios) y en medio magnético a la EPC para su disposición y consulta.

Metodología

Requerimientos preliminares

Con base en la información obtenida en campo sobre aspectos técnicos y de política pública en el manejo del servicio de aseo de cada municipio, se establecieron los siguientes requerimientos preliminares para la estructuración del servicio de aseo regional:

- En los municipios que conforman cada provincia debe ser obligatoria la separación en la fuente establecida, mediante un programa de segregación continuado que asegure la recolección de residuos orgánicos y reciclables en recipientes diferentes y, si es necesario, en días diferentes.

Dado el dominio político sobre los empleos que genera la prestación del servicio de aseo en cada municipio, así como la connotación social que esto conlleva, cada municipio se encargaría de la recolección interna de los residuos sólidos para el establecimiento de un esquema regional, sin el perjuicio de que posteriormente haga expresa su intención de que la empresa regional asuma dicha operación.

- En caso de ruta selectiva de orgánicos, la recolección debe efectuarse mínimo 2 veces por semana y en lo posible antes del mediodía.
- Debido al estado de las vías de conexión y el ancho de trocha requerido para la operación de recolección y transporte en la región de Rionegro, es posible utilizar compactadores de 12 yd³, 16 yd³; máximo 20 yd³ entre los municipios, y de 25 yd³ entre Pacho y el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo.

Identificación de la variable de impacto

El análisis de información permitió identificar el tema del transporte a disposición final como el principal factor de impacto en el costo del servicio de aseo en cada municipio de la provincia de Rionegro, por lo que se decidió hacer un análisis

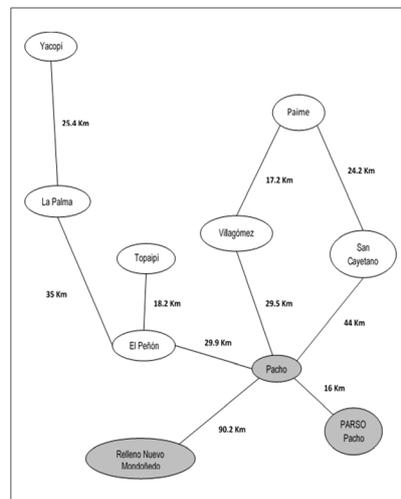
bajo los siguientes parámetros:

- Establecimiento del tipo y cantidad de residuos generados, aprovechable (orgánico y reciclable) y dispuesto en relleno.
- Verificación de la infraestructura de transporte y aprovechamiento de residuos sólidos
- Verificación del estado actual en cuanto a número de vehículos utilizados para la disposición final, la cantidad de residuos dispuestos, las distancias en los recorridos y los tiempos de recorrido
- Planteamiento y análisis de alternativas de reorganización del transporte regional a través de rutas (selectivas u ordinarias) que adicione los residuos de dos o más municipios en el trayecto.

Formulación de alternativas

Inicialmente se trazó el siguiente esquema de disposición geográfica de cada municipio de la provincia de Rionegro, con respecto a la Planta de Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos, Parso, y al relleno sanitario.

Figura 1. Esquema de distribución geográfica de municipios de la provincia de Rionegro.

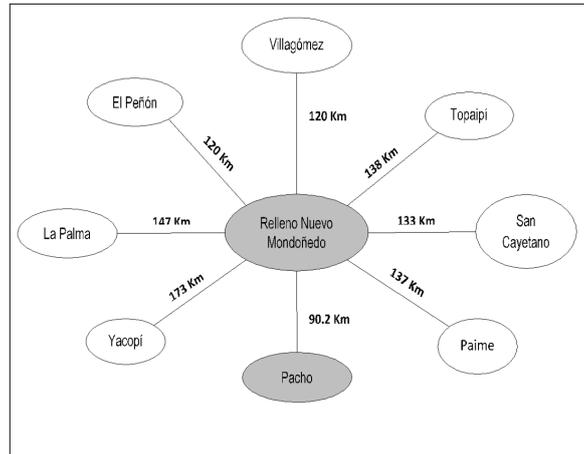


Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps.

Con base en esta disposición geográfica se construyó el siguiente esquema de las distancias de las

cabeceras municipales de la provincia de Rionegro al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo.

