



## **Contrato de Consultoría N° 019 de 2018**

CONSTRUCCIÓN Y ARTICULACIÓN DE LA POLÍTICA DE PRODUCCIÓN,  
CONSUMO SOSTENIBLE Y GESTIÓN INTEGRAL DE ASEO

PRODUCTO 5. - PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS  
EMPRESARIALES PARA EL COMPONENTE DE APROVECHAMIENTO

**CONSULTORÍA Y DIRECCIÓN DE PROYECTOS SAS**



BOGOTÁ D.C., SEPTIEMBRE DE 2019

## CONTENIDO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Introducción</b> .....  | <b>13</b> |
| <b>1 Objetivos</b> .....   | <b>16</b> |
| 1.1 Objetivo general .....                                       | 16        |
| 1.2 Objetivos específicos.....                                   | 16        |
| <b>2 Estudio de Mercado</b> .....                                | <b>17</b> |
| 2.1 Análisis de Atractividad.....                                | 22        |
| 2.1.1 Determinación de las Variables de Oferta y Demanda .....   | 25        |
| 2.1.2 Determinación de la Demanda Potencial .....                | 26        |
| 2.1.3 Tipos de demandantes (compradores) de material.....        | 27        |
| 2.1.3.1 Industria del papel y cartón.....                        | 27        |
| 2.1.3.2 Industria del plástico.....                              | 27        |
| 2.1.3.3 Industria del vidrio .....                               | 29        |
| 2.1.3.4 Industria siderúrgica .....                              | 30        |
| 2.2 Oferta Potencial de MPR del departamento .....               | 30        |
| 2.3 Análisis de Competitividad.....                              | 33        |
| 2.4 Actualización y complemento Fase 1 Estudio de Mercado.....   | 34        |
| 2.4.1 Actualización del censo a recicladores .....               | 34        |
| 2.4.2 Formato de recolección de información .....                | 37        |
| 2.4.3 Recopilación de información – Base de datos .....          | 37        |
| 2.4.4 Matrices FODA.....   | 37        |
| 2.5 Actualización y complemento Fase 2 Estudio de mercado.....   | 39        |
| 2.6 Valoración agronómica de la fracción orgánica .....          | 39        |
| 2.6.1 Aspecto físico.....  | 39        |
| 2.6.2 Aspecto químico.....                                       | 40        |
| 2.6.3 Aspecto biológico.....                                     | 40        |
| 2.6.4 Análisis del material orgánico .....                       | 41        |
| 2.6.5 Criterios de selección del material orgánico.....          | 44        |
| <b>3 Alternativas para residuos inorgánicos</b> .....            | <b>47</b> |
| 3.1 Identificación y descripción de alternativas para MPR .....  | 47        |
| 3.2 Estimación de cantidades de MPR.....                         | 51        |
| 3.2.1 Generación de material potencialmente reciclable.....      | 51        |
| 3.2.2 Factores para la proyección del MPR a recuperar .....      | 52        |
| 3.2.3 Calidad de los residuos y proyección de rechazos .....     | 56        |
| 3.2.4 MPR a comercializar .....                                  | 57        |
| 3.3 Alternativa No. 1 – ECA Calarcá .....                        | 59        |
| 3.3.1 Aspectos operativos.....                                   | 62        |
| 3.3.2 Aspectos administrativos y organizacionales .....          | 63        |
| 3.3.3 Costos de inversión y operación .....                      | 64        |
| 3.4 Alternativa No. 2 - ECA Calarcá y Armenia .....              | 66        |
| 3.4.1 Aspectos operativos.....                                   | 66        |
| 3.4.2 Aspectos administrativos y organizacionales .....          | 66        |
| 3.4.3 Costos de inversión y operación .....                      | 67        |
| 3.5 Estudio económico fase operacional .....                     | 69        |
| 3.5.1 Conceptos constitutivos de ingreso.....                    | 69        |
| 3.5.2 Conceptos constitutivos de Egreso .....                    | 78        |
| 3.5.3 Determinación y Valoración de la Estructura Económica..... | 80        |
| 3.6 Estudio Financiero .....                                     | 80        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 3.6.1    | Descripción de los Indicadores de Evaluación .....                | 81        |
| 3.6.2    | Supuestos de Cálculo para las Proyecciones .....                  | 81        |
| 3.6.3    | Flujo de Caja Alternativa 1 .....                                 | 82        |
| 3.6.4    | Flujos de Caja Alternativa 2 .....                                | 83        |
| 3.6.5    | Evaluación Financiera de las Alternativas .....                   | 84        |
| 3.6.6    | Análisis de Sensibilidad y Riesgos .....                          | 85        |
| 3.6.7    | Concepto de Factibilidad y Viabilidad Mejor Alternativa.....      | 87        |
| 3.7      | Selección de alternativas .....                                   | 88        |
| 3.7.1    | Metodología de evaluación .....                                   | 88        |
| 3.7.2    | Matriz de evaluación .....  | 88        |
| 3.7.3    | Resultados .....  | 89        |
| 3.8      | Descripción de beneficios e impactos generales .....              | 90        |
| 3.8.1    | Empleos generados .....   | 90        |
| 3.8.2    | Beneficios ambientales generales.....                             | 90        |
| 3.8.3    | Otros beneficios generados .....                                  | 91        |
| <b>4</b> | <b>Alternativas para residuos orgánicos .....</b>                 | <b>92</b> |
| 4.1      | Identificación y descripción de alternativas para orgánicos ..... | 92        |
| 4.2      | Estimación de cantidades del material orgánico aprovechable ..... | 96        |
| 4.2.1    | RSO de poda de árboles y corte de césped .....                    | 96        |
| 4.2.2    | RSO generados en plazas de mercado .....                          | 97        |
| 4.2.3    | Proyección de cantidades a aprovechar .....                       | 104       |
| 4.3      | Alternativa 1 orgánicos .....                                     | 106       |
| 4.3.1    | Aspectos técnicos .....   | 106       |
| 4.3.2    | Aspectos administrativos y organizaciones.....                    | 108       |
| 4.3.3    | Inversión y Costos para alternativa 1 .....                       | 109       |
| 4.4      | Alternativa 2 orgánicos .....                                     | 109       |
| 4.4.1    | Aspectos técnicos .....   | 110       |
| 4.4.2    | Aspectos administrativos y organizacionales.....                  | 110       |
| 4.4.3    | Inversión y Costos para alternativa 2 .....                       | 111       |
| 4.5      | Estudio Económico Fase Operacional.....                           | 112       |
| 4.5.1    | Conceptos Constitutivos de Ingreso.....                           | 112       |
| 4.5.2    | Conceptos Constitutivos de Egreso .....                           | 114       |
| 4.5.3    | Determinación y Valoración de la Estructura Económica.....        | 115       |
| 4.6      | Estudio Financiero .....  | 116       |
| 4.6.1    | Descripción de los Indicadores de Evaluación .....                | 116       |
| 4.6.1.1  | Valor presente neto VPN.....                                      | 116       |
| 4.6.1.2  | Tasa Interna de Retorno TIR .....                                 | 116       |
| 4.6.1.3  | Relación beneficio-costos.....                                    | 116       |
| 4.6.2    | Supuestos de Cálculo para las Proyecciones .....                  | 117       |
| 4.6.3    | Flujo de Caja Alternativa 1 .....                                 | 117       |
| 4.6.4    | Flujos de Caja Alternativa 2 .....                                | 118       |
| 4.6.5    | Evaluación Financiera de las Alternativas.....                    | 119       |
| 4.6.6    | Análisis de Sensibilidad y Riesgos .....                          | 119       |
| 4.6.6.1  | Escenario Optimista .....   | 119       |
| 4.6.6.2  | Escenario Pesimista .....   | 119       |
| 4.6.7    | Concepto de Factibilidad y Viabilidad Mejor Alternativa.....      | 120       |
| 4.7      | Selección de alternativas .....                                   | 120       |
| 4.7.1    | Metodología de evaluación .....                                   | 120       |
| 4.7.2    | Matriz de evaluación .....  | 120       |
| 4.7.3    | Resultados .....  | 121       |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 4.8       | Descripción de beneficios e impactos generales.....  | 122        |
| 4.8.1     | Empleos generados .....  | 122        |
| 4.8.2     | Beneficios ambientales generales.....  | 122        |
| 4.8.3     | Otros beneficios generados .....   | 123        |
| <b>5</b>  | <b>Aspectos regulatorios – Marco jurídico aplicable.....</b>   | <b>124</b> |
| <b>6</b>  | <b>CANVAS "Quindío Basura Cero" .....</b>  | <b>126</b> |
| <b>7</b>  | <b>Sistema de Gestión Seguridad y Salud en el Trabajo – SG–SST.....</b>  | <b>130</b> |
| 7.1       | Referencia legal.....  | 130        |
| 7.2       | Definiciones .....   | 131        |
| 7.3       | Presentación de la empresa .....   | 132        |
| 7.4       | Roles y responsabilidades.....   | 132        |
| 7.5       | Organización .....   | 133        |
| 7.6       | Metodología utilizada para el panorama de riesgos .....  | 136        |
| 7.7       | Metodología matriz de riesgos – probabilidad .....   | 136        |
| 7.7.1     | Matriz de riesgo.....  | 136        |
| 7.7.1.1   | Identificación de actividades y tareas comunes en la operación del centro de acopio, ECA o bodega para material aprovechable inorgánico. ... | 137        |
| 7.7.1.2   | Identificación de riesgos y peligros relacionados con la operación del componente de aprovechamiento.....                                    | 138        |
| 7.7.1.3   | Medidas de mitigación y control para el manejo de residuos sólidos inorgánicos.....  | 140        |
| 7.7.1.4   | Medidas complementarias para las instalaciones de reciclaje Centro de acopio o ECA:.....   | 141        |
| 7.7.1.5   | Dotación de equipos y elementos de protección personal .....   | 142        |
| 7.8       | Metodología utilizada para el panorama de riesgos en el aprovechamiento de RS orgánicos.....   | 144        |
| 7.8.1     | Identificación de actividades y tareas comunes en la operación de una PARSO.....   | 145        |
| 7.8.1.1   | Identificación de peligros y riesgos relacionados a la operación del componente de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.....        | 146        |
| 7.8.1.2   | Medidas de mitigación y control para la alternativa de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos .....                                   | 149        |
| 7.8.1.3   | Medidas complementarias de prevención de riesgos en una PARSO: 150   |            |
| 7.8.1.4   | Dotación de equipos y elementos de protección individual en la operación de una PARSO.....   | 151        |
| <b>8</b>  | <b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>  | <b>154</b> |
| 8.1       | Residuos inorgánicos .....   | 154        |
| 8.2       | Residuos orgánicos .....   | 155        |
| <b>9</b>  | <b>Anexos .....</b>  | <b>157</b> |
| <b>10</b> | <b>Bibliografía .....</b>  | <b>158</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tabla 2-1  | Mercado regulado Vs. Mercado abierto .....  | 23 |
| Tabla 2-2  | Ubicación de la industria de papel y cartón en Colombia.....  | 27 |
| Tabla 2-3  | Estimación MPR en municipios del Departamento del Quindío 2018 ...  | 31 |
| Tabla 2-4  | Comparativo línea base y actualización de recicladores y organizaciones   | 34 |
| Tabla 2-5  | Resultado Censo de Recicladores .....   | 35 |
| Tabla 2-6  | Matriz DOFA de la actividad de aprovechamiento .....  | 37 |
| Tabla 2-7  | Resultados de laboratorio, Muestra de Armenia .....   | 42 |
| Tabla 2-8  | Resultados de laboratorio, Muestra de Calarcá .....   | 42 |
| Tabla 2-9  | Límites máximos permisibles de metales pesados en residuos sólidos<br>urbanos                                   | 43 |
| Tabla 3-1  | Descripción de alternativas inorgánicos reciclables .....   | 48 |
| Tabla 3-2  | Proyección de residuos en el Quindío, 2019-2031 (t/año) .....   | 51 |
| Tabla 3-3  | Proyección de MPR en el Quindío (t/año) .....   | 52 |
| Tabla 3-4  | Datos base separación en la fuente en la población .....  | 53 |
| Tabla 3-5  | Criterios para formular metas de aprovechamiento .....  | 55 |
| Tabla 3-6  | Cantidades MPR a recolectar por municipio (t/año).....  | 56 |
| Tabla 3-7  | Rechazo en planta del MPR recolectado (t/año).....  | 57 |
| Tabla 3-8  | Plástico efectivamente aprovechado en planta (t/año).....   | 58 |
| Tabla 3-9  | Papel-cartón efectivamente aprovechado en planta (t/año).....   | 58 |
| Tabla 3-10 | Metal efectivamente aprovechado en planta (t/año) .....   | 58 |
| Tabla 3-11 | Vidrio efectivamente aprovechado en planta (t/año).....   | 59 |
| Tabla 3-12 | Estado actual de los Centros de acopio.....   | 61 |
| Tabla 3-13 | Planta de personal a mediano plazo, alternativa 1 .....   | 64 |
| Tabla 3-14 | Alternativa 1- Inversión inicial ECA Calarcá (miles \$).....  | 65 |
| Tabla 3-15 | Alternativa 1- Inversión Centros de acopio (miles \$) .....   | 65 |
| Tabla 3-16 | Alternativa 1 - Costos de operación, administración y mantenimiento<br>ECA Calarcá (miles \$/año 5).....        | 65 |
| Tabla 3-17 | Alternativa 1 - Costos de operación, administración y mantenimiento<br>Centros de acopio (miles \$/año 5) ..... | 66 |
| Tabla 3-18 | Planta de personal a mediano plazo, alternativa 2 .....   | 67 |
| Tabla 3-19 | Alternativa 2- Inversión inicial ECA (miles \$) .....   | 68 |
| Tabla 3-20 | Alternativa 2 - Costos de operación, administración y mantenimiento<br>(Miles \$/año 5) .....                   | 68 |
| Tabla 3-21 | Costos de referencia (\$ julio de 2018) .....   | 69 |
| Tabla 3-22 | Proyección suscriptores del servicio público de aseo .....  | 70 |
| Tabla 3-23 | Ingresos por tarifas - \$ constantes de 2018.....   | 70 |
| Tabla 3-24 | Precios mínimos y máximos por material- \$constantes de 2018 .....  | 71 |
| Tabla 3-25 | Márgenes promedio por tipo de material .....  | 72 |
| Tabla 3-26 | Valor de la intermediación por tipo de material.....  | 72 |
| Tabla 3-27 | Precios de venta promedio del material- \$constantes de 2018 .....  | 72 |
| Tabla 3-28 | Ventas por plástico- \$ constantes de 2018.....   | 72 |
| Tabla 3-29 | Ventas por papel y cartón- \$ constantes de 2018.....   | 73 |
| Tabla 3-30 | Ventas por metales- \$ constantes de 2018.....  | 74 |
| Tabla 3-31 | Ventas por vidrio- \$ constantes de 2018.....   | 74 |
| Tabla 3-32 | Ingresos por comercialización - \$ constantes de 2018 .....   | 75 |
| Tabla 3-33 | Ingresos ECA Alt. 1 - \$ constantes de 2018 .....   | 75 |
| Tabla 3-34 | Ingresos ECA Armenia Alt. 2 .....   | 77 |
| Tabla 3-35 | Ingresos ECA Calarcá Alt. 2 .....   | 77 |
| Tabla 3-36 | Costos AOIM proyectados Alternativa 1 .....   | 78 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| Tabla 3-37 | Costos AOIM proyectados Alt. 2 Armenia.....   | 78  |
| Tabla 3-38 | Costos AOIM proyectados Alt. 2 Calarcá.....   | 79  |
| Tabla 3-39 | Tasas usadas para las proyecciones financieras .....  | 81  |
| Tabla 3-40 | Asociados esperados en Alternativa 1 .....  | 83  |
| Tabla 3-41 | Asociados esperados en Alt. 2 Armenia .....   | 84  |
| Tabla 3-42 | Asociados esperados en Alt. 2 Calarcá .....   | 84  |
| Tabla 3-43 | Indicadores de evaluación financiera alternativa 1 .....  | 84  |
| Tabla 3-44 | Indicadores de evaluación financiera alternativa 2 Armenia .....                                    | 84  |
| Tabla 3-45 | Indicadores de evaluación financiera alternativa 2 Calarcá .....                                    | 85  |
| Tabla 3-46 | Indicadores de evaluación financiera alternativa 2 Agregada.....                                    | 85  |
| Tabla 3-47 | Precios usados para diferentes escenarios .....   | 86  |
| Tabla 3-48 | Indicadores evaluación financiera alternativa 1 Escenario optimista .                               | 86  |
| Tabla 3-49 | Indicadores evaluación financiera alternativa 1 Escenario pesimista                                 | 87  |
| Tabla 3-50 | Criterios de selección alternativas .....   | 89  |
| Tabla 3-51 | Aplicación matriz de selección inorgánicos.....   | 89  |
| Tabla 4-1  | Descripción de alternativas para orgánicos .....  | 93  |
| Tabla 4-2  | Cantidades de corte de césped y poda de árboles por municipio.....                                  | 97  |
| Tabla 4-3  | Metas de recolección de plazas, fruver corte y poda y domiciliarios de<br>municipios pequeños ..... | 104 |
| Tabla 4-4  | Metas de recolección selectiva para usuarios domiciliarios que ingresan<br>a mediano plazo.....     | 104 |
| Tabla 4-5  | Proyección de RSO a llevar a las plantas .....  | 105 |
| Tabla 4-6  | Proyección de compost para la venta .....   | 105 |
| Tabla 4-7  | Posibles predios para ubicación de PARSO Alternativa 1 .....  | 106 |
| Tabla 4-8  | Personal requerido Alternativa 1 Orgánicos.....   | 109 |
| Tabla 4-9  | Inversión inicial para alternativa 1 RSO .....  | 109 |
| Tabla 4-10 | CAOM alternativa 1 RSO.....   | 109 |
| Tabla 4-11 | Personal requerido Alternativa 2 Orgánicos .....  | 111 |
| Tabla 4-12 | Inversión inicial para alternativa 2 RSO (Miles \$) .....   | 111 |
| Tabla 4-13 | CAOM alternativa 2 RSO.....   | 111 |
| Tabla 4-14 | Costos de disposición final y de tratamiento - \$ constantes 2018 ...                               | 113 |
| Tabla 4-15 | Costos de tratamiento incluyendo aportes bajo condición- \$<br>constantes 2018.....                 | 114 |
| Tabla 4-16 | Ingresos por recepción de residuos orgánicos- \$ constantes 2018 .                                  | 114 |
| Tabla 4-17 | Ingresos por tratamiento de residuos y venta compost - \$ constantes<br>2018                        | 114 |
| Tabla 4-18 | Costos AOIM alternativa 1 .....   | 115 |
| Tabla 4-19 | Flujos de caja netos alternativas - \$ constantes de 2018 .....                                     | 119 |
| Tabla 4-20 | Indicadores de evaluación financiera alternativas 1 y 2.....  | 119 |
| Tabla 4-21 | Indicadores evaluación financiera alternativas 1 y 2 escenario<br>optimista                         | 119 |
| Tabla 4-22 | Indicadores de evaluación financiera alternativas 1 y 2 escenario<br>pesimista                      | 120 |
| Tabla 4-23 | Criterios de selección alternativas .....   | 121 |
| Tabla 4-24 | Aplicación matriz de selección orgánicos .....  | 121 |
| Tabla 6-1  | Lienzo canvas alternativa residuos orgánicos.....   | 127 |
| Tabla 6-2  | Lienzo canvas alternativa residuos orgánicos.....   | 129 |
| Tabla 7-1  | Identificación del centro de acopio o ECA.....  | 132 |
| Tabla 7-2  | Actividades y tareas comunes en operación de ECA o centros de acopio<br>137                         |     |
| Tabla 7-3  | Identificación peligros y riesgos relacionados con operación del MPR.<br>139                        |     |