Figura 2. Esquema de distancias de cabeceras municipales de la provincia de Rionegro al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo

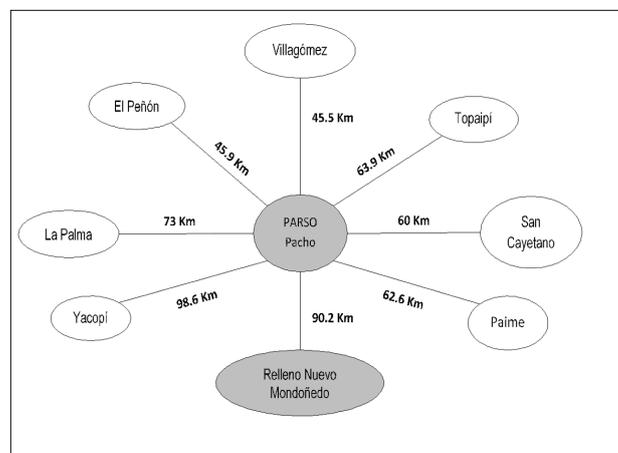


Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps

Se observa que son considerables las distancias de cada municipio al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, lo que conllevó a una revisión de las distancias de cada uno a la Parso que actualmente opera en ju-

risdicción del municipio de Pacho, a 16 km del casco urbano de éste municipio. La siguiente ilustración representa esquemáticamente estas distancias.

Figura 3. Distancias de cabeceras municipales de la provincia de Rionegro a la Parso de Pacho



Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps

Se observa que las distancias desde las cabeceras municipales a la Parso del municipio de Pacho son muy inferiores a las que hay de estas al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo. Con base en la información técnica recabada y en el análisis de la disposición geográfica regional, se establecieron diferentes alternativas y se evaluó en cada caso el

número de vehículos requeridos para la operación de transporte, las distancias recorridas, los tiempos involucrados y la cantidad de residuos a disposición final, incluyendo los correspondientes porcentajes de ahorro en relación con el esquema actual de funcionamiento. La siguiente tabla resume dicha información.

Tabla 1. Alternativas analizadas para la provincia de Rionegro con respecto a la situación actual

Provincia de Rionegro	
Estado Actual	Actualmente los residuos generados en la provincia de Rionegro son conducidos en su totalidad por cada municipio a disposición final en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo. Las excepciones son el municipio de Pacho, que cuenta con su propia Planta de Aprovechamiento de Residuos Sólidos Orgánicos; el municipio de Yacopí, que lleva sus residuos al relleno en jurisdicción de la Dorada; y el municipio de La Palma, que dispone parte de sus residuos en jurisdicción de la Dorada.
Alternativa 1 Sin planta regional.	Aprovechando los compactadores existentes, se regionaliza el servicio de transporte de residuos sólidos a disposición final en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo. De ese modo los municipios dueños de los compactadores se hacen socios al aportar sus vehículos a través de rutas que, partiendo de sus cabeceras, adicionan los residuos de dos o más municipios que se encuentren en el trayecto al relleno, para posteriormente regresar a éstos. En este escenario se disponen en relleno la misma cantidad de residuos que actualmente se disponen sin aprovechamiento en planta (a excepción de Pacho). Solo se busca generar ahorro en el transporte
Alternativa 2. Incluyendo planta regional.	Aprovechando los compactadores que ya existentes, se regionaliza el servicio de transporte llevando a cabo una ruta selectiva de residuos orgánicos dos veces por semana a la Parso del municipio de Pacho. El resto de los residuos se llevarán a disposición final en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo. En este escenario, los municipios dueños de los compactadores se hacen socios aportando los vehículos, a través de rutas que, partiendo de sus cabeceras, adicionen los residuos de dos o más municipios que se encuentren en el trayecto al relleno, para posteriormente regresar a éstos. Solo se busca generar ahorro en el transporte.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Alternativas analizadas para la provincia de Rionegro con respecto al número de vehículos operativos

Provincia de Rionegro	Vehículos		
	Operativos	A relleno	Ahorro
Estado Actual	En la actualidad operan 15 vehículos para la operación de recolección y transporte de residuos sólidos. Entre estos hay 4 compactadores, de los cuales 3 están operativos y uno está en adecuación. También están disponibles 11 volquetas, de las cuales 5 prestan el servicio de recolección y transporte a disposición final. Es decir que 9 vehículos se usan en transporte a disposición final	9	0 %
Alternativa sin planta regional	Se requerirían 4 compactadores. De ellos, uno de 12 yd ³ va a ser entregado próximamente y dos de 12 yd ³ y uno de 25 yd ³ ya operan. Cada municipio hace su recolección.	4	55,56 %
Alternativa 2 Incluyendo planta regional	Se requerirían 4 compactadores de los cuales uno de 12 yd ³ va a ser entregado en un futuro. Están ya en operación uno de 12 yd ³ , uno de 16 yd ³ y uno de 25 yd ³ . Cada municipio hace su recolección	4	55,56 %

Fuente: elaboración propia

Tabla 3. Comparativo entre alternativas analizadas respecto a la situación actual en la disposición final y la distancia a relleno

Provincia de Rionegro	Disposición final		Distancia a relleno		Tiempo a relleno	
	ton/sem	Ahorro	km/sem	Ahorro	h/sem	Ahorro
Estado Actual	81,82	0 %	3610,6	0 %	131,48	0 %
Alternativa 1 sin planta regional	81,82	0 %	2519,4	30,22 %	110,51	15,95 %
Alternativa 2 con planta regional	61,49	24,85 %	2545,9	29,49 %	111,83	14,95 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Comparativo entre las alternativas analizadas con respecto a la situación actual en tiempo gastado a relleno sanitario

Provincia de Rionegro	Tiempo a relleno	
	h/sem	Ahorro
Estado Actual	131,48	0 %
Alternativa 1 sin planta regional	110,51	15,95 %
Alternativa 2 con planta regional	111,83	14,95 %

Fuente: elaboración propia con base en información suministrada por la Oficina de Servicios Públicos e información de Superservicios, SUI

Resultados

Desde el punto de vista técnico, la opción más viable para la regionalización del servicio de aseo en la provincia de Rionegro es la alternativa 2, que incluye planta regional, en la que, aprovechando los compactadores, se regionaliza el servicio de transporte, a través de una ruta selectiva de residuos orgánicos dos veces por semana a la Parso del municipio de Pacho que, en este escenario, actuaría como planta regional. El resto de los residuos se llevarán a disposición final en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo.

Así las cosas, los municipios dueños de los compactadores se hacen socios al aportar los vehículos

y a través de rutas que, partiendo de sus cabeceras, adicionan los residuos de dos o más municipios que se encuentren en el trayecto al relleno para posteriormente regresar a éstos. Solo se busca generar ahorro en el transporte.

En la siguiente tabla se discriminan las cantidades de residuos sólidos orgánicos con base en un 50 % de aprovechamiento del total de residuos orgánicos generados. Igualmente se discriminan las cantidades de residuos sólidos enviadas a disposición final y las correspondientes frecuencias.

Tabla 5. Cantidades de residuos sólidos orgánicos y ordinarios

Municipio	Orgánicos aprovechables 50 %				Disposición si se aprovechara el 50 % orgánicos			
	ton/mes	ton/sem	veces/sem	ton/viaje	ton/mes	ton/sem	veces/sem	ton/viaje
Pacho	82.28	20.57	2	10.28	164.88	41.22	4	10.31
La Palma	23.88	5.87	2	2.99	48.71	12.18	3	4.06
Yacopí	14.42	3.60	2	1.80	27.86	6.96	1	6.96
El Peñón	4.74	1.18	2	0.59	8.49	2.12	2	1.06
Paimé	4.36	1.09	2	0.55	8.42	2.10	1	2.10
Villagómez	1.24	0.31	2	0.16	6.28	1.57	1	1.57
Topaipí	2.02	0.51	2	0.25	4.60	1.15	1	1.15
San Cayetano	2.82	0.70	2	0.35	4.58	1.14	1	1.14
Total	135.76	33.94			273.81	68.45		

Fuente: cálculos propios con base en información suministrada por SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos

Una consideración bajo este esquema es que no vale la pena incluir en la ruta selectiva de residuos orgánicos a Paimé, Villagómez y San Cayetano, porque la cantidad de orgánicos por frecuencia (1.05 ton/viaje equivalente a 2.1 ton/sem) no justifica la distancia involucrada para llevar a la Parso regional (146.9 km/viaje). Igualmente, en el esquema no se considera el desplazamiento de residuos ordinarios (resto) desde Yacopí al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo ni la utilización de su compactador

de 16 yd³ para estos residuos, por lo que se recomienda que Yacopí siga remitiendo sus residuos al relleno sanitario en jurisdicción de Dorada, Caldas. En la siguiente tabla se discriminan tanto las cantidades de residuos orgánicos enviadas a la Parso de Pacho, como las enviadas a disposición final en el relleno Nuevo Mondoñedo. Igualmente se presenta el cronograma de las rutas selectivas semanales, el compactador a utilizar y la carga en cada ruta. Se discrimina cada vehículo por un color.