---

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| Tabla 7-4 | Alternativas de atención de riesgo industrial y salud ocupacional. ....   | 141 |
| Tabla 7-5 | Medidas preventivas para el personal reciclador, uso de EPP. ....   | 142 |
| Tabla 7-6 | Actividades y tareas comunes en la operación de ECAS o centros de acopio para realización de compostaje en un sistema abierto. .... | 145 |
| Tabla 7-7 | Identificación peligros y riesgos relacionados con operación de PARSO. ....   | 147 |
| Tabla 7-8 | Alternativas de atención de riesgo industrial y salud ocupacional. ....   | 149 |
| Tabla 7-9 | Medidas preventivas para el personal técnico operativo de la PARSO, uso de EPP. ....  | 151 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Figura 2-1  | Normas posteriores al estudio de mercado UNICEF, SENA y CRQ .....     | 18  |
| Figura 2-2  | Criterios para la formulación de alternativas .....                   | 21  |
| Figura 2-3  | Composición del MPR del sector urbano .....                           | 32  |
| Figura 2-4  | Composición del MPR del sector rural .....                            | 32  |
| Figura 2-5  | Limitantes en calidad productos de aprovechamiento de orgánicos ..... | 45  |
| Figura 3-1  | Criterios de aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos .....    | 48  |
| Figura 3-2  | Esquema operativo para la alternativa 1 .....                         | 50  |
| Figura 3-3  | Esquema operativo para la alternativa 2 .....                         | 51  |
| Figura 3-4  | Composición del MPR Dpto. Quindío, 2018.....                          | 52  |
| Figura 3-5  | Metas para el Rechazo del MPR.....                                    | 57  |
| Figura 3-6  | Esquema tipo de un centro de acopio municipal.....                    | 61  |
| Figura 3-7  | Estructura organizacional.....  | 64  |
| Figura 3-8  | Estructura organizacional.....  | 67  |
| Figura 3-9  | Ingresos por tarifa - \$constantes de 2018.....                       | 71  |
| Figura 3-10 | Ventas por plástico- \$ constantes de 2018.....                       | 73  |
| Figura 3-11 | Ventas por papel y cartón- \$ constantes de 2018.....                 | 73  |
| Figura 3-12 | Ventas por metales- \$ constantes de 2018.....                        | 74  |
| Figura 3-13 | Ventas por vidrio - \$ constantes de 2018.....                        | 75  |
| Figura 3-14 | Ingresos Alt.1 1 - \$ constantes de 2018.....                         | 76  |
| Figura 3-15 | Ingresos totales ECA Armenia Alt. 2.....                              | 77  |
| Figura 3-16 | Ingresos totales ECA Calarcá Alt. 2.....                              | 77  |
| Figura 3-17 | Estructura económica .....  | 80  |
| Figura 3-18 | Flujo de caja alternativa 1 .....                                     | 83  |
| Figura 3-19 | Flujos de caja Alt. 2 Armenia .....                                   | 83  |
| Figura 3-20 | Flujos de caja Alt. 2 Calarcá .....                                   | 84  |
| Figura 3-21 | Flujo de caja Escenario optimista .....                               | 86  |
| Figura 3-22 | Flujo de caja Escenario pesimista .....                               | 87  |
| Figura 4-1  | Criterios para la formulación de alternativas de orgánicos.....       | 93  |
| Figura 4-2  | Esquema aprovechamiento de orgánicos - Alternativa 1 .....            | 95  |
| Figura 4-3  | Esquema de aprovechamiento de orgánico - Alternativa 2.....           | 96  |
| Figura 4-4  | Esquema tipo de una PARSO de tamaño mediano a grande .....            | 107 |
| Figura 4-5  | Estructura organizacional PARSO .....                                 | 108 |
| Figura 4-6  | Estructura organizacional PARSO .....                                 | 110 |
| Figura 4-7  | Estructura económica .....  | 115 |
| Figura 4-8  | Flujo de caja alternativa 1 .....                                     | 117 |
| Figura 4-9  | Flujo de caja alternativa 2 Subregional 1 .....                       | 118 |
| Figura 4-10 | Flujo de caja alternativa 2 Subregional 2.....                        | 118 |
| Figura 4-11 | Flujo de caja alternativa 2 Subregional 3.....                        | 118 |



## SIGLAS Y ABREVIATURAS

|                |   |
|----------------|---|
| 2G             | Segunda Generación  |
| ARS            | Asociación de recicladores de Salento                       |
| ASORATE        | Asociación de Recuperadores de la Tebaida                   |
| ARRISINAP      | Asociación de recicladores del municipio de Pijao           |
| ARL            | Administradora de Riesgos Laborales                         |
| AOIM           | Administración Operación Inversión y Mantenimiento          |
| B/C            | Beneficio/Costo   |
| CA             | Centro de Acopio  |
| CAFEASEO       | Empresa de Servicios Públicos del Quindío                   |
| CANVAS         | Modelo de negocio que traduce “Lona o Lienzo”               |
| CAE            | Costo Anual Equivalente                                     |
| CDF            | Costo de Disposición Final y tratamiento de Residuos        |
| CCS            | Costo de comercialización por suscriptor                    |
| CONPES         | Consejo Nacional de Política Económica y Social.            |
| CRA            | Comisión de Regulación de Saneamiento Básico y Agua potable |
| CRQ            | Corporación Autónoma Regional del Quindío                   |
| CRT            | Costo de Recolección y transporte                           |
| CYDEP S.A.S.   | Empresa Consultoría y Dirección de Proyectos S.A.S.         |
| ECA            | Estación de Clasificación y Aprovechamiento                 |
| EP             | Enfermedad Profesionales                                    |
| EPA            | Empresas Públicas de Armenia                                |
| EPP            | Elementos de protección personal                            |
| EPI            | Elementos de protección individual                          |
| ESP            | Empresa Pública de Aseo                                     |
| FODA           | Fortalezas Oportunidades Debilidades y Amenazas             |
| FRUVER         | Establecimientos dedicados a venta de Frutas y Verduras     |
| FUNESCO        | Fundación Ecológica y Social de Colombia                    |
| GTC            | Guía Técnica Colombiana                                     |
| HSEQ           | Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Calidad                  |
| ICA            | Instituto Colombiano Agropecuario                           |
| MEA            | Material Efectivamente Aprovechado                          |
| MPA            | Material Potencialmente Aprovechado                         |
| MPR            | Material Potencialmente Reciclable                          |
| MULTIPROPOSITO | Empresa de Aseo de Calarcá                                  |
| NEPSA          | Empresa regional de servicios públicos del Quindío          |
| ONG            | Organización No Gubernamental                               |
| PARSO          | Planta de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos             |
| PET            | Polietileno   |
| PGIRS          | Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos                |
| POT            | Plan de Ordenamiento Territorial                            |
| PROQUIMBYA     | Asociación de recicladores del municipio de Quimbaya        |
| RUT            | Registro Único Tributario                                   |
| RSO            | Residuos Sólidos Orgánicos                                  |
| S.A.           | Sociedad Anónima.   |
| S.A.S.         | Sociedad por Acciones Simplificada.                         |
| SENA           | Servicio Nacional de Aprendizaje SENA                       |
| SERVIASEO      | Servicio de Aseo  |
| SG-SST         | Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo       |
| SSPD           | Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.       |
| SUI            | Sistema Único de Información.                               |

|        |  |
|--------|--|
| TIR    | Tasa Interna de Retorno                        |
| UNICEF | Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia  |
| VBA    | Valor Base de remuneración del aprovechamiento |
| VLP    | Valor Limite permisible                        |
| VP     | Valor Presente                                 |
| VPN    | Valor Presente Neto                            |

---

## DEFINICIONES

Con el fin de unificar lo establecido en los términos de referencia y lo definido en la normativa vigente, se dará claridad a los siguientes conceptos:

**Amenaza:** *“Peligro latente asociado con la potencial ocurrencia de un evento de origen natural o antrópico que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en un sistema. Se expresa matemáticamente como la probabilidad de ocurrencia de un evento de una cierta intensidad, en un sitio específico y durante un tiempo de exposición definido”.* Título F - RAS 2000-

**Aprovechamiento:** Definida en el título II, capítulo 1 del decreto 1077 de 2015, como una *“actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje por la persona prestadora”.*

**Centro de acopio:** Definido en el numeral F.1.2. del Título F del RAS 2000 como: *“Lugar en el cual se desarrollan acciones tendientes a reunir productos, desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil, acondicionado para tal fin de manera segura y ambientalmente adecuada, con el fin de facilitar su recolección y posterior manejo integral.”*

**Corte de césped:** De acuerdo con el numeral 14, título II del decreto 1077 de 2015: *“Es la actividad del servicio público de aseo que consiste en cortar el pasto ubicado en áreas verdes públicas sin restricción de acceso, mediante el uso de equipos manuales o mecánicos que incluye el bordeado y ploteo. Comprende la recolección y transporte del material obtenido hasta los sitios de aprovechamiento prioritariamente o de disposición final”.*

**Estación de clasificación y aprovechamiento – ECA:** El numeral 16 del artículo 2.3.2.1.1 del Decreto 1077 de 2015 la define como: *“Son instalaciones técnicamente diseñadas con criterios de ingeniería y eficiencia económica, dedicadas al pesaje y clasificación de los residuos sólidos aprovechables, mediante procesos manuales, mecánicos o mixtos y que cuenten con las autorizaciones ambientales a que haya lugar”.*

**Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS):** Definido por el numeral 20 del título II, capítulo 1 del Decreto 1077 de 2015 como: *“el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables”.*

**Minimización de residuos sólidos en procesos productivos:** *“Es la optimización de los procesos productivos tendiente a disminuir la generación de residuos sólidos”.* Decreto 1077 de 2015, numeral 28 título II.

**Monopsonio:** de acuerdo con el Diccionario Económico y Financiero web “Economipedia”, este término hace referencia a *“una estructura de mercado en*

donde existe un único demandante o comprador. Mientras que pueden existir uno o varios oferentes. Por lo tanto, el mercado se considera en competencia imperfecta”.

**Oligopsonio:** de acuerdo con el Diccionario Económico y Financiero web “Economipedia”, este término hace referencia a “un tipo de mercado en el que hay pocos demandantes, aunque sí puede haber una gran cantidad de oferentes. Por tanto, el control y el poder sobre los precios y las condiciones de compra en el mercado, reside en los demandantes o compradores”.

**Organización de recicladores de oficio formalizados:** Definido en el Decreto 1077 de 2015, numeral 85 del título II como: “organizaciones que en cualquiera de las figuras jurídicas permitidas por la normatividad vigente, incluyan dentro de su objeto social la prestación del servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento, se registren ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y estén constituidas en su totalidad por recicladores de oficio”.

**Poda de árboles:** “Actividad del servicio público de aseo que consiste en el corte de ramas de los árboles, ubicado en áreas públicas sin restricciones de acceso, mediante el uso de equipos manuales o mecánicos. Se incluye la recolección y transporte del material obtenido hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento o disposición final”. Decreto 1077 de 2015, numeral 33 del título II.

**Presentación de los residuos sólidos:** “Actividad que realiza el usuario de colocar los residuos sólidos debidamente almacenados, para la recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. La presentación debe hacerse, bien sea en el área pública correspondiente o en el sitio de presentación conjunta en el caso de multiusuarios y grandes productores”. Decreto 1077 de 2015, numeral 34 del título II.

**Puntos críticos:** “Son aquellos lugares donde se acumulan residuos sólidos, generando afectación y deterioro sanitario que conlleva la afectación de la limpieza del área, por la generación de malos olores, focos de propagación de vectores, y enfermedades, entre otros”. Decreto 1077 de 2015, numeral 35 del título II.

**Reciclador de oficio:** Definido en el numeral 36 del título II del Decreto 1077 de 2015 como: “Persona natural que realiza de manera habitual las actividades de recuperación, recolección, transporte o clasificación de residuos sólidos para su posterior reincorporación en el ciclo económico productivo como materia prima; que deriva el sustento propio y familiar de esta actividad”.

**Residuo efectivamente aprovechado:** “Residuos sólidos que han sido clasificados y pesados en una Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) por la persona prestadora de la actividad y han sido comercializados para su incorporación a una cadena productiva, contando con el soporte de venta a un comercializador o a la industria”. Decreto 1077 de 2015, numeral 87 del título II.

**Residuo sólido aprovechable:** “Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo”. Decreto 1077 de 2015, numeral 41 del título II. Decreto 1077 de 2015, numeral 41 del título II.

**Residuo sólido ordinario:** “Es todo residuo sólido de características no peligrosas que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso es recolectado,

---

*manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo”. Decreto 1077 de 2015, numeral 43 del título II.*

**SG-SST:** El SG-SST es el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua, con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y salud en el trabajo. (Resolución 1111 del 2017), esto se relaciona con el SISOMA de los TdR, y que actualmente es llamado Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

**Separación en la fuente:** *“Clasificación de los residuos sólidos, en aprovechables y no aprovechables por parte de los usuarios en el sitio donde se generan, de acuerdo con lo establecido en el PGIRS, para ser presentados para su recolección y transporte a las estaciones de clasificación y aprovechamiento, o de disposición final de los mismos, según sea el caso”. Decreto 1077 de 2015, numeral 44 del título II.*

**Tratamiento:** *“Actividad del servicio público de aseo, alternativa o complementaria a la disposición final, en la cual se propende por la obtención de beneficios ambientales, sanitarios o económicos, al procesar los residuos sólidos a través de operaciones y procesos mediante los cuales se modifican las características físicas, biológicas o químicas para potencializar su uso. Incluye las técnicas de tratamiento mecánico, biológico y térmico. Dentro de los beneficios se consideran la separación de los residuos sólidos en sus componentes individuales para que puedan utilizarse o tratarse posteriormente, la reducción de la cantidad de residuos sólidos a disponer y/o la recuperación de materiales o recursos valorizados”. Decreto 1077 de 2015, numeral 88 del título II.*

**Usuario no residencial:** *“Es la persona natural o jurídica que produce residuos sólidos derivados de la actividad comercial, industrial y los oficiales que se benefician con la prestación del servicio público de aseo”. Decreto 1077 de 2015, numeral 51 del título II.*

**Usuario residencial:** *“Es la persona que produce residuos sólidos derivados de la actividad residencial y se beneficia con la prestación del servicio público de aseo. Se considera usuario residencial del servicio público de aseo a los ubicados en locales que ocupen menos de veinte (20) metros cuadrados de área, exceptuando los que produzcan más de un (1) metro cúbico mensual”. Decreto 1077 de 2015, numeral 52 del título II.*

**Valorización agronómica.** Es el uso del potencial de aprovechamiento de residuos sólidos biodegradables que por procesos de transformación pueden ser utilizados como enmiendas, acondicionadores de suelo o abonos orgánicos. El tratamiento más utilizado para este tipo de recuperación es el compostaje.

## INTRODUCCIÓN

El Departamento del Quindío, con el propósito de formular una política pública de tipo subregional o regional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos – GIRS, en los doce (12) municipios del departamento, con énfasis en el componente de aprovechamiento, abrió a través del Concurso de Méritos 004 de 2018, el proceso de licitación pública que fue adjudicado a la empresa Consultoría y Dirección de Proyectos – CYDEP S.A.S. a través del Contrato de Consultoría No. 019 de 2018, cuyo objeto es el de realizar la *“Construcción y articulación de la política de producción, consumo sostenible y gestión integral de aseo”*; cuya supervisión la realiza la Dirección de Aguas y Saneamiento quienes son los gestores del Programa de Aguas para la Prosperidad y Plan de Departamental de Aguas (PAP – PDA) del Quindío, dependencia adscrita a la Secretaría de Aguas e Infraestructura del Departamento y la interventoría ejecutada por la empresa Zoluciona Ltda.

Este informe, presenta el producto No. 5 correspondiente al *“Planteamiento de alternativas empresariales para el componente de aprovechamiento”*, el cual se desarrolló conforme a las exigencias de la Interventoría en cuanto al contenido, estructura<sup>1</sup> y metodología a aplicar, las cuales quedaron establecidas con base en la reunión del día 23 de octubre de 2018 (Acta No. 08 ver anexo No. 1). Con base en lo anterior, el presente informe cubre los aspectos relacionados con:

- Actualización del estudio de mercado UNICEF-SENA-CRQ de 2006 a partir del cual se plantean las alternativas para residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, analizando la vigencia de dicho estudio al aplicar el marco normativo que actualmente rige la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos
- Planteamiento y descripción de alternativas empresariales para el componente de aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos y orgánicos.
- La descripción metodológica de análisis para el desarrollo del presente producto.
- El análisis de la información resultado de la caracterización de residuos sólidos urbanos adelantada por CYDEP S.A.S. en noviembre de 2018 y contenida en el producto No.2, respecto al porcentaje de generación de residuos sólidos potencialmente recuperables.
- El análisis de la información suministrada en la caracterización del manejo de residuos sólidos en la zona rural del Quindío, a través de una muestra representativa, Convenio 017 de 2017 entre Gobernación del Quindío; PAP-PDA Quindío; Fundación Jardín Botánico del Quindío y realizado por Silva y Soluciones Corporación.

Con el fin de definir las alternativas técnicas a evaluar, la consultoría en reunión del 14 de diciembre de 2018 presentó ante la supervisión y la interventoría, las dos alternativas para cada uno de los tipos de residuos esto es aprovechables orgánicos e inorgánicos.

<sup>1</sup> Ver anexo N° 2 archivo de Excel denominado *“Plan de Seguimiento Producto 5 – Interventoría”* con base en el cual se estructuró el presente informe

Para el aprovechamiento de residuos inorgánicos se plantearon las siguientes alternativas:

- Alternativa 1: Establecimiento de una ECA Departamental ubicada en el municipio de Calarcá, con carácter regional, se encargaría de recoger el material aprovechable en cada uno de los centros de acopio municipales de los 11 municipios del departamento, previamente separados, compactados y embalados, participa la ciudad de Armenia, llevando directamente los materiales hasta el centro de acopio departamental, dado que no cuenta con centro de acopio municipal. LA ECA se encarga de la comercialización. La administración del centro de acopio departamental se realizaría mediante una organización o cooperativa de recicladores de oficio.
- Alternativa 2: Organización de 3 ECA's subregionales (Calarcá, Quimbaya y Pijao), las cuales reciben los materiales de los municipios que hacen parte de cada subregional, en los cuales los recicladores recolectan los residuos, los separan y compactan, para luego ser recolectados por la ECA subregional, quien se encarga de la comercialización.

Para el aprovechamiento de residuos orgánicos se plantearon las siguientes alternativas

- Alternativa 1: Aprovechamiento de material orgánico de grandes generadores, entre estos se incluye: (Fruver-Plazas de mercado), residuos de corte de césped, poda de árboles y posterior procesamiento en una planta Departamental PARSO a ubicar en el Municipio de Calarcá, contiguo al predio de la ECA I Regional o subregional.
- Alternativa 2: Planteamiento de un esquema individual, donde cada municipio procesa los residuos orgánicos susceptibles de aprovechamiento, siguiendo los lineamientos de lo que de acuerdo con lo indicado por la supervisión establecía el Proyecto MIDSU.

Una vez expuestas las alternativas por parte de la consultoría y discutidas con la interventoría y la supervisión, se acuerda que las que se incluirán en el producto 5 son:

#### Para el Aprovechamiento de RS Inorgánicos:

- Alternativa de una ECA regional para el acopio y comercialización del material potencialmente reciclable, ubicada en el municipio de Calarcá, en las instalaciones del Centro de acopio departamental, con la participación de los 12 municipios, incluida la ciudad de Armenia.
- Alternativa de una ECA regional para el acopio y comercialización del material aprovechable a 11 de los municipios (excluyendo Armenia) ubicada en el centro de acopio Departamental en el Municipio de Calarcá y otra ECA exclusiva para la ciudad de Armenia, ubicada en esta ciudad.

Para el Aprovechamiento de RS Orgánicos:

- Alternativa de una Planta de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos PARSO regional para el procesamiento del material orgánico obtenido de los grandes generadores (Plazas de mercado, establecimientos de venta de orgánicos (Tipo FRUVER)); donde cada municipio se encargará de conducir el material vegetal obtenido del corte y poda de césped y lo entregará a la PARSO. La empresa encargada de administrar la PARSO para la obtención de compost, debe contar con certificación del ICA.
  
- Alternativa de 3 plantas: PARSO subregionales, así.
  - a) Calarcá, Armenia y La Tebaida
  - b) Pijao, Génova, Buenavista y Córdoba
  - c) Quimbaya, Montenegro, Circasia, Filandia y Salento

Con esta definición, la Consultoría estructuró el presente informe.



## 1 OBJETIVOS

### 1.1 Objetivo general

Establecer el planteamiento de alternativas empresariales para el componente de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos donde se articule la operación de los centros de acopio y conduzca a la selección de la mejor alternativa.

### 1.2 Objetivos específicos

Para el cumplimiento del objetivo general, se establecen los siguientes objetivos específicos.

- Formular dos alternativas empresariales para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, en el cual se realice el análisis de viabilidad técnica, financiera, ambiental, social, operativa e institucional que conduzca a la determinación de la mejor alternativa.
- Proyectar nuevas adecuaciones de infraestructura o instalaciones (de ser necesario), de acuerdo con los mecanismos de fortalecimiento que se planteen para la operación y funcionamiento de los centros de acopio.
- Valorar los residuos sólidos aprovechables que se generan actualmente en el departamento y proyectar las metas de aprovechamiento a 12 años, teniendo en cuenta el volumen estimado para cada material.
- Analizar los resultados de laboratorio en muestras de residuos sólidos recolectadas en campo para identificar la valoración agronómica de la fracción orgánica.
- Determinar y proyectar en un periodo de 12 años, la viabilidad financiera y comercial de la alternativa seleccionada, teniendo en cuenta indicadores como el B/C, VPN y TIR.
- Formular un plan de negocios (CANVAS) para el desarrollo e implementación del aprovechamiento de residuos sólidos con la inclusión de organización de recicladores.
- Proponer y analizar la vinculación de un socio estratégico para garantizar el mercado de los residuos aprovechables.

## 2 ESTUDIO DE MERCADO

El Estudio de mercado realizado por UNICEF, el SENA y la CRQ en el mes de septiembre de 2006 posee dos partes, la primera denominada “Diagnóstico y planteamiento de alternativas” y la segunda que corresponde a la evaluación de las alternativas<sup>2</sup>. La Consultoría realizó la actualización y complemento del citado estudio enfocándose en los nuevos datos que obtuvo con base en los PGIRS 2G que fueron actualizados en cada municipio con la norma vigente, es decir, con la Resolución 754 de 2014 y adoptados en el año 2015, algunos municipios realizaron ajustes posteriores en los años 2016 y 2017 generando nueva información con corte a ese año.

De conformidad con la información detallada solicitada por la Interventoría a la Consultoría frente al contenido el informe No. 5, mediante el archivo denominado “Plan de seguimiento Producto 5”, (Ver anexo 2) en donde se incluye cada aspecto que debe presentarse en el estudio de mercado, la Consultoría acogió lo solicitado y por lo tanto presenta la actualización y complemento de este estudio de mercado siguiendo las indicaciones de la Interventoría y en concordancia con la reunión del día 23 de octubre de 2018 en la cual se aclararon los alcances de cada aspecto relacionado con el informe 5 y con el contenido de la actualización del estudio de mercado.

En el proceso de actualización se revisó cada capítulo del estudio de mercado detallando qué aspectos son vigentes o necesitan aclaración y en qué capítulo del presente informe podrían incluirse o descartarse, de conformidad con la estructura del archivo denominado “Plan de seguimiento Producto 5”.

Por lo anterior, a continuación, se detallan los capítulos del archivo “Diagnóstico y planteamiento de alternativas”, su función o utilidad en la presente actualización y su posible ubicación en el presente documento dependiendo su pertinencia:

### **Capítulo 1: Objetivos**

El objetivo general del estudio de mercado se definió de la siguiente manera:

*“Generar beneficios ambientales y socioeconómicos para la comunidad del departamento del Quindío, en términos de la disminución del impacto ambiental, generación de empleo, ingresos y en la posible disminución o estabilización de las tarifas del servicio de aseo, mediante la formulación e implementación de un programa a nivel departamental de valorización y aprovechamiento de subproductos orgánicos e inorgánicos de los residuos sólidos.*

Se aclara que si bien el objetivo del estudio en su momento tenía un enfoque específico, en la actualidad, de conformidad con los avances normativos en relación con la actividad de aprovechamiento, específicamente lo relacionado con lo establecido en el Decreto 596 de 2016, en la Resolución 276 de 2016, en la Resolución CRA 720 de 2015 y en la Resolución CRA 853 de 2018, lograr la

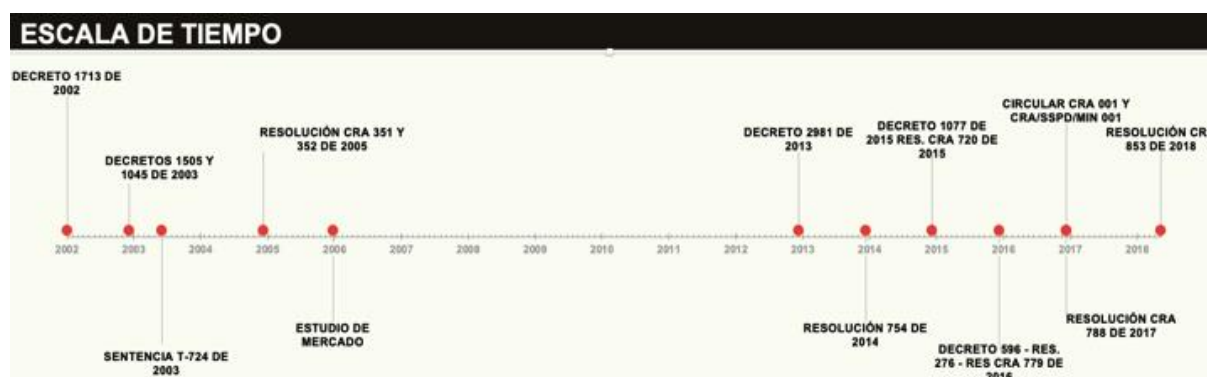
<sup>2</sup> En los archivos entregados por la CRQ no se especifica el título de esta segunda parte en el archivo o informe entregado. Su contenido comparte los mismos capítulos descriptivos y sus diferencias con la parte I es la evaluación de las alternativas planteadas en el diagnóstico.

disminución de las tarifas no es un objetivo dado que los mayores costos por ejercer la actividad en cada municipio se trasladan a la tarifa del suscriptor.

En la actualidad los costos de la actividad de aprovechamiento no poseen una connotación de costos evitados del relleno sanitario dado que sus actividades, tales como, establecimiento de rutas selectivas, transporte, transformación, comercialización y atención al usuario se reconocen en la tarifa del servicio de aseo. Lo anterior al tener en cuenta el contexto que implica prestar la actividad como prestador formalizado ante la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios y estar en el ámbito legal establecido en la Ley 142 de 1994.

Adicionalmente, debe considerarse la relevancia del estudio de mercado ya que se han expedido nuevas normas relacionadas con la actividad de aprovechamiento a nivel nacional las cuales han cambiado el enfoque que esta actividad puede tener al formalizarla y al involucrarla a la regulación propia de los servicios públicos domiciliarios, en especial a la del servicio público domiciliario de aseo. A continuación, se muestra en una escala de tiempo un resumen de las principales normas expedidas antes y después del estudio de mercado:

**Figura 2-1 Normas posteriores al estudio de mercado UNICEF, SENA y CRQ**



Fuente: Cydep S.A.S 2019

En este contexto el estudio mercado debe actualizar sus objetivos específicos al tener en cuenta la expedición de nuevas normas que han consolidado regulatoriamente la actividad, la presente actualización añade lo siguiente:

Actualizar las alternativas planteadas con el fin de que éstas sean adaptadas y usadas en el planteamiento de alternativas empresariales del componente aprovechamiento, de conformidad con lo establecido en el Contrato de Consultoría N° 019 de 2018 cuyo objeto principal es “CONSTRUCCIÓN Y ARTICULACIÓN DE LA POLÍTICA DE PRODUCCIÓN, CONSUMO SOSTENIBLE Y GESTIÓN INTEGRAL DE ASEO”.

**Capítulo 2: Metodología utilizada en el diagnóstico**

El estudio denominado “Diagnostico y planteamiento de alternativas Parte 1” describe en el capítulo 2 un equipo de trabajo y la manera en que recolectó información existente de la siguiente manera:

*“A partir de entrevistas en la CRQ, la Gobernación (secretaria de desarrollo Rural) y otras asociaciones de productores orgánicos, se identificaron y revisaron*

---

*diferentes documentos (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos-PGIRS- de todos los municipios, Planes de Desarrollo, Informes de investigaciones, etc). que aportaran información para el diagnóstico y el programa.*

*Igualmente se realizaron visitas detalladas a reconocidos acopiadores y transformadores, de los principales núcleos urbanos (La Tebaida, Calarcá, Armenia y Montenegro, entre otros).*

De igual manera, el documento describe la manera como capturó la información mediante una guía o formato de diagnóstico, tal y como se cita a continuación:

*“En cada uno de los municipios se diligenció la "Guía de diagnóstico para la formulación de proyectos de aprovechamiento y valorización de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos”*

Por lo anterior, se aclara que la presente actualización del estudio de mercado no incluye las mismas encuestas dado que la Consultoría previamente realizó trabajo de campo con sus propios formatos establecidos para la captura de información y que fueron entregados en el producto 1. (Ver Anexo N° 3)

De igual manera, la Consultoría realizó previamente la tabulación de datos usando sus formatos de recolección de información y presentó esta Base de datos en el producto No. 1.

En relación con las cifras de PGIRS, el estudio de mercado trabajó con la información contenida en estos planes de primera generación los cuales fueron adoptados en los años 2005 y 2006.

En la presente actualización, la Consultoría utiliza la información de los estudios de caracterización los cuales fueron entregados en el informe No. 2 del presente contrato y con base en estas cifras se realizaron proyecciones de la cantidad de residuos sujetos de aprovechamiento.

### **Capítulo 3: Matriz de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas - DOFA**

De igual manera, el estudio de mercado contiene en el capítulo 3 una “*Matriz DOFA de Aprovechamiento y valorización de residuo sólidos orgánicos e inorgánicos*” por lo que ante la evolución normativa de la actividad de aprovechamiento la Consultoría analiza y complementa dicha matriz con el fin de evaluar la pertinencia y vigencia de este análisis DOFA.

La actualización de estas matrices DOFA se incluyen en el numeral 2.4.4 del presente informe.

### **Capítulo 4: Aspectos socioeconómicos del aprovechamiento y valorización de los subproductos inorgánicos de los residuos sólidos del departamento del Quindío**

El estudio de mercado en su capítulo 4 cita los “*Aspectos socioeconómicos del aprovechamiento y valorización de los subproductos inorgánicos de los residuos*

---

*sólidos del departamento del Quindío” y enmarca un conteo de actores en donde cita recuperadores, acopiadores y otro tipo de organizaciones.*

La Consultoría realizó la correspondiente actualización del censo de recicladores de conformidad con la entrega realizada del producto No. 3. Por lo anterior, la actualización de este capítulo ya se ha surtido por parte de la Consultoría.