Tabla 6. Cronograma de ruteo semanal de orgánicos

Municipio	Ruta selectiva orgánicos		
	Martes	Sábado	Total
	ton	ton	ton
Pacho	10.28	10.28	20.57
La Palma	2.99	2.99	5.97
Yacopí	1.80	1.80	3.60
El Peñón	0.59	0.59	1.18
Paima			0.00
Villagómez			0.00
Topaipí	0.25	0.25	0.51
San Cayetano			0.00
Total	15.92	15.92	31.84
Cantidad (ton)	10.28	10.28	20.57
Distancia (km)	32	32	64.00
Tiempo (h)	1.6	1.6	3.20
Cantidad (ton)	5.63	5.63	11.27
Distancia (km)	249	249	498.00
Tiempo (h)	12.45	12.45	24.90

Fuente: Cálculos propios con base en información suministrada por la Oficina de Servicios Públicos e información del SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos

Tabla 7. Cronograma de ruteo semanal de residuos a disposición final

Municipio	Ruta resto de residuos sólidos a disposición final						
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Total
	ton	ton	ton	ton	ton	ton	ton
Pacho	10.31		10.31	10.31	10.31		41.22
La Palma		4.06		4.06		4.06	12.18
Yacopí							0.00
El Peñón		1.06		1.06			2.12
Paime			2.10				2.10
Villagómez			1.57				1.57
Topaipí						1.15	1.15
San Cayetano			1.14				1.14
Total	10.31	5.12	15.12	15.43	10.31	5.21	61.49
Cantidad (ton)	10.31		10.31	10.31	10.31		41.22
Distancia (km)	180.4		180.4	180.4	180.4		721.60
Tiempo (h)	5.15		5.15	5.15	5.15		20.62
Cantidad (ton)			4.82				4.82
Distancia (km)			295.3				295.3
Tiempo (h)			14.77				14.77
Cantidad (ton)		5.15		5.15		5.15	15.45
Distancia (km)		310.2		310.2		346.6	967.00
Tiempo (h)		15.51		15.51		17.33	48.35
Total ton/sem							93.32

Fuente: Cálculos propios con base en información suministrada por la Oficina de Servicios Públicos e información del SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos

En la siguiente tabla se describe en detalle la ruta que debe seguir cada vehículo, incluyendo la cantidad de residuos a recoger en cada municipio y las distancias a recorrer bajo el esquema considerado.

Tabla No. 8. Detalle del ruteo semanal tanto de orgánicos como de disposición final

Días	Rutas	Totales	
Carro 1. Compactador de 25 yd ³ - 11.09 ton pertenece a Pacho			
Martes y sábado	Ruta selectiva orgánica. De Pacho (10.28 ton) 16 km a Parso 16 km a Pacho origen. Total 32 km/viaje y 1.6 h/viaje (2 viajes)	Cantidad (ton/sem)	20.57
		Distancia (km/sem)	64
		Tiempo (h/sem)	3.20
Lunes, miércoles, jueves y viernes	Ruta resto. De Pacho (10.31 ton) 90.2 km a Nuevo Mondoñedo 90.2 km a Pacho origen. Total 180.4 km/viaje y 5.15 h/viaje (4 viajes)	Cantidad (ton/sem)	41.22
		Distancia (km/sem)	721.60
		Tiempo (h/sem)	20.62
Carro 2. Compactador 16 yd ³ - 7.10 ton pertenece a Yacopí			
Martes y Sábado	Ruta selectiva orgánica. De Yacopí (1.8 ton) 25.4 km a La Palma (2.99 ton) 35 km a El Peñón 18.2 km Topaipí (0.25 ton) 18.2 km a El Peñón (0.59 ton) 29.9 km a Pacho 90.2 km a Nuevo Mondoñedo 90.2 km a Pacho 29.9 km a El Peñón 35 km a La Palma 25.4 Yacopí. Total 249 km/viaje y 12.45 h/viaje (2 viajes)	Cantidad (ton/sem)	11.27
		Distancia (km/sem)	498
		Tiempo (h/sem)	24.9
Carro 3. Compactador 12 yd ³ - 5.32 ton pertenece Villagómez			
Miércoles	Ruta resto. Villagómez 17.2 km Paimé 24.2 km San Cayetano 44 km Pacho 90.2 km Nuevo Mondoñedo 90.2 km Pacho 29.5 km Villagómez origen	Cantidad (ton/sem)	4.82
		Distancia (km/sem)	295.3
		Tiempo (h/sem)	14.77
Carro 4. Compactador 12 yd ³ - 5.32 ton de La Palma			
Martes y Jueves	Ruta resto. La Palma (4.06 ton) 35 km a El Peñón (1.06 ton) 29.9 km a Pacho 90.2 km a Nuevo Mondoñedo 90.2 km a Pacho 29.9 km a El Peñón 35 km a La Palma (origen). Total 310.2 km/viaje y 15.51 h/viaje (2 viajes)	Cantidad (ton/sem)	10.24
		Distancia (km/sem)	967
		Tiempo (h/sem)	48.35
Sábado	Ruta resto. La Palma (4.06 ton) 35 km a El Peñón 18.2 km Topaipí (1.15 ton) 18.2 km a El Peñón 29.9 km a Pacho 90.2 km a Nuevo Mondoñedo 90.2 km a Pacho 29.9 km a El Peñón 35 km a La Palma (origen). Total 346.6 km/viaje y 17.33 h/viaje (1 viaje)	Cantidad (ton/sem)	5.21
		Distancia (km/sem)	346.6
		Tiempo (h/sem)	17.33