En el presente documento se presenta un resumen de la actualización del censo de recicladores en el numeral 2.4.1 del presente informe.

### **Capítulo 5: Circuitos de aprovechamiento del reciclaje**

Este capítulo describe los circuitos del aprovechamiento, es decir, los movimientos de cada tipo de material de acuerdo con las condiciones de conectividad entre cada municipio, las restricciones frente a los sitios de acopio, la ubicación de fábricas, precios de fletes, precios de compra y la ubicación de los actores.

Esta información se utilizó para formular los árboles de problemas que se incluyen en dicho documento, sin embargo, éstos no se utilizan en la formulación de alternativas y por este motivo, en concordancia con lo discutido con la Interventoría el día 23 de octubre de 2018, estos árboles de problemas no se deben incluir en la actualización del estudio de mercado.

### **Capítulo 6: Estudio de mercado para los residuos inorgánicos - reciclaje**

El estudio de mercado se desarrolla en el capítulo 6 del documento de diagnóstico y se considera que las descripciones generales aún están vigentes y son útiles para actualizar el estudio de conformidad con los aspectos solicitados por la interventoría, tales como son el análisis de atractividad y una breve descripción de competitividad, de acuerdo con lo establecido en la reunión llevada a cabo el día 23 de octubre de 2018.

Por lo anterior, en los numerales 2.1y 2.3 del presente informe se describen mejor los mercados, su atractividad y competitividad, de conformidad con los cambios debido a la expedición de nuevas normas de aprovechamiento.

### **Capítulo 7: Circuitos de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos**

El documento describe el posible circuito para el aprovechamiento de residuos orgánicos con sus respectivos subproductos en el Departamento del Quindío. La Consultoría complementará de manera muy específica este capítulo al tener en cuenta que lo relatado aún es vigente para este tipo de residuos.

Por lo anterior, en los numerales 2.1.3.1, 2.1.3.2, 2.1.3.3 y 2.1.3.4 se realiza esta descripción.

### **Capítulo 8: Árboles de problemas de orgánicos e inorgánicos**

Corresponde a los árboles de problemas los cuales no se utilizarán por parte de la Consultoría en concordancia con lo discutido con la Interventoría el día 23 de octubre de 2018, estos árboles de problemas no se deben incluir en la actualización del estudio de mercado.

## Capítulo 9. Árboles de objetivos de orgánicos e inorgánicos

Corresponde a los árboles de objetivos los cuales no se utilizarán por parte de la Consultoría en concordancia con lo discutido con la Interventoría el día 23 de octubre de 2018, estos árboles de objetivos no se deben incluir en la actualización del estudio de mercado.

## Capítulo 10. Criterios para la formulación de proyectos e identificación de alternativas

La Consultoría, teniendo en cuenta los valores de precios y cantidades, actualiza la formulación de las alternativas planteadas en el estudio, considerando a su vez, la necesidad de adaptarlas a las nuevas condiciones normativas y respetando las alternativas acordadas entre la Gobernación, la Interventoría y la Consultoría en reunión del día 14 de diciembre de 2018, de conformidad con el acta No. 10 – Anexo N° 4.

Esta formulación de alternativas será el escenario base solicitado por la Interventoría para el producto 5 el cual se modelará en escenarios pesimista y probable.

En la Fase 2 del estudio de mercado estas alternativas fueron reformuladas y evaluadas con los nuevos datos y se presentan en los numerales 3.1, 3.6, 3.6.5, 3.6.7, 3.7, 4.1, 4.5, 4.6,4.6.5, 4.6.7, y 4.7.

En relación con los criterios para la formulación identificación de alternativas, a continuación, se presenta un resumen de los principales aspectos que se debieron considerar para cada una de estas

**Figura 2-2 Criterios para la formulación de alternativas**



Fuente: Cydep S.A.S 2019

La proyección de mercados se establece con las cantidades y usuarios de cada uno de los municipios los cuales son sujetos del proyecto, teniendo en cuenta que la actividad debe administrarse con costos eficientes para la sostenibilidad a la misma, realizando inversiones en infraestructura y equipos, aprovechando la existencia de los centros de acopio existentes en 11 municipios y adaptando la remuneración al

---

reciclaje en un ambiente de libre mercado al comercializar los materiales aprovechados con la industria.

Asimismo, la formulación de alternativas de consideró la integración regional de la actividad y la integración con actores de reciclaje los cuales son un objetivo de la formulación de política en el manejo de residuos para el departamento del Quindío, respetando tres aspectos fundamentales a saber: 1. Cumplimiento de la Normatividad aplicable, 2. Sostenibilidad financiera, económica y social de la actividad de aprovechamiento, y 3. Respetando el principio de Integralidad de la actividad de aprovechamiento al ser éste un pilar del Decreto 596 de 2016, siendo esta la norma principal establecida para la actividad.

## 2.1 Análisis de Atractividad

En relación con los residuos inorgánicos aprovechables, este análisis se refiere a la descripción de la oferta, la demanda y en general del mercado objetivo de la Entidad ejecutora del proyecto (ECA<sup>3</sup>), para determinar la estructura de ingresos y egresos.

Dado que el presente informe actualiza y complementa el estudio de mercado realizado por la CRQ-UNICEF-SENA del año 2006, debe aclararse que debido a modificaciones normativas que han surgido desde entonces a la fecha, el mercado objetivo ha cambiado y por lo tanto a continuación se procede a explicar los tipos de mercado que se han generado para la actividad de aprovechamiento de residuos.

Actualmente se ha creado un “mercado regulado” debido a la expedición de las siguientes normas:

- Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015
- Decreto 596 de 2016
- Resolución 276 de 2016
- Resolución CRA 720 de 2015
- Resolución CRA 779 de 2016
- Resolución CRA 853 de 2018
- Circular Conjunta SSPD CRA y MINVIVIENDA 001 de 2017.

Este “mercado regulado” aún está en desarrollo y definición dado que los aspectos regulados están enfocados a la formalización de sus actores, el reconocimiento económico de éstos por medio del traslado del costo de la actividad a la tarifa del servicio público de aseo y todo en el marco de la regulación de servicios públicos domiciliarios. Sin embargo, existen aspectos por regular y aclarar dado que la actividad de aprovechamiento aún se realiza por actores que no se han acogido a esta regulación y que por lo tanto no se han formalizado formando un “mercado abierto” de libre oferta y demanda el cual tradicionalmente ha carecido de registros fiables.

---

<sup>3</sup> Estación de Clasificación y Aprovechamiento ECA; en el caso del manejo de los residuos inorgánicos aprovechables se conforma acorde con las condiciones establecidas en la Ley 142 de 1994 y mediante un esquema asociativo que permita vincular recuperadores de oficio en calidad de socios conservando su actividad principal como el eje central para participar como afiliado/socio.

Algunas de las diferencias que surgen entre estos dos mercados se resumen a continuación:

**Tabla 2-1 Mercado regulado Vs. Mercado abierto**

| MERCADO REGULADO   | MERCADO ABIERTO  |
|--|--|
| Traslada a los generadores (usuarios) el valor de la actividad de aprovechamiento de su municipio (exclusivamente de su municipio)   | Es un mercado tradicional de compra y venta de Material Potencialmente Reciclable MPA y Material Efectivamente Aprovechado MEA; el primero basado en rutas preferiblemente selectivas y el segundo con material después de tratamiento. Cualquiera que desee entra o sale de este mercado sin mayores ataduras, es decir, es un mercado sin mayores barreras de entrada o de salida. |
| Implica organizarse para ejercer actividades que permitan obtener ingresos; las barreras de entrada no son muy fuertes ya que se promueve la formalización, aunque las de salida son mayores para quien invierta en una Estación de Clasificación y Aprovechamiento ECA  | Aún posee actores temporales que no han escogido la actividad como una forma de trabajo constante y cotidiana. No todos los actores poseen la voluntad de asociarse.   |
| El cobro a los generadores (usuarios) es regulado y el pago a quienes ejercen la actividad también es regulado   | Existe alta intermediación y transacciones de material que generan posibilidad de arbitraje con el mercado regulado  |
| El pago reconoce actividades relacionadas con la formalización, fortalecimiento empresarial, actividad comercial, recolección y transporte de material   | Las condiciones de calidad y cantidad del material, junto con la posibilidad de garantizar volúmenes mínimos de manera periódica a la industria dificulta que muchos puedan acceder a la comercialización directa  |
| Lo anterior genera un ingreso adicional a quienes se han formalizado (Un ingreso que corresponde al pago del material recuperado y que se entrega a un comprador autorizado (ECA). Otro ingreso que corresponde al pago derivado de la tarifa cobrada al generador o usuario del servicio público de aseo)           | Tradicionalmente es un mercado en donde no se exigen condiciones técnicas mínimas para participar en él.   |
| La formalización puede derivar en empresas ESP integradas verticalmente (ECA integrales), empresas que solamente reciben material y comercializan (ECA) y organizaciones de recuperadores o recicladores que operan en el servicio realizando la recolección y transporte del Material Potencialmente Reciclable MPR | Los actores poseen poco o ningún contacto con los prestadores del servicio público de aseo y sin obligaciones mutuas   |
| Se prohíbe el arbitraje con el fin de evitar doble facturación del material generado en un municipio y comercializado en otro.   | Los recuperadores del material solían promover rebaja en la tarifa del servicio de aseo para conseguir el material de grandes generadores. Hoy este incentivo ya no existe y por lo tanto las condiciones han venido cambiando.  |

Fuente: Cydep S.A.S 2019

Por lo anterior, al existir dos posibles tipos de mercados para ejercer la actividad de aprovechamiento, actualizar el estudio de mercado implica tener en cuenta las diferencias entre estos mercados ya que generan transacciones diferentes y que deben ser consideradas en el planteamiento de alternativas.



En lo que respecta al mercado regulado, el mercado del aprovechamiento posee dos etapas; la primera corresponde al flujo de material proveniente de las rutas de los recuperadores que se acopia en las ECA y que posteriormente se comercializan a la industria obteniendo así ingresos por venta de material y por tarifas reguladas que se cobran al usuario del servicio público de aseo.

En relación con el mercado abierto, estas dos etapas se diferencian en que el material puede ser acopiado en una ECA formalmente inscrita o en una bodega particular que no está inscrita o formalizada y este quien entrega este material puede estar formalizado o no y el registro del material, detallando su origen no es una obligación. En ambos mercados, la compra del material, en ECA o bodega, se puede dar dependiendo sus condiciones, calidad y en general los precios son determinados libremente por oferta y demanda.

En la segunda etapa, el material se comercializa en la industria o con un comprador mayorista; si es vendido por la ECA ésta debe reportar las toneladas al prestador de aseo y al Sistema Único de Información SUI de la SSPD con el fin de que sean reconocidas a quien se las entregó (vendió) partiendo de la premisa que este último también se ha formalizado para poder obtener un pago adicional que proviene de la tarifa del servicio de aseo. Si quien entregó a la ECA no está formalizado, pierde el derecho a reclamar estos recursos.

Por lo anterior, si bien existen mercados regulados y abiertos, en el Departamento del Quindío el flujo de MPA se origina en cada municipio y éstos representan los mercados objetivo donde enfoca el análisis y determinación de la oferta y la demanda las cuales se describen en el siguiente numeral.

De los residuos orgánicos hay una fracción que se considera susceptible de aprovechamiento y que genera valor económico mediante tratamiento para producir compost o abono orgánico. No existe en la actualidad un mercado de precios controlado, hecho que implica que los precios de este subproducto se establezcan bajo libre oferta y demanda, teniendo en cuenta que la producción puede mejorar con tecnificación y mecanización. En relación con estos residuos y su valoración, el estudio de mercado del año 2006 se enfocó de la siguiente manera:

*“El producto a comercializar es el compost o abono orgánico con un bajo contenido de humedad y completamente limpio, además debe cumplir con las especificaciones del ICA y lo requerido por los compradores del producto para la obtención de un mejor precio y un aumento en el margen de utilidad.”*

*El material recuperable que se va a comercializar se obtiene directamente de los grupos municipales encargados de la recolección selectiva de dicho material, es importante destacar que con anterioridad a la implementación de este proyecto se conformarán y capacitarán grupos en cada uno de los municipios vinculados. La conformación de estos grupos, apoyado con una fuerte campaña a nivel educativo buscan garantizar unos volúmenes de material que puedan generar un margen de utilidad, y con el tiempo ampliar el proyecto a otros municipios y a la zona rural de los mismos.”*

---

Con la evolución normativa, hoy en día es posible determinar un costo para el tratamiento de los residuos orgánicos los cuales pueden ser incorporados a la tarifa de los suscriptores del servicio de aseo de cada uno de los municipios.<sup>4</sup>

Este contexto sugiere que el tratamiento profesional y técnico de los residuos orgánicos puede obtener financiación estable y por lo tanto se debe buscar la mejor manera y tecnología para tratar este tipo de residuos, sin embargo, los subproductos generados siguen siendo muy bajos en términos de comercialización y por lo tanto el enfoque de los residuos orgánicos debe estar centrado en el tratamiento y no en la comercialización, al menos en el corto plazo, hecho que no implica que se puedan trabajar y desarrollar ambas actividades de manera paralela.

Al tener una valorización baja y un costo de tratamiento alto, se debe buscar principalmente la sostenibilidad del tratamiento antes que la venta del subproducto, especialmente al tener en cuenta que la necesidad de rotación de los subproductos, tales como el abono orgánico o el compost, los cuales podrían generar leves impactos ambientales en el área cercana si no se les maneja adecuadamente.

### **2.1.1 Determinación de las Variables de Oferta y Demanda**

El mercado del aprovechamiento de residuos inorgánicos, en el marco de lo regulado actualmente como una actividad que hace parte del servicio público de aseo, configura una demanda inversa por materiales, es decir, el generador paga por los residuos potencialmente aprovechables a organizaciones de recicladores establecidas en cada municipio.

En comparación con otras actividades relacionadas con servicios públicos domiciliarios, el aprovechamiento no posee una demanda tradicional por medio de la cual se pueda establecer que existe un consumo, tal y como sería el caso de un servicio como el acueducto, la energía eléctrica, el gas o cualquier servicio público que se provea a una comunidad ya que la naturaleza del servicio (basura) no hace posible determinar una demanda estándar dado que los usuarios no demandan o consumen unidades de bienes esenciales, sino que pagan por deshacerse o entregar el material y dicho pago está regulado y solo es negociable en los casos de los grandes generadores, de conformidad con lo establecido en la Ley 142 de 1994.

Por su parte, quienes recogen el material (recuperadores) acuden a los mercados de demanda inversa descritos en busca de material, siendo éste un mercado en libre competencia en donde priman las estrategias que cada reciclador pueda ejecutar para obtener material de diferentes usuarios, especialmente de aquellos aforados y en donde no se debería cobrar por la entrega de material por parte de cada usuario ya que éstos no están habilitados para cobrar por la comercialización del material y en concordancia con los derechos y deberes<sup>5</sup> de los usuarios establecidos en el Decreto 596 de 2016<sup>6</sup>.

---

<sup>4</sup> Véase Resolución CRA 853 de 2018.

<sup>5</sup> No se permite la venta de este material a los generadores, sin embargo, esta práctica se presenta y no existe un control efectivo para evitar que existan generadores que cobren la entrega de este material a los recuperadores.

<sup>6</sup> Ver Sección 4, artículos 2.3.2.5.4.1 y 2.3.2.5.4.1. Derechos y deberes de los usuarios.

Se aclara que existe disponibilidad de material de usuarios no aforados, bien sea que hayan sido presentados por ellos de manera separada en la vía pública, o material que se encuentra en vía pública y que es recogido libremente por los recicladores para su posterior separación y escogencia.

De manera tal que la demanda inversa o disponibilidad a pagar por los residuos, genera el insumo básico para quienes recolectan y transportan material (recuperadores) bien sea en un ambiente competitivo formal (usuarios aforados) o en la recolección libre del material que es buscado y encontrado por los recuperadores y que se deriva de usuarios no aforados. En este sentido, el mercado que se describe es en esencia, un mercado de insumos para el reciclador al cual éstos al cumplir unas condiciones legales determinadas, pueden estar habilitados para hacer entrega de este material a organizaciones legales establecidas, tal y como lo son las ECA. No obstante, este mercado posee fallas como la intermediación de actores que no están formalizados (bodegueros) y cuyas transacciones pueden afectar las cantidades y precios de los materiales que posteriormente se comercializarán.

La segunda etapa corresponde al mercado que se forma cuando el material (residuo) potencialmente aprovechable se ha recogido, transportado y adecuado para ser transformado en material aprovechable, el cual según su categoría (tipo de material) es comercializado para su venta; el material de rechazo se entrega como residuo que debe ser llevado al relleno sanitario para su disposición final.

En este momento se crea la oferta por material aprovechado, el cual, según su categoría o tipo de material, tiene unos precios que no son regulados y que dependen de las cantidades y estrategias para negociar y vender a posibles compradores quienes conforman la oferta por cada categoría. Cada oferta por tipo de material conforma un mercado particular de compradores los cuales pueden tener una estructura de oligopsónica o monopsónica (caso del vidrio).

Para los residuos orgánicos opera una lógica similar en relación con su recolección dado que éstos también deben separarse y se mantiene el supuesto de demanda inversa descrito previamente, sin embargo, las etapas posteriores que se relacionan con su valoración económica y su eventual reincorporación al ciclo productivo, tienen posibilidades más restringidas que en comparación con los residuos inorgánicos aprovechados ya que los subproductos se centran en abonos, compost o mejorador de suelos y por ende sus posibles demandantes deben tener vocación agrícola y normalmente rural para estar interesados en comprar estos subproductos.

### **2.1.2 Determinación de la Demanda Potencial**

La demanda potencial por material aprovechable se deriva de la cantidad de material generado a partir del cual, mediante un proceso de separación en la fuente, se obtiene el material potencialmente reciclable a ser recolectado y transportado. En el presente documento, se describe el total del material potencialmente reciclable a recolectar en la Tabla 3-3 Proyección de MPR en el Quindío (t/año), a partir del estudio de caracterización desarrollado en el informe No. 2 de la presente consultoría.

### 2.1.3 Tipos de demandantes (compradores) de material

El fin primordial del aprovechamiento de los residuos sólidos consiste en el retorno a sitios factibles para el reúso, transformación o utilización como materia prima, dentro del cual la industria nacional juega un papel importante.

El material reciclable que se lleva a la industria debe estar presentado con las especificaciones o requerimientos que cada una de estas exige; por lo que el reciclador, transportador y la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) deben realizar el aprestamiento bajo estas condiciones para no incurrir en rechazos ni en pérdidas en la cadena del reciclaje; por ello el beneficio o mejoramiento que se le pueda dar a los materiales en cada centro de acopio de los municipios contribuye a presentar para la venta buenos materiales que siempre sean aceptados por la industria. A continuación, se identifican algunas de ellas.

#### 2.1.3.1 Industria del papel y cartón

El papel y el cartón requieren de cuidados especiales de limpieza, lugares sin humedad y tiempo corto de almacenamiento para que no lo rechace la industria, por lo que se hace necesario que se tenga algún conocimiento en la clasificación del material.

El tiempo máximo para almacenamiento de papel y cartón en lugares apropiados se estima alrededor de 30 días, por lo que es importante que cuando el almacenamiento se hace en los centros de acopio municipales o en zonas rurales lejos de la ECA, este material se evacue permanentemente a fin de evitar pérdidas económicas y por tanto desánimo en los actores de la cadena del reciclaje.

En la siguiente tabla se indican las principales industrias de papel en Colombia que reciben material reciclado y su ubicación.

**Tabla 2-2 Ubicación de la industria de papel y cartón en Colombia**

| EMPRESA                                   | LOCALIZACIÓN PLANTAS   |
|---|--|
| 1. Corrugados de Colombia                 | Bogotá   |
| 2. Kimberly - Colpapel                    | Cundinamarca   |
| 3. Smurfit Cartón de Colombia             | Bogotá, Yumbo, Medellín, Barranquilla                                    |
| 4. Familia Sancela                        | Medellín, Rionegro (Antioquia), Caloto (Cauca), Zipaquirá (Cundinamarca) |
| 5. Fibras Nacionales - Papeles Nacionales | Pereira<br>Manizales<br>Ibagué   |
| 6. Propal S.A.                            | Yumbo  |
| 7. Cartonall                              | Sonoco Cali  |
| 8. Cartones América                       | Cali   |
| 9. Empacor S.A. (Empaques corrugados)     | Bogotá<br>Medellín   |

Fuente: CYDEP SAS, 2018

#### 2.1.3.2 Industria del plástico

En general la industria acepta todos los polímeros, polietilenos o plásticos para aprovecharlos, pero dependiendo del uso que se le haya dado, su reciclaje puede

ser más complicado por lo que un plástico sucio o contaminado pierde precio ante la industria recicladora, al tener que invertir mayores recursos en su recuperación.

El mayor cuidado se le debe dar al **PEBD – Polietileno (plástico) de baja densidad**, pues suele emplearse en forma de sacos y bolsas para empaçar desde alimentos hasta agroquímicos y sustancias peligrosas. También se emplea para hacer film para invernaderos y otros usos agrícolas, juguetes, botellas, rollos de lámina para enfardar y objetos de menaje, como vasos, platos, cubiertos entre otros muchos usos.

**El polietileno de alta densidad** es más pesado, fácil de limpiar y manejar y viene en mucha diversidad de empaques, canastillas, menaje para el hogar incluido sillas, cajones para pescados, gaseosas, cervezas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, cilindro para gas, telefonía, tubería agua potable, drenaje y uso sanitario, macetas, etc.

**El PET (polietileno tereftalato)**, es un polímero plástico, con un alto grado de cristalinidad y termo-plasticidad en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado; presenta buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes, alta resistencia al desgaste y buena resistencia química.

El **PS - poliestireno expandido (ICOPOR)** es un material plástico espumado, derivado del poliestireno y utilizado en el sector del envase y la construcción. El producto se usa en embalajes de electrodomésticos, casetones para la construcción y hasta en moldes para empaques de alimentos, pero tiene poco atractivo entre la cadena del reciclaje por ser un material de baja densidad y tratamiento especial para su aprovechamiento y transformación.

En principio todos los tipos de plásticos pueden ser reciclados; pero aquellos que han tenido contacto con el suelo o productos agrícolas o en enterramiento deben ser sometidos a procesos para su aprovechamiento, como los que se indican a continuación:

- Tratamiento inicial: Consiste en la trituración y limpieza con agua sin uso de ninguna clase de detergentes.
- Tratamiento primario: Es la principal forma de recuperación de los plásticos. A partir de la clasificación, trituración, luego lavados con detergentes y secados para empaçar y enviar a procesamiento donde se pueden fabricar nuevos productos de plástico reciclado. Este proceso requiere de permisos de vertimiento de las aguas utilizadas.
- Tratamiento especializado: Proceso mediante el cual se trituran los plásticos se lavan con químicos especiales compatibles con sus moléculas originales y con ellas se pueden fabricar otros plásticos e incluso producir combustibles. Requiere de Plan de manejo Ambiental y permiso de vertimientos.

Para el caso del PET la industria textil y de termo formado no acepta material contaminado o que haya estado en contacto con otros productos principalmente tóxicos.

Las propiedades físicas del PET y su capacidad para cumplir diversas especificaciones técnicas han sido las razones por las que el material ha alcanzado un desarrollo relevante en la producción de fibras textiles, pero requiere de condiciones óptimas de almacenamiento y clasificación, por lo que el tiempo de almacenamiento no debe superar los 60 días siempre y cuando se guarde seco, no se exponga al sol ni se almacene a la intemperie pues el almacenamiento inadecuado le hace perder sus propiedades químicas y se pueden presentar rechazos en la industria.

Con la diversidad de colores que genera la industria del PET para envasar alimentos, el reciclaje se debe realizar en forma separada, sin tapas, anillos o etiquetas, siendo el PET transparente el de mayor atractivo para la industria recicladora.

En investigación que adelantó la Consultoría se pudo establecer que para el caso del PET “no se aceptan botellas que provengan de rellenos sanitarios o desentierro”.<sup>7</sup>, o que haya estado expuesto a la intemperie durante mucho tiempo.

- No se aceptan botellas revueltas con PET como PVC, pasta, latas y vidrio o que contengan multicapas o aditivos como el nylon.
- No se aceptan botellas con opacidad o degradadas por exposición a luz solar.
- Las botellas no deben tener ningún grado de contaminación ni contenido interno residual (papeles, empaques plásticos, metales, arena, barro o líquidos de diferentes características como combustibles o venenos).
- No se aceptan botellas que estén contaminadas o que hayan contenido originalmente pinturas, pegantes, combustibles, ceras, ácidos, venenos u otros residuos similares.
- No se aceptan botellas de PET retornable con logo o marca impresa directamente.
- Las pacas no deben tener presencia de objetos diferentes al PET como metales, madera u otros elementos.

### 2.1.3.3 Industria del vidrio

Para cualificar la demanda se debe tener en cuenta que no se puede reciclar todo tipo de vidrio. El vidrio plano (de ventana) se recicla a muy bajo porcentaje porque tiene una temperatura de fundición alta y por lo tanto afecta el proceso de fundición.

Se rechazan los materiales refractarios (vajilla resistente a temperaturas altas, platos de vidrio para hornear, baterías de cocina para altas temperaturas etc.) pues tienen una temperatura de fundición mucho más alta que el vidrio de envases y dañan la calidad del producto final. Tampoco se puede reciclar vidrio mezclado con otros productos, por ejemplo: bombillos, tubos fluorescentes, o vidrio laminado con plástico.

Las botellas de vidrio deben estar sin tapas, etiquetas o anillos que impidan su clasificación por colores y permitan el lavado y trituración sin mezclas de ningún otro producto.

<sup>7</sup> <http://www.ekored.co/calidad/> Material no apto para el proceso

El vidrio no tiene límite para el tiempo de almacenamiento, pero los sitios muy distantes a las estaciones de clasificación deben programar su salida aprovechando la evacuación de los otros materiales.

La demanda Nacional de vidrio está prácticamente concentrada en la empresa Peldar S.A., la cual tiene plantas en Envigado (Antioquia), Buga (Valle), plantas cercanas a Bogotá, ubicadas en Cogua (Cundinamarca) y una red de bodegas en las principales ciudades del país.

#### **2.1.3.4 Industria siderúrgica**

La demanda de chatarra se concentra en empresas de fundición, forja (producción de autopartes) y siderurgia, ubicadas en la región central del país.

El mercado de chatarra en el Quindío está promovido por bodegas especializadas que almacenan con destino a las siderurgias semi-integradas cercanas a la capital del país (Sidemuña y Sideboyacá), parcialmente por Acerías Paz del Río y por pequeñas y medianas empresas de fundición de Manizales o Medellín.

El suministro a las siderurgias se realiza por medio de comercializadores especializados.

Bogotá concentra aproximadamente el 35% de la industria nacional de recuperación de este tipo de materiales. El 93% de esta industria la conforman pequeñas empresas de fundición y forja, que trabajan en la informalidad y con bajos niveles de tecnificación.

La demanda nacional de Chatarra de hierro y acero la concentra el Grupo Siderúrgico Diaco S. A., que comprende las siderúrgicas de Boyacá, Caribe, Muña y Medellín. Diaco tiene plantas en Picalaña Ibagué, Muña y Madrid (Cundinamarca), Tuta (Boyacá) y Cali (Valle) y cuenta con centros de acopio ubicados en las principales ciudades.

En cuanto a los metales no ferrosos, el aluminio recuperado tiene un mercado asegurado, pues no solo la Industria nacional está en capacidad de comprar todo el material que se acopie (hoy se surte fundamentalmente del material importado), sino que en los últimos meses la demanda internacional ha crecido de forma tal que se hace más atractiva su exportación, principalmente por el puerto de Buenaventura.

## **2.2 Oferta Potencial de MPR del departamento**

En el Departamento del Quindío la demanda potencial está constituida por los diferentes usuarios del servicio de aseo, y en segunda instancia por los actores sociales que se dedican a la actividad de reciclaje o recuperación, llamados recicladores.

Todos los residuos recolectados provienen de cada uno de los 12 municipios del Departamento del Quindío al ser generados por los diferentes tipos de usuarios que habitan en cada municipio, siendo almacenados en los centros de acopio para ser procesados y alistados para su posterior comercialización.

Partiendo de la cantidad de residuos sólidos generados en cada municipio en el año 2018, como se muestra en la Tabla 2-3 y con los porcentajes de material potencialmente reciclable (MPR) encontrados en las caracterizaciones del sector urbano y rural se calcula en 29.652 toneladas las posibles cantidades generadas de las principales fracciones (plástico, papel y cartón, vidrio y metales). A partir de dichas cantidades se realizan las proyecciones, las cuales se pueden consultar en el anexo N° 6.

**Tabla 2-3 Estimación MPR en municipios del Departamento del Quindío 2018**

| MUNICIPIO    | GENERACIÓN T/AÑO | % PLÁSTICOS | T/AÑO PLÁSTICO | % PAPEL Y CARTÓN | T/AÑO PAPEL Y CARTÓN | % METALES | T/AÑO METAL  | % VIDRIO | T/AÑO VIDRIO | MPR (T/AÑO)   |
|--------------|------------------|-------------|----------------|------------------|----------------------|-----------|--------------|----------|--------------|---------------|
| Armenia      | 79.647           | 8,18%       | 6517           | 8,94%            | 7.119                | 1,6%      | 1278         | 3,05%    | 2428         | 17.343        |
| Buenavista   | 447              | 14,03%      | 63             | 10,08%           | 45                   | 1,49%     | 7            | 5,70%    | 25           | 140           |
| Calarcá      | 12.575           | 8,89%       | 1118           | 8,31%            | 1.045                | 2,06%     | 259          | 3,79%    | 477          | 2.899         |
| Circasia     | 5.353            | 13,81%      | 739            | 6,48%            | 347                  | 1,96%     | 105          | 0,37%    | 20           | 1.211         |
| Córdoba      | 1.157            | 6,26%       | 72             | 4,89%            | 57                   | 0,36%     | 4            | 0,55%    | 6            | 140           |
| Filandia     | 2.573            | 9,57%       | 246            | 9,22%            | 237                  | 0,91%     | 23           | 0,42%    | 11           | 517           |
| Génova       | 1.554            | 10,19%      | 158            | 3,01%            | 47                   | 0,99%     | 15           | 7,29%    | 113          | 334           |
| La Tebaida   | 9.356            | 7,52%       | 703            | 7,93%            | 742                  | 1,89%     | 176          | 4,37%    | 409          | 2.031         |
| Montenegro   | 9.077            | 9,48%       | 860            | 8,58%            | 779                  | 1,88%     | 171          | 2,03%    | 184          | 1.994         |
| Pijao        | 897              | 10,59%      | 95             | 16,32%           | 146                  | 0,61%     | 5            | 1,83%    | 16           | 263           |
| Quimbaya     | 6.733            | 14,76%      | 994            | 10,95%           | 737                  | 1,79%     | 120          | 3,09%    | 208          | 2.059         |
| Salento      | 1.797            | 13,10%      | 235            | 13,73%           | 247                  | 1,91%     | 34           | 11,35%   | 204          | 720           |
| <b>Total</b> | <b>131.164</b>   |             | <b>11.802</b>  |                  | <b>11.548</b>        |           | <b>2.200</b> |          | <b>4.102</b> | <b>29.652</b> |

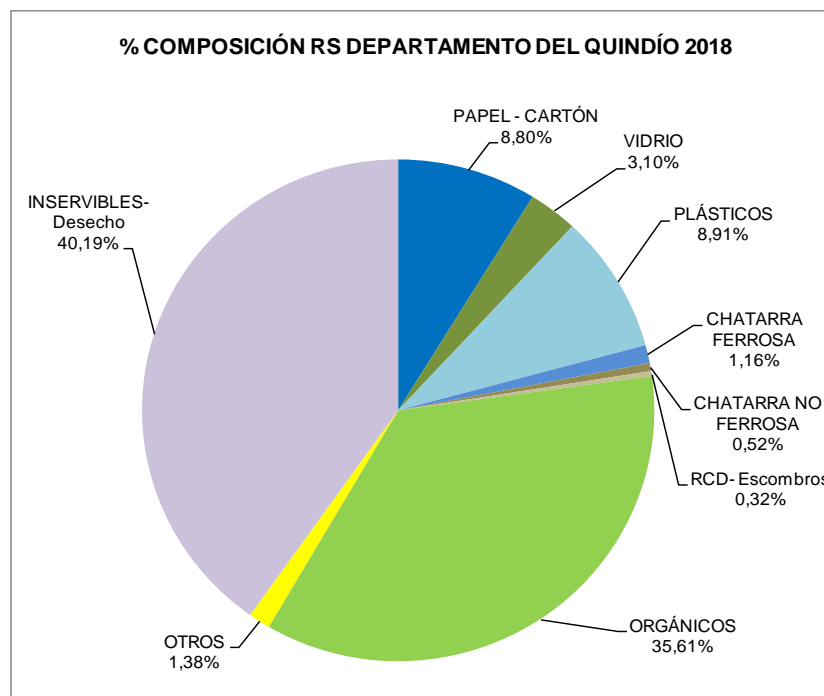
Fuente: CYDEP SAS con datos de PGIRS 2G

La mayor cantidad posible de recuperar se encuentra en la ciudad de Armenia donde se ubican gran parte de los recicladores, cuentan con una ECA en funcionamiento y organizaciones de recicladores que mantienen un esquema independiente y particular que apoyan la alcaldía y algunas ONG.

El sector urbano presenta la siguiente composición física de los residuos sólidos consolidado para el Departamento del Quindío a partir de la caracterización 2018.