Fuente: elaboración propia con base en información suministrada por la Oficina de Servicios Públicos e información del SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos

En la siguiente tabla se discrimina el total de las operaciones consideradas. cantidades, distancias y tiempos requeridos para

Tabla 9. Cantidades, distancias y horas a la semana para cada tipo de residuos sólidos

Dimensión	Orgánicos aprovechables	Disposición final	Total
Total ton/sem	31.84	61.49	93.32
Total km/sem	562.00	1983.90	2545.90
Total h/sem	28.10	83.73	111.83

Fuente: elaboración propia con base en información suministrada por la Oficina de Servicios Públicos e información de Superintendencia de Servicios Públicos, SUI.

Aunque las distancias son apreciables entre los municipios de la provincia de Rionegro y el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, esta alternativa sí considera un viaje de residuos orgánicos desde Yacopí en su compactador de 16 yd³ a la Parso de Pacho, en virtud de que la distancia de este municipio al relleno de la Dorada es mayor (147 km según PGIRS), a la distancia hasta la Parso de Pacho (106.3 km).

En comparación con el esquema actual de prestación del servicio de aseo en la Provincia de Rionegro, la alternativa de regionalización más viable proporcionaría un ahorro del 55,56 % en el número de vehículos de transporte a relleno, un ahorro de 24,85 % en la disposición final de residuos sólidos; un ahorro de 29,49 % en el recorrido y un ahorro de 14,95 % en el tiempo de transporte.

Conclusiones

En este aparte se relacionan las conclusiones del estudio de estructuración empresarial de un sistema regional de aseo para la Provincia de Rionegro, tanto en su fase diagnóstica como en las etapas de estudio de alternativas y selección del mejor escenario. En la etapa diagnóstica, se encontraron inconsistencias en las fechas de reporte de la producción per cápita, PPC, puesto que los municipios no son explícitos en el año para el cual se efectúa el

cálculo. Tampoco se expresa qué fracción de población proyectada del Dane (u otra, en caso del Sisben) utilizan con base en la población servida, para los cálculos que sustentan la PPC. Dichos cálculos, para el caso de algunos municipios, no corresponden con los de este informe. Se recomienda tener en cuenta este aspecto para solicitud en futuros estudios por parte de los municipios.

En los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, revisados se observan incongruencias en la expresión de unidades dimensionales (m, km, km², Ha) y el manejo de separadores (m, km) para la presentación de los datos, así como contradicciones en la expresión de horarios y tiempos de recolección (Carmen de Carupa) y duplicidad en los textos. Algunos PGIRS no sustentan de manera explícita el cálculo de la producción per cápita de residuos y no referencian la proyección utilizada, hecho que, sumado a que varios encabezados, no hacen alusión a la fecha del mismo. Ello da lugar a interpretaciones erradas respecto de los datos presentados y las bases de cálculo que los sustentan. Por lo anterior se recomienda elaborar una guía de presentación de los datos del PGRIS, que sea complementaria a la metodología reglamentada en la Resolución 754 de 2014, además de amigable y simple, con el fin de conseguir mayor uniformidad, sencillez, versatilidad y menos extensión en los documentos.

En los PGIRS se evidenció duplicidad de datos tan particulares como la producción per cápita para cada municipio, que se registra con un valor de 0.41 kg/hab-día para varios municipios, lo que es poco probable. Esto responde a que varios PGIRS fueron elaborados por una misma entidad, como se observó durante la revisión de los documentos. Por lo anterior, se recomienda actualizar los PGIRS con una mayor participación en la elaboración y con base en los criterios de la guía de presentación de datos anteriormente sugerida.