**Figura 2-3 Composición del MPR del sector urbano**

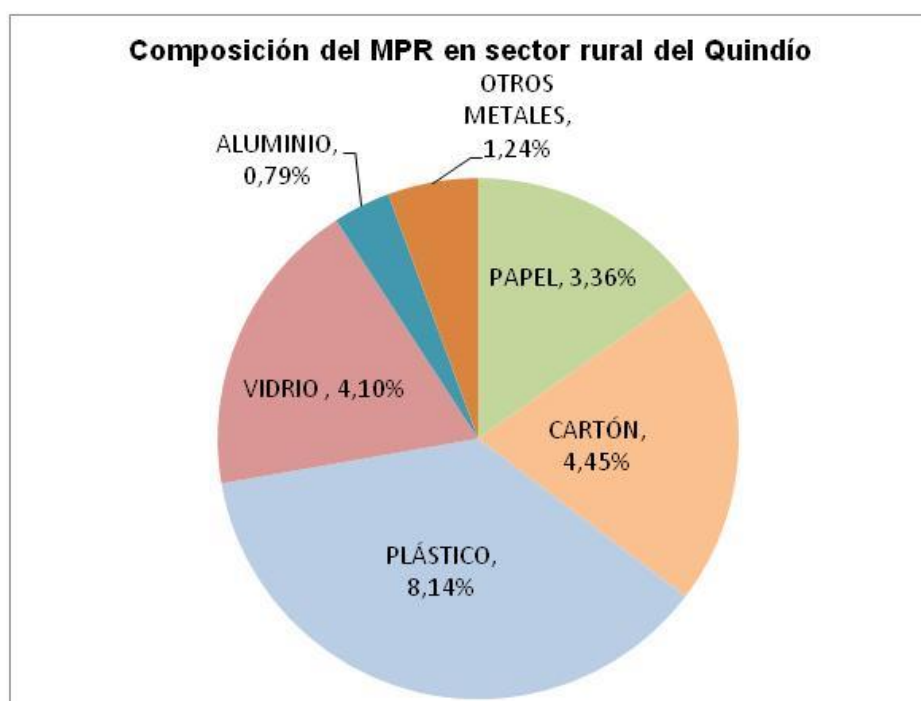


Fuente: CYDEP S.A.S., a partir de la caracterización 2018

De la gráfica se puede observar que el MPR de mayor generación corresponde a los plásticos en sus diferentes presentaciones y los de menor representación los metales.

En la siguiente gráfica se presenta el material potencialmente reciclable factible de recuperar en la zona rural del Departamento del Quindío.

**Figura 2-4 Composición del MPR del sector rural**



Fuente: CYDEP S.A.S. ,2019 a partir de información de PAP PDA  
Gobernación del Quindío-S S Corporation 2018

De la gráfica se puede observar que el MPR en el sector rural del Departamento del Quindío corresponde a los plásticos y el de menor presencia igual que en el sector urbano corresponde a los metales.

### 2.3 Análisis de Competitividad

Tanto el “mercado regulado” como el “mercado abierto” están expuestos a la posibilidad de la libre de competencia, tanto entre los recuperadores como entre las ECA y/o bodegas. En este sentido, existe competencia directa por obtener el material de los generadores, después de los recuperadores y posteriormente la competencia se transforma en un mercado particular de compradores los cuales pueden tener una estructura de oligopsónica o monopsónica (caso del vidrio).

En el “mercado regulado” la remuneración que se reconoce a los prestadores de residuos aprovechables no es diferenciada ya que los valores son regulados (Valor Base de Aprovechamiento VBA) y se distribuyen entre quienes reportaron su material en las ECA, en consecuencia, no existe discriminación de precios en un mismo municipio. Puede suceder que el valor a reconocer por tonelada (VBA) sea mayor en un municipio que en otro pero esta situación no depende de los prestadores de residuos aprovechables.

En el Departamento del Quindío la competencia directa se refleja en el número de organizaciones formalizadas en cada municipio o que se encuentran en este proceso; al momento del presente informe se encontraron 11 organizaciones, 2 en el Municipio de Quimbaya, una en Montenegro, 2 en Armenia, una en Salento, una en Pijao, una en La Tebaida, una en Circasia, una en Buenavista y una en Calarcá las cuales se citan a continuación:

Funesco (Armenia), Gestión Ambiental SAS (Armenia-ECA), Proquimbaya (Quimbaya), Reciclando Ando (Quimbaya), Asociación de recuperadores de Salento, Eje Ambiental Quindío (Circasia), Asorate (La Tebaida), Arrsinap (Pijao), una asociación sin nombre (Buenavista), AROM en (Montenegro) y Calarcá Limpia (Calarcá).

Estas asociaciones deben ser tenidas en cuenta como posibles competidores ante cualquier alternativa que se plantee en el Departamento y por lo tanto lo que respecta a los pagos por la actividad derivados de la tarifa, deben ser distribuidos entre todos los prestadores de la actividad de aprovechamiento que hayan surtido su proceso de formalización y hayan entregado toneladas a una ECA.

Se aclara que en ambos mercados no existe una competencia indirecta, sin embargo, en lo que respecta a la consecución de clientes (usuarios generadores) a quienes se les recoge y transporta el material, existen aspectos que facilitan la entrega del material al recuperador, tales como, conciencia de la separación en la fuente por motivaciones ambientales o la colaboración de la ciudadanía reconociendo la labor del recuperador.

## 2.4 Actualización y complemento Fase 1 Estudio de Mercado

De conformidad con el contenido del producto No. 5 solicitado por la Interventoría, una vez realizado el análisis de atractividad y una breve descripción del ambiente competitivo, a continuación se presenta la actualización del contenido del estudio de mercado en los aspectos puntuales los cuales ya han sido presentados en informes previos por parte de la Consultoría y que se relacionan con la actualización del censo de recicladores, la relación de los formatos de recolección de información, la Recopilación de información - Base de datos y la actualización de las Proyecciones con base en las caracterizaciones del producto No.2.

En relación con las matrices DOFA o FODA, en el presente capítulo se presenta una nueva descripción de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas debido a la evolución propia que ha tenido la actividad de aprovechamiento en el país desde el año 2006 hasta la fecha.

### 2.4.1 Actualización del censo a recicladores

El anexo II de la Resolución 754 de 2014, “*Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos*”. Define los lineamientos para la elaboración de los censos de recicladores, en desarrollo de la elaboración de los PGIRS.

De acuerdo con los lineamientos indicados, los municipios del departamento elaboraron los censos de recicladores, los cuales hacen parte de cada uno de los PGIRS 2G. En desarrollo del producto 3 de la Consultoría se realizó la actualización de los censos de recicladores de los municipios, a partir de la información disponible en los PGIRS municipales.

A continuación, se presenta el resumen de los resultados de la actualización realizada:

**Tabla 2-4 Comparativo línea base y actualización de recicladores y organizaciones**

| MUNICIPIO  | RECICLADORES PGIRS 2G | RECICLADORES ACTUALIZACIÓN 2018 | AGREMIACIONES ORGANIZADAS PGIRS 2G | AGREMIACIONES ORGANIZADAS ACTUALIZACIÓN |
|------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------------|---|
| Armenia    | 159                   | 115                             | 0                                  | FUNESCO<br>60 Afiliados                 |
| Buenavista | 4 No están censados   | 3                               | 0                                  | SIN NOMBRE<br>5 Afiliados               |
| Calarcá    | 26                    | 9                               | Sin Datos                          |   |
| Circasia   | 20                    | 8                               | 0                                  | EJE AMBIENTAL QUINDIO<br>6 Afiliados    |
| Córdoba    | 3                     | 6                               | 0                                  | 0                                       |
| Filandia   | 12                    | 0                               | 0                                  | 0                                       |
| Génova     | 2                     | 0                               | 0                                  | SIN NOMBRE<br>6 Interesados             |
| La Tebaida | 20                    | 7                               | 0                                  | ASORARTE<br>7 Afiliados                 |
| Montenegro | 13                    | 23                              | 0                                  | AROM                                    |
| Pijao      | 4                     | 7                               | 0                                  | ARRSINAP<br>26 Afiliados                |

| MUNICIPIO | RECICLADORES PGIRS 2G | RECICLADORES ACTUALIZACIÓN 2018 | AGREMIACIONES ORGANIZADAS PGIRS 2G                       | AGREMIACIONES ORGANIZADAS ACTUALIZACIÓN                       |
|-----------|-----------------------|---------------------------------|--|---|
| Quimbaya  | 48                    | 10                              | Hay 1 agremiación que cobija a 28 recicladores de oficio | PROQUIMBAYA<br>11 Afiliados<br>RECICLANDO ANDO<br>5 Afiliados |
| Salento   | 3                     | 4                               | 0  | Asociación de recuperadores de Salento<br>5 Afiliados         |

Fuente: PGIRS 2G municipios, actualización censo de recicladores Departamento del Quindío CYDEP S.A.S., 2018.

**Tabla 2-5 Resultado Censo de Recicladores**

| VARIABLE                        | RESULTADO   | OBSERVACIONES   |
|---------------------------------|---|---|
| Sexo                            | 64% Hombres<br>34% Mujeres  | Ningún encuestado solicitó clasificación por género   |
| Lugar de Nacimiento             | 29% nacieron en el municipio en donde laboran<br>71% no nacieron en el municipio donde laboran                    | Del 71% el 3% son migrantes venezolanos   |
| Edad                            | El promedio de edad de los encuestados es de 52 años  |   |
| Nivel educativo alcanzado       | 16% Ni lee, ni Escribe<br>10% Lee y Escribe<br>35% Primaria<br>29% Secundaria<br>7% Tecnológica<br>3% Profesional |   |
| Atención en salud               | 79% Sisben<br>7% Cotizante<br>7% Beneficiario<br>6% Ninguno   | Sólo el 7% que cotiza, cotiza salud y pensión, el 93% de los recicladores no están aportando a pensiones  |
| ARL                             | 0%  | Los recicladores desconocen los beneficios de estar afiliados a una ARL y no distinguen de una enfermedad, de una enfermedad laboral y sus implicaciones a largo plazo en su bienestar          |
| Vivienda                        | 81% vive en casa<br>3% apartamento<br>2% inquilinato<br>12% Otro<br>2% no contesta                                | El 14% (otro y no contesta) de los recicladores no tiene una vivienda fija, según las condiciones económicas puede alquilar una pieza, o vivir temporalmente con alguien, o vivir en cambuches. |
| Propiedad de la vivienda        | 35% arriendo<br>29% familiar<br>20% propio pagado<br>5% otro<br>10% no contesta                                   |   |
| Cabeza de Familia               | 82% Sí<br>15% No<br>2% no contesta  |   |
| Promedio de personas a cargo    | 2   |   |
| Años dedicados al reciclaje     | 10 años en promedio   |   |
| Actividad anterior al reciclaje | 20% agricultura<br>15% oficios varios   |   |

| VARIABLE                                | RESULTADO  | OBSERVACIONES  |
|---|--|--|
|   | 17% otros<br>10% ama de casa<br>10% nada<br>9% estudiante<br>4% ventas informales<br>4% comerciante<br>1% microempresa<br>1% minería |  |
| Dedicación promedio                     | 5 días a la semana 8 horas diarias   |  |
| Recicladores asociados                  | 72% no está asociado<br>28% si está asociado   |  |
| Años promedio de asociación             | Un año y tres meses  | En algunos casos los recicladores no recordaban la fecha de afiliación.  |
| Medio de recolección                    | 28% carretilla<br>20% no contesta<br>18% costal<br>6% camión<br>6% motocarro<br>6% triciclo  |  |
| Propiedad del medio de recolección      | 32% no contesta<br>24% propio<br>23% prestado<br>16% otro<br>3% familiar<br>1% comunal   | El 16% (otro) equivale a las carretillas entregadas con el centro de acopio a los recicladores por parte de los municipios   |
| Sitios de recolección                   | 63% vía pública<br>18% otros<br>17% no contesta<br>1% conjunto residencial<br>1% comercio  | El 18% (otro) equivale a recoger en todo el municipio en los sitios en donde se encuentre el material, respuesta típica del sistema de recolección de oportunidad  |
| Beneficio del material                  | 81% clasifica<br>11% ninguna<br>6% compacta<br>1% muele/tritura  | El 11% entrega su material a granel por estopada al bodeguero, el precio de compra de esta modalidad es el más bajo  |
| Promedio mensual de material recuperado | 72 kg Papel<br>64 kg Cartón<br>70 kg Vidrio<br>107kg PET<br>77 kg Plástico<br>50 kg Chatarra   | Los recicladores no recogen vidrio y los bodegueros no lo compran. Las botellas se venden en las ferreterías para envasar disolventes. La única bodega que recoge separa y tritura es el centro de acopio municipal de Pijao.                  |
| Sitio de Venta del material             | 57% Bodega<br>31% No reporta<br>4% Otro<br>2% Organización de recicladores   | N/A  |
| Ingresos promedio de la última semana   | \$ 63.000  | El tiempo de comercialización generalmente no es semanal ni mensual, los procesos de acumulación de material para la venta varían entre 2 y 4 meses para los asociados. El reciclador promedio comercializa el mismo día que hace recolección. |
| Ingresos promedio del último mes        | \$ 258.354   |  |

Fuente: Actualización Censo de recicladores Departamento del Quindío, CYDEP S.A.S., 2018.

## 2.4.2 Formato de recolección de información

Los formatos aplicados por la Consultoría se adjuntan y corresponden a los previamente presentados en el “Informe 1. Diagnóstico situacional y levantamiento de información de la línea base”.

## 2.4.3 Recopilación de información – Base de datos

La base de datos generada por la Consultoría se adjunta y corresponden a la previamente presentada en el “Informe 1. Diagnóstico situacional y levantamiento de información de la línea base”.

## 2.4.4 Matrices FODA

Debido a la evolución de la actividad de aprovechamiento, se han planteado nuevas fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas con respecto a la matriz DOFA del estudio de mercado desarrollado en el año 2006.

Algunos de los aspectos aún poseen vigencia, sin embargo, esta nueva matriz FODA se enfoca en algunos cambios normativos que genera tener un mercado regulado, hecho que genera sus propias fortalezas, oportunidades, debilidades, y amenazas. En relación con el mercado abierto, éste conserva muchas de los aspectos de la matriz original del estudio de mercado, hecho que va demostrando en el corto tiempo que, si bien aún existen fallas y aspectos por regular, la actividad de aprovechamiento ha podido avanzar en herramientas para sus diferentes actores y promotores.

**Tabla 2-6 Matriz DOFA de la actividad de aprovechamiento**

| FORTALEZAS   | OPORTUNIDADES   | DEBILIDADES  | AMENAZAS  |
|--|---|--|---|
| Normatividad existente que regula y remunera la actividad de aprovechamiento   | Generación de empleo formal bajo una estructura empresarial más amplia y formal | Poco apoyo de las administraciones municipales a los procesos de aprovechamiento de los residuos sólidos | Posibilidad de Interferencias políticas que aprovechan a la población vulnerable involucrada en la actividad de aprovechamiento con el fin de crear esquemas diferentes a los establecidos en la normatividad |
| La actividad de aprovechamiento se ha fortalecido normativamente y se incentiva desde el documento CONPES 3874 de 2016                             | Valorización de subproductos orgánicos e inorgánicos                            | Baja recolección selectiva de los residuos sólidos   | Inadecuada separación de los residuos por parte de los usuarios del servicio público de aseo  |
| La actividad de aprovechamiento está vinculada y reconocida como uno de los principios de la economía circular en el documento CONPES 3874 de 2016 | Disponibilidad de recursos internacionales para el aprovechamiento              | Poca capacitación en los procesos relacionados con el aprovechamiento de residuos sólidos                | La eventual entrega del material por parte de los grandes generadores a empresas ambientales que participan en licitaciones para acceder al manejo ambiental en las industrias                                |

| FORTALEZAS  | OPORTUNIDADES   | DEBILIDADES   | AMENAZAS  |
|---|---|---|---|
| La actividad de aprovechamiento posee una norma propia, como lo es el Decreto 596 de 2016 y otras normas derivadas de éste y del Decreto Único 1077 de 2015   | Disponibilidad de recursos en los PGIRS para el aprovechamiento   | Barreras de entrada y de salida para quienes quieran conformar una ECA  | Insuficiente demanda por los subproductos generados por el aprovechamiento de residuos, en especial los residuos orgánicos aprovechados   |
| Las empresas del servicio público de aseo ahora son colaboradores activos en la actividad de aprovechamiento y por lo tanto poseen obligaciones frente al reporte de la información y la remuneración de la actividad de aprovechamiento.                     | Disponibilidad de Entidades Estatales del orden Nacional y local para impulsar programas de aprovechamiento | Dificultad para ubicar una ECA por uso del suelo y efecto NINBY <sup>8</sup>  | Inadecuados canales de comercialización de los residuos orgánicos   |
| El nivel de conciencia y colaboración de la ciudadanía frente a la necesidad del aprovechamiento poco a poco ayuda a que el material se entregue de mejor manera y la actividad se valore y dignifique  | Disminución de la vida útil de los rellenos sanitarios  | Bajo nivel normativo para controlar sobrefacturación del material o el reporte en más de un punto o municipio   | La estructura de mercado monopsónica y/o oligopsónica de grandes industrias compradoras de material es una falla de mercado que no se ha regulado aún y podría afectar la sostenibilidad de la actividad en caso de ofrecer precios de compra muy bajos |
| En la actualidad existen mayores fuentes de recursos para financiar la actividad y el recuperador tiene la posibilidad de obtener ingresos por la venta del material y posteriormente por el pago derivado de la tarifa del servicio público de aseo          | Existencia de una buena conectividad vial en el Departamento  | Débil gestión de recursos para programas y proyectos de aprovechamiento de residuos sólidos   | Baja tecnificación en los procesos de aprovechamiento de los residuos orgánicos   |
| Los sistemas de información comercial del prestador de aseo son dispuestos para facturar la actividad de aprovechamiento en el marco del servicio público de aseo   | Cercanía del Departamento a grandes centros de producción industrial  | Persiste la idea que deben existir incentivos a las comunidades para la separación en la fuente de residuos sólidos. Debe asumirse como un deber como ciudadano y usuario del servicio público de aseo. | No lograr economías de escala para implementar las alternativas planteadas en este documento  |
| Se han definido los derechos y deberes de la actividad de aprovechamiento, tanto para prestadores como para usuarios, hecho que permite establecer el rol que cada cual debe ejercer en función del manejo de los residuos destinados para el aprovechamiento | Las normas actuales fomentan la formalización y profesionalización de la actividad de aprovechamiento       | Limitaciones con el acceso a seguridad social y a salud ocupacional de los actores sociales relacionados con el reciclaje   | Alta probabilidad de realizar arbitraje por parte de los diferentes gestores para facturar el material recolectado en varios municipios   |

<sup>8</sup> Sigla en inglés "Non In My Backyard" que traduce "no en mi patio trasero" y explica el deseo de las personas a promover infraestructuras para el manejo ambiental, incluido el manejo de residuos, pero con la condición de que no se ubique cerca a su casa.

| FORTALEZAS   | OPORTUNIDADES   | DEBILIDADES                                   | AMENAZAS   |
|--|---|---|--|
| El gremio del reciclaje ha podido unirse para lograr su reconocimiento | Posibilidad de realizar alianzas colaborativas con el prestador de aseo del municipio para el manejo de campañas educativas y atención de PQR | Bajos niveles de ingresos de los recicladores | Incentivar alternativas de disposición final basadas en tecnologías de incineración para las cuales al material inorgánico es un insumo deseado debido a su poder calorífico |

Fuente: CYDEP S.A.S

## 2.5 Actualización y complemento Fase 2 Estudio de mercado

La fase 2 del estudio de mercado, se centra en el planteamiento y evaluación de una alternativa para residuos inorgánicos y otra para orgánicos, ambas planteadas con lógica regional con el fin de lograr sostenibilidad.

En la presente actualización, se retoman esas alternativas pero se adaptan al tener en cuenta que las condiciones actuales ofrecen diferentes posibilidades tales como centros de acopio ya construidos en cada municipio incluyendo uno regional en el municipio de Calarcá, una evolución normativa de la actividad que ha llevado a tener un mercado regulado, diferentes actores de acuerdo a esta evolución quienes desean participar en ambos mercados y que están conminados a formalizarse, nuevos PGIRS derivados de una nueva metodología establecida en la Resolución 754 de 2014 y mayor fomento de la actividad desde el propio documento CONPES 3874 de 2016 y nuevos Decretos sectoriales como el Decreto Único 1077 de 2015 y otras normas reglamentarias ya previamente citadas en el presente documento.

Con base en todos estos cambios, el complemento del estudio de mercado integra en las alternativas planteadas, nuevos datos de proyecciones de material, cálculos tarifarios para remunerar la actividad de aprovechamiento (inorgánicos e orgánicos), y escenarios adicionales que se describen en los numerales 3.6.6y 4.6.6 del presente documento, de conformidad con lo solicitado por la interventoría para el presente informe No. 5.

## 2.6 Valoración agronómica de la fracción orgánica

Las especificaciones definidas para la estabilización de materia orgánica en procesos de generación de compost destinados para uso agrícola se encuentran relacionados en el (RAS 2000 sección II título F), pagina 132. De este modo se consideran los siguientes aspectos:

### 2.6.1 Aspecto físico

En la parte física el aprovechamiento de los residuos orgánicos como materia prima para la elaboración de compost tiene un efecto directo sobre los suelos debido a que:

- Adiciona gran contenido en materia orgánica, sobre la estructura de los suelos para uso agrícola especialmente cuando se trata de zonas áridas o de bajo contenido de nutrientes.
- Influye sobre el volumen de los poros, dando como resultado una mejora en la distribución de humedad e intercambio de gases.



- Aumenta la capacidad de retención hídrica, debido a la propiedad de la materia de retener agua.
- Incrementa la retención de nutrientes por las plantas y los elementos traza en el suelo, debido a las propiedades de intercambio iónico de la materia orgánica.
- Previene la erosión del suelo por la acción del humus en la creación de una mejor estructura de este<sup>9</sup>.

### 2.6.2 Aspecto químico

La acción nutriente de un compost se puede desarrollar en dos direcciones:

#### 1. Directa:

Suministra Nitrógeno, Fosforo y Potasio, en porcentajes relativamente pequeños, pero muy equilibrados. Además, de suministrar oligoelementos, que pueden ejercer efectos positivos o causar problemas de toxicidad a largo plazo.

#### 2. Indirecta:

Favorece la utilización de los fertilizantes químicos por las plantas. Los óxidos de hierro y aluminio del suelo absorben materia orgánica, impidiendo con ello o cuando menos retrasando la fijación de los fosfatos solubles. Los compost evitan igualmente las pérdidas por lixiviación de las formas solubles del nitrógeno.

### 2.6.3 Aspecto biológico

La adición de compost al suelo favorece la coexistencia en el mismo de diversas especies de microorganismos; si se utilizasen exclusivamente fertilizantes químicos se favorecería sólo la proliferación de especies muy determinadas.

El aporte de compost al suelo hace aumentar la micro-flora del mismo. El aumento de microorganismos, enzimas y metabolitos microbianos que lleva consigo la incorporación de compost, puede favorecer la estimulación de sustancias de acción fitohormonal por parte de los microorganismos del suelo. Estrechamente ligada a la micro-flora está la producción de sustancias biológicas activas, que pueden influir en el desarrollo de las plantas (vitaminas, hormonas, antibióticos, aminoácidos, etc.).

Un factor importante para la fertilidad del suelo es la población microbiana existente, responsable de la eficacia de los ciclos biológicos (Carbono, Nitrógeno, Fósforo, etc.) de los cuales depende la mineralización de toda la materia de la que provienen los elementos esenciales para la vida y el desarrollo de las plantas.

De forma particular es importante la actividad de los microorganismos en la rizosfera o región del suelo ocupada por las raíces de las plantas, donde las enzimas

---

<sup>9</sup> Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. INGACAL. Apdo. 10 - 15080 La Coruña, España. Ana Isabel Roca Fernández.

expelidas por las raíces determinan una concentración microbiana claramente superior a la del suelo alejado de la raíz<sup>10</sup>.

Con el fin de conocer la calidad de los residuos orgánicos provenientes de viviendas, establecimientos y de grandes generadores como plazas de mercado y fruver para postularlos como candidatos a la transformación en compostaje, se realizaron análisis de laboratorio que permiten establecer las recomendaciones en la selección y recolección del material potencialmente aceptable para lograr un abono que garantice la certificación del ICA.

#### 2.6.4 Análisis del material orgánico

Para estos análisis, se eligió el laboratorio de la Universidad de los Andes ubicado en la (Carrera 1E N° 19ª-40 Edificio Mario Laserna - Bogotá D.C - Colombia), el cual cuenta con todos los certificados de análisis requeridos para realizar análisis de desechos sólidos. En este sentido, se identificaron elementos traza como: (Cadmio, Cobre, Mercurio, Níquel, Plomo, Humedad, Sólidos Totales, Sólidos Volátiles, Sólidos Fijos, Carbono, Nitrógeno, Hidrogeno, Hidrogeno, Azufre y Corrosividad expresada en pH). Estos parámetros están descritos en el Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), Título F.

Se tomaron 2 muestras puntuales, una en los residuos orgánicos de la plaza de mercado de la ciudad de Armenia y otra luego de efectuar la caracterización de las muestras de usuarios no residenciales en el municipio de Calarcá.

Para la toma de estas muestras se siguió el protocolo recomendado por el laboratorio:

1. Se seleccionaron y empacaron las muestras de residuos sólidos orgánicos para ser enviados a laboratorio.
2. Se empacó evitando que se escapen los líquidos.
3. Se registró la hora y el estado del tiempo en que se tomó la muestra.
4. Para el traslado de la muestra se tuvo en cuenta el protocolo indicado por el laboratorio para embalaje y transporte terrestre hasta la instalación correspondiente en la ciudad de Bogotá.

Para efectos puntuales del análisis de la fracción orgánica se recogió una muestra de 7,45 Kg de residuos orgánicos en plazas de mercado de la ciudad de Armenia el día 21 de noviembre de 2018, los cuales fueron llevados cumpliendo con los lineamientos de cadena de custodia y transporte para garantizar la calidad en los análisis de laboratorio.

En la siguiente tabla se presentan los resultados del análisis de las muestras que realizó el laboratorio Ambiental de la Universidad de los Andes para los residuos orgánicos procedentes de plazas de mercado de Armenia.

<sup>10</sup> Greene, E. M. (1980). Cytokinin production by microorganisms. Bot. Rev. 46: 25-74 pp.

**Tabla 2-7 Resultados de laboratorio, Muestra de Armenia**

| NO. DE MUESTRA           | UNIDAD DE MEDIDA | RESULTADO |
|--------------------------|------------------|-----------|
| Cadmio                   | Mg/Kg-Bs         | <2,76     |
| Cobre                    | Mg/Kg-Bs         | 23,1      |
| Mercurio                 | Mg/Kg-Bs         | <5,07     |
| Níquel                   | Mg/Kg-Bs         | 9,82      |
| Plomo                    | Mg/Kg-Bs         | <3,62     |
| Humedad                  | %BH              | 85,3      |
| Sólidos Totales          | %BH              | 14,7      |
| Sólidos Volátiles        | %BS              | 81,1      |
| Sólidos Fijos            | %BS              | 18,9      |
| Carbono                  | %                | 34,5      |
| Nitrógeno                | %                | 1,50      |
| Hidrogeno                | %                | 4,81      |
| Azufre                   | %                | 0,26      |
| Corrosividad en residuos | pH               | 4,88      |

\*BS: Base Seca

BH: Base Húmeda

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

Con el objeto de obtener un análisis comparativo según la procedencia de los residuos, se tomó una muestra de 9,5Kg de residuos sólidos orgánicos el día 21 de noviembre de 2018 en Calarcá, provenientes del sector no residencial (establecimientos).

Los resultados de laboratorio obtenidos en la muestra de Calarcá se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2-8 Resultados de laboratorio, Muestra de Calarcá**

| NO. DE MUESTRA    | UNIDAD DE MEDIDA | RESULTADO |
|-------------------|------------------|-----------|
| Cadmio            | Mg/Kg-Bs         | <2,76     |
| Cobre             | Mg/Kg-Bs         | 9,25      |
| Mercurio          | Mg/Kg-Bs         | <5,07     |
| Níquel            | Mg/Kg-Bs         | <2,07     |
| Plomo             | Mg/Kg-Bs         | <3,62     |
| Humedad           | %BH              | 89,4      |
| Sólidos Totales   | %BH              | 10,6      |
| Sólidos Volátiles | %BS              | 92,2      |
| Sólidos Fijos     | %BS              | 7,8       |
| Carbono           | %                | 40,3      |
| Nitrógeno         | %                | 1,28      |
| Hidrogeno         | %                | 5,44      |
| Azufre            | %                | 0,32      |
| Corrosividad      | pH               | 4,43      |

| NO. DE MUESTRA | UNIDAD DE MEDIDA | RESULTADO |
|----------------|------------------|-----------|
| en residuos    |                  |           |

\*BS: Base Seca

BH: Base Húmeda

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

- **Humedad.** De los resultados expresados en la Tabla 2-7 Resultados de laboratorio, Muestra de Armenia y la Tabla 2-8 Resultados de laboratorio, Muestra de Calarcá, se observa que la humedad reportada en las muestras es de 85,3% BH para Armenia y 89,4% BH para Calarcá.
- **PH.** De igual forma el PH óptimo de acuerdo con el (RAS 2000 sección II título F, 2000) debe estar entre 4,0 a 9,0 y de los resultados obtenidos en ambas muestras, se observan valores de 4,88 para Armenia y 4,43 para Calarcá, aceptables dentro de los parámetros establecidos, aunque con tendencia al mínimo en ambos casos.
- **Metales.** Por otro lado, los valores máximos permisibles para metales pesados presentes en RS urbanos no separados en la fuente, medidos en mg/Kg deben cumplir con los límites establecidos que se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 2-9 Límites máximos permisibles de metales pesados en residuos sólidos urbanos**

| ELEMENTO | ARMENIA<br>MG/KG - Bs | CALARCÁ<br>MG/KG - Bs | LÍMITE MÁXIMO<br>PERMISIBLE SEGÚN NTC<br>5167 DE 2003<br>MG/KG | LÍMITE MÁXIMO<br>PERMISIBLE SEGÚN<br>RAS 2012 TITULO F<br>(MG/KG - Bs) |
|----------|-----------------------|-----------------------|--|--|
| Cadmio   | <2,76                 | <2,76                 | 0,7  | 15,0   |
| Cobre    | 23,1                  | <9,25                 | N.D  | 70   |
| Mercurio | <5,07                 | <5,07                 | 1  | 0,4  |
| Níquel   | 9,82                  | 2,07                  | 25   | 25,0   |
| Plomo    | <3,62                 | <3,62                 | 140  | 45,0   |

Fuente: CYDEP SAS, 2018

\*Bs: Base seca

Como se observa, el mercurio está por encima de los límites indicados en las normas relacionadas, aplicables a la utilización del material para uso agrícola. No obstante, si estos valores de metales pesados son superiores a los valores máximos citados pero no exceden los siguientes límites establecidos en, Cadmio (18,0), Mercurio (5,0), Níquel (180,0), y Plomo (300,0) su uso deberá proponerse únicamente para recuperación de zonas erosionadas, zonas de destinación forestal o zonas de recreación.

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 2-9, este material para ser utilizado en compost de uso agrícola debe tener menores cantidades de mercurio. De persistir el nivel, se recomienda establecer frecuencias de aplicación restringidas en zonas de destinación forestal o de recreación; en

ningún caso pueden ser utilizados en cultivos comestibles. (Puerta Echeverry, 2004)<sup>11</sup>

- **Sólidos totales.** Para procesos de estabilización de la fracción de residuos sólidos orgánicos biodegradables, el valor óptimo de sólidos totales presente en la fracción biodegradable de los RS orgánicos, debe ser de 7 a 15%, en el caso de Armenia se tiene un resultado de 14,7% y en Calarcá de 10,6%, mostrando que en los dos casos están dentro de los límites de este parámetro.
- ✓ **Estabilidad del C/N.** La relación Carbono/Nitrógeno en procesos de compostaje aerobio es biológicamente estable, si este valor se encuentra en un rango de 20 a 30 (RAS 2000 sección II título F).

Para el caso de la muestra de residuos sólidos orgánicos proveniente de plazas de mercado, la relación C/N es de 23,0 cumpliendo con las especificaciones de control de calidad que exige la norma colombiana para realizar procesos de aprovechamiento en la obtención de compost para uso agrícola.

Para el caso de la muestra de residuos orgánicos no residenciales (domiciliarios) se observa que la relación C/N obtenido se encuentra levemente superior a lo establecido por el RAS, con un valor de 31,40.

Este factor se relaciona con los nutrientes y es elemento limitante en el crecimiento y reproducción de los microorganismos, reiterando la importancia de obtener materias primas que sean debidamente separadas desde la fuente, evitando que se genere contaminación con restos de alimentos procesados u otros residuos que alteren la calidad de estos parámetros esenciales.

## 2.6.5 Criterios de selección del material orgánico

El estudio de la composición fisicoquímica de los residuos sólidos es de gran utilidad al momento de diseñar proyectos de tratamiento, donde se detallan las características que deben cumplir los residuos sólidos para ser susceptibles de aprovechamiento en forma óptima, cumpliendo con los siguientes criterios:

- *“Para la reutilización y reciclaje: los residuos deben estar limpios y debidamente clasificados”.*
- *“Para la estabilización de la fracción orgánica biodegradable: debe estar separada en fuente y no contaminada con residuos peligrosos o metales”.*
- *“Para compostaje y lombricultura: no deben estar contaminados con residuos peligrosos, metales pesados, ni bifenilos policlorados”.*
- *“Con base en los criterios anteriores, se deben definir los procesos de adecuación y transformación que van a ser llevados a efecto”.*

Algunas de las limitaciones y riesgos del uso agrícola de los residuos sólidos orgánicos urbanos transformados en compost están principalmente relacionados con:

<sup>11</sup> Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Silvia María Puerta Echeverri - Bióloga. Especialista en Mercadeo Agropecuario – Revista Lasallista de investigación Vol. 1 No. 1 Año 2004. Página 7

**Figura 2-5 Limitantes en calidad productos de aprovechamiento de orgánicos**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Para contrarrestar estas limitantes, se recomienda implementar estrategias de separación en la fuente, contribuyendo en que la calidad de la materia prima a obtener para realizar aprovechamiento de RS orgánicos cumpla con los estándares de calidad establecidos por la normatividad colombiana y así se puedan utilizar estos subproductos para utilizar en cultivos o actividades de producción dentro de la cadena alimentaria.