Tanto la información técnica y financiera que se carga al SUI, como la incluida durante la elaboración y actualización de los PGIRS, en la mayoría de los casos se encuentran en manos de contratistas externos, lo que dificulta su obtención y, en ocasiones, no es del alcance técnico para el funcionario encargado. Por esta razón es necesario incorporar formatos explícitos y amigables que permitan hacer seguimiento de los datos técnicos por parte de la autoridad o de un interesado, pues estos son datos públicos.

Al momento de revisar la información del SUI, se encuentra que muchos municipios no cuentan con la información actualizada o es deficiente en su calidad. Por esta razón se debe instar a los municipios a actualizar esa información y a reportar regularmente teniendo en cuenta las sanciones que podría ocasionar no hacerlo, conforme a lo establecido en el artículo 81 de la Ley 142 de 1994.

Etapas de estudio de alternativas y selección del mejor escenario

Desde el punto de vista técnico, la opción más viable es la Alternativa 2 (ver tablas 1, 2 y 3), que incluye planta regional, en la que, aprovechando los compactadores existentes, se regionaliza el servicio de transporte, a través de una ruta selectiva de residuos orgánicos dos veces por semana, a la Parso del municipio de Pacho. Esta actuaría como planta regional. El resto de los residuos se llevarán a disposición final en el relleno sanitario Nuevo Mondoño. En este escenario, los municipios dueños de los compactadores se hacen socios aportando los vehículos, a través de rutas que, partiendo de sus cabeceras, adicionen los residuos de dos o más municipios que se encuentren en el trayecto al relleno, para posteriormente regresar a estos.

A excepción del municipio de Pacho, los demás municipios de la Provincia de Rionegro no cuentan con segregación de residuos orgánicos en la fuente. Implementar esta práctica a nivel regional, además de requerir inversión, requiere programas de socialización y entrega de materiales, que pueden entregar retornos efectivos en volumen de orgánicos en aproximadamente 5 años. Es absolutamente inviable llevar a cabo cualquier proyecto que involucre construir una planta de aprovechamiento sin de antemano segregar los residuos.

Si actualmente se llevará a cabo la segregación de residuos orgánicos en la fuente, el potencial de residuos sólidos orgánicos de la Provincia de Rionegro sería de apenas 135.76 toneladas (un 52.4 %) de las 259.03 requeridas. Por ello, desde el punto de vista

de las cantidades de materia prima para el funcionamiento de una Parso, una planta para la Provincia de Rionegro es inviable. Sin embargo, llevando a cabo una reorganización del transporte de residuos, es posible conseguir un ahorro en el transporte de residuos en comparación con las condiciones actuales de funcionamiento (ver cuadros comparativos).

La alternativa es aprovechar que, para trasladarse al relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, los municipios de la Provincia de Rionegro (inclusive otros que no pertenecen a dicha provincia) tienen que pasar obligatoriamente por Pacho. Por ello, se sugiere que algunos municipios incorporen frecuencias selectivas de orgánicos, para que no tengan que hacer el desplazamiento hasta el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo y, por el contrario, se aho-

rran aproximadamente 180 km (90.2 km solo ida desde Pacho) llevando los residuos apenas hasta la Parso de Pacho.

El potencial promedio de residuos sólidos aprovechables mediante procedimientos de reuso, reciclaje (vidrio, papel, cartón, chatarra, plástico) o transformación de materiales (huesos) asciende a 34.67 %. El porcentaje de residuos sólidos no aprovechables entre otros las fracciones de rechazos de compostaje, madera, icopor, sanitarios, textil, hospitalarios, cerámica, escombros, caucho y cuero, asciende a 6.49 %. En conclusión, el 93.47 % de los residuos de la Provincia de Rionegro son de algún modo aprovechables y solo el 6.49 % debería llevarse a disposición final.

Referencias

- Congreso de Colombia (2011). Ley 1450: por la cual se expide el plan nacional de desarrollo 2010-2014. D.O: 48.
- Gobernación de Cundinamarca (2019). Gestión Integral de Residuos Sólidos en el departamento de Cundinamarca (PGIRS). Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5e29f9d0e2cda.pdf>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio [Minvivienda] (s.f). Planes de gestión integral de residuos sólidos. Recuperado de: <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/planes-de-gestion-integral-de-residuos-solidos>