Adicionalmente, el decreto 1077 del 2015 (Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.), en la subsección 8 “Recolección y transporte selectivo de residuos para Aprovechamiento” refiere lo siguiente:

- **“Propósito del aprovechamiento:** “El aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos sólidos, tienen como propósitos fundamentales (Racionalizar el uso y consumo de las materias primas; recuperar valores económicos y energéticos; disminuir el consumo de energía; aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios; reducir el caudal y la carga contaminante de los lixiviados; disminuir los impactos ambientales y garantizar la participación de los recicladores de oficio”.

### **Recomendaciones**

Experiencias con mejoradores de suelo procedentes de residuos orgánicos generados en hogares y establecimientos han dado como resultado la no certificación del ICA como material apto para cultivos, dado que se dificulta su tratamiento por lo que se recomienda realizar una selección limpia de los residuos orgánicos teniendo en cuenta:

- Capacitar previamente al usuario antes de iniciar una ruta selectiva y la recogida de los residuos orgánicos.
- Realizar campañas indicando los procedimientos adecuados para la separación de los residuos orgánicos.

- 
- Adelantar en primera fase la prueba piloto que logre encontrar el material ideal para obtener un material certificado y con perspectivas de comercialización.

Con estas premisas, se considera pertinente no recoger los residuos sólidos obtenidos en el sector institucional y comercial “No residencial”, que contengan restos de comida preparada, carne, pescado, cáscaras de huevo, restos de plantas enfermas o mezclados con heces, pañales, arena para gatos, además de otros contaminantes que representan riesgo en la calidad del producto a obtener si se emplean como materia prima para el aprovechamiento y generación del compost<sup>12</sup>.

En estudios realizados por la Universidad Nacional en conjunto con otras entidades, recomienda no usar en la producción de abonos orgánicos residuos conformados por alimentos cocinados, dado que estos generan la posibilidad de contaminación microbiológica devenida de la saliva humana y contenido en sales. Al respecto se menciona que *“Los residuos cocinados se deben tratar por personal idóneo y tecnologías adecuadas, la separación en la fuente se debe realizar solamente por grandes generadores (hoteles, restaurantes, casinos multiusuarios) y todo aquel que genere grandes cantidades de este tipo de residuo”*.

En el Anexo N° 5 se presentan los resultados del Laboratorio Ambiental de la Universidad de Los Andes, para la ciudad de Armenia y el municipio de Calarcá.

---

<sup>12</sup> Reglamento técnico del sector de Agua potable y Saneamiento básico (RAS 2000 sección II título F, pág. 264.

### **3 ALTERNATIVAS PARA RESIDUOS INORGÁNICOS**

#### **3.1 Identificación y descripción de alternativas para MPR**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización de residuos presentada en el producto No.2 y con la estimación y proyección de las tasas de generación y con el fin de optimizar la prestación actual del servicio público de aseo en los municipios del Departamento del Quindío, se plantean dos alternativas con el propósito de encontrar soluciones a los problemas esbozados en el producto No. 1 de diagnóstico realizado por esta consultoría.

Las alternativas que se describen consolidan las necesidades en cada uno de los aspectos a optimizar, donde se identifica alguna debilidad y/o alguna oportunidad de mejora; partiendo de la premisa de que la solución que se plantea es de tipo regional o subregional donde se espera la participación concertada con todos los municipios del departamento.

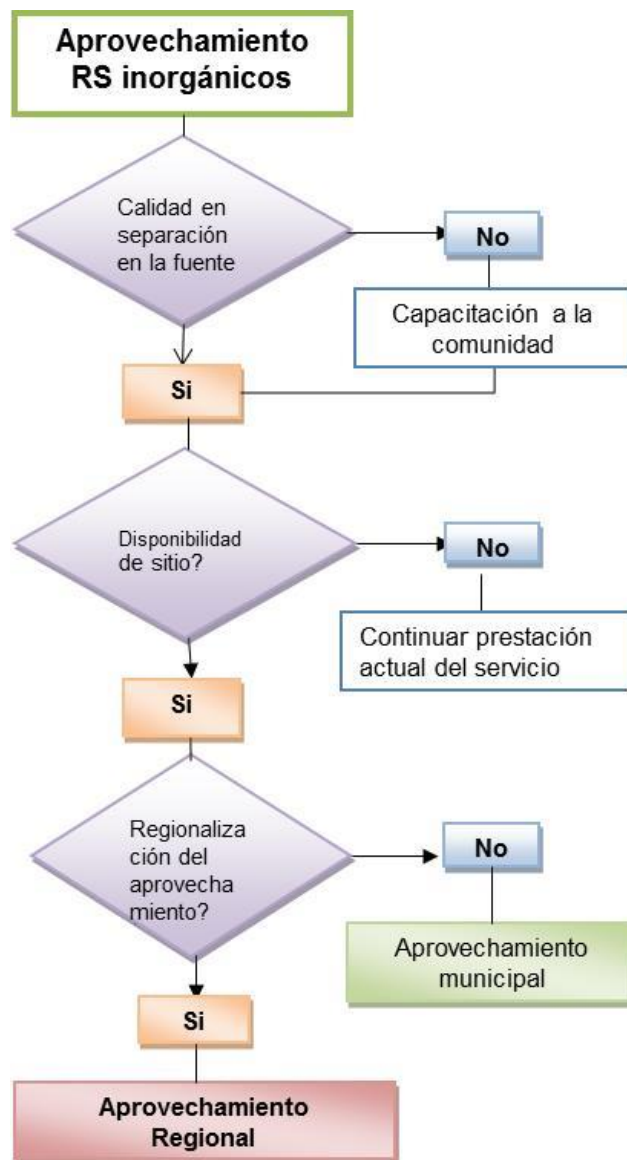
Para la identificación de las alternativas se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Los municipios no tienen una alternativa clara para el aprovechamiento de RS y/o comercialización de MPR.
- Distancias a las bodegas de reciclaje
- Se dispone de infraestructura existente
- Se requiere fortalecer la clasificación y el aprovechamiento de residuos en la región, siendo un requerimiento básico de la gestión integral.

La siguiente figura ilustra los criterios considerados.



**Figura 3-1 Criterios de aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

A continuación, se presenta un resumen de las alternativas identificadas descritas a través de factores técnico, financiero, ambiental, legal, social e institucional para la implementación de un esquema de aprovechamiento subregional o regional en el manejo de los residuos sólidos inorgánicos en el Departamento del Quindío.

**Tabla 3-1 Descripción de alternativas inorgánicos reciclables**

| FACTOR              | ALT. 1  | ALT. 2  |
|---------------------|---|---|
| TÉCNICO Y OPERATIVO | Utilizar infraestructura ya construida en el municipio de Calarcá, conocida como Centro de Acopio Departamental, y usar como proveedores los centros de acopio de los municipios de: Buenavista, Calarcá, Córdoba, Circasia, Filandia, Génova, La Tebaida, Pijao, Quimbaya, Salento y la bodega destinada para el reciclaje en el coso municipal de Montenegro. | Alternativa de dos ECA regionales para el acopio y comercialización del material aprovechable generado en los municipios del departamento, así:<br><br>a) Utilizar infraestructura del CA existente en Calarcá para convertirlo en ECA, tomando como satélites los centros de acopio de |

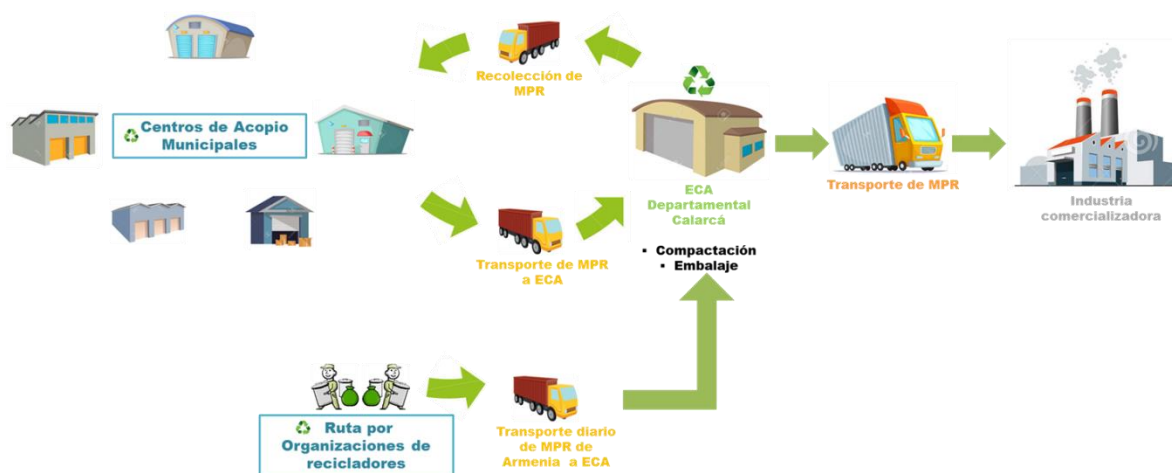
| FACTOR        | ALT. 1   | ALT. 2  |
|---------------|--|---|
|               | <p>Organizaciones de recicladores de Armenia hacen ruta de recolección selectiva de MPR y llevan directamente a Calarcá.</p> <p>El Departamento optimiza el CA en capacidad, tecnología y equipos para recibir el material reciclable de todos los municipios del Departamento, para convertirla en ECA Departamental.</p> <p>Los municipios mejoran y ponen en funcionamiento los centros de acopio existentes para integrar el esquema departamental.</p> <p>La ECA departamental adquiere vehículo para recoger los residuos recolectados en cada Centro de Acopio municipal.</p> | <p>los municipios de: Buenavista, Calarcá, Córdoba, Circasia, Filandia, Génova, La Tebaida, Pijao, Quimbaya. Salento y la bodega del coso municipal en Montenegro.</p> <p>b) Construir o alquilar una bodega independiente y exclusiva para la ciudad de Armenia, para convertirla en ECA municipal.</p> <p>La ECA regional de Calarcá adquiere vehículo para recoger los residuos recolectados en los centros de acopio municipales</p> <p>El Municipio de Armenia organiza y fortalece su ECA con equipamiento necesario para el funcionamiento a cargo de organizaciones de recicladores</p> |
| FINANCIERO    | <p>Buscar la sostenibilidad financiera con la venta y comercialización del material recuperado y el acceso a los recursos de la tarifa.</p> <p>Direccionar recursos provenientes de SGP, regalías y otras fuentes con destino al servicio público del aprovechamiento en municipios y departamento a un fondo regional del proyecto, incluido Armenia.</p>   | <p>Buscar la sostenibilidad financiera con la venta y comercialización del material recuperado y el acceso a los recursos de la tarifa.</p> <p>Direccionar recursos provenientes de SGP, regalías y otras fuentes con destino al servicio público del aprovechamiento de 11 municipios y departamento a fondo regional del proyecto regional de Calarcá.</p> <p>Armenia direcciona recursos provenientes de otras fuentes para garantizar estabilidad económica del proyecto en la capital.</p>   |
| COMERCIAL     | <p>Ambas alternativas parten con la premisa de encontrar mejores mercados para el material recuperado que brinden las mejores condiciones de transacción en términos de precio y forma de pago, entre otros, mediante alianzas estratégicas con la industria transformadora en el departamento o fuera de él. Garantizar volumen, calidad y recurrencia con la industria es la clave comercial para acceder a mejores precios de venta y ser tenidos en cuenta como el proveedor principal de la Industria en el Departamento.</p>   |   |
| AMBIENTAL     | <p>Se utilizan predios ya intervenidos con infraestructura existente que no requieren de permisos ni licencias ambientales.</p>  | <p>Para la ECA de Calarcá se utilizan predios ya intervenidos con infraestructuras existentes que no requieren de permisos ni licencias ambientales.</p> <p>Para la ECA de Armenia se adquiere o toma en arriendo bodega con uso de suelo permitido</p>   |
| LEGAL         | <p>Definir y realizar la entrega (venta, comodato o cesión) de los Centros de acopio municipales por parte de la CRQ a los municipios y de estos a las organizaciones de recicladores, o directamente de la CRQ a los recicladores.</p>  |   |
| INSTITUCIONAL | <p>Administración y operación de los centros de acopio municipales a cargo de cooperativas u otra clase de organización de recicladores de oficio locales.</p>   | <p>Administración y operación de los centros de acopio municipales a cargo de cooperativas u otra clase de organización de recicladores de oficio locales.</p> <p>ECA departamental en Calarcá operada</p>  |

| FACTOR | ALT. 1   | ALT. 2   |
|--------|--|--|
|        | Estación de Clasificación y Aprovechamiento –ECA- departamental en Calarcá operada por Asociación de recicladores del Quindío que involucre a organizaciones de los 12 municipios.   | por Asociación de recicladores del Quindío que involucre a organizaciones de los 11 municipios.<br><br>ECA municipal en Armenia operada por organización de recicladores de Armenia o Asociación de recicladores que vincule varias organizaciones de recicladores de la ciudad.   |
| SOCIAL | La adecuación y puesta en funcionamiento de una ECA regional generará empleo directo a recicladores de oficio que no han logrado una estabilidad económica derivada de su trabajo como reciclador.<br>La formalización de recicladores traerá recursos por la prestación del servicio público de aprovechamiento vía tarifas. Los centros de acopio permitirán que la cantidad y calidad del material mejoren los ingresos por comercialización. | La adecuación y puesta en funcionamiento de la ECA regional de Calarcá y la nueva ECA en Armenia generarán empleo directo a recicladores de oficio que no han logrado una estabilidad económica derivada de su trabajo como reciclador.<br>La formalización de recicladores traerá recursos por la prestación del servicio público de aprovechamiento vía tarifas. Los centros de acopio permitirán que la cantidad y calidad del material mejoren los ingresos por comercialización.<br>La nueva ECA en Armenia permitirá la inclusión de recicladores de la ciudad a la cadena productiva del reciclaje. |

Fuente: La Consultoría, 2019

En la siguiente figura se presenta el esquema para la alternativa 1:

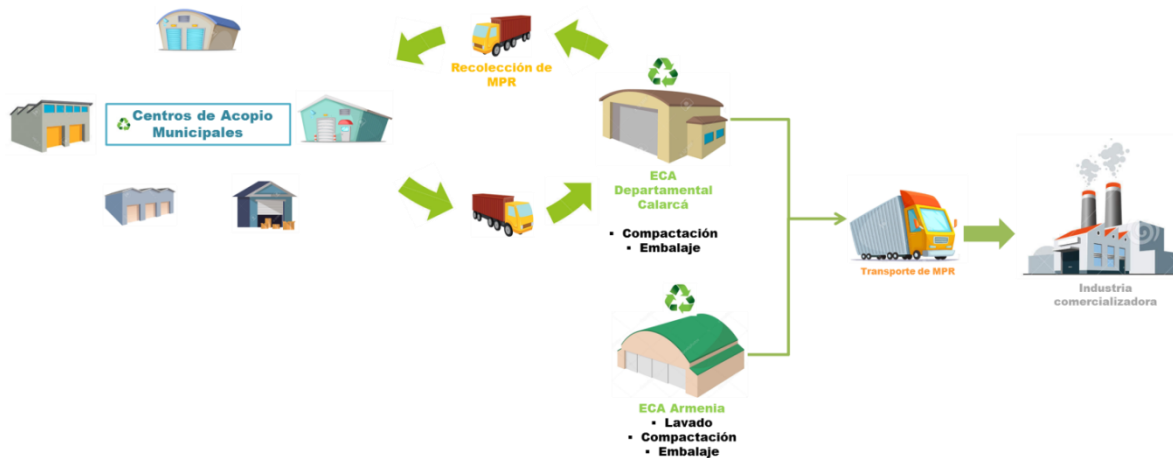
**Figura 3-2 Esquema operativo para la alternativa 1**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

En la siguiente figura se presenta el esquema para alternativa 2:

**Figura 3-3 Esquema operativo para la alternativa 2**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

## 3.2 Estimación de cantidades de MPR

### 3.2.1 Generación de material potencialmente reciclable

En primer lugar, la Consultoría estimó las cantidades de residuos sólidos generados en área urbana y rural del departamento a partir de las estadísticas de disposición final, el estudio de caracterización<sup>13</sup> y las proyecciones de población del DANE, con los siguientes resultados (Ver detalle en el Anexo N° 6):

**Tabla 3-2 Proyección de residuos en el Quindío, 2019-2031 (t/año)**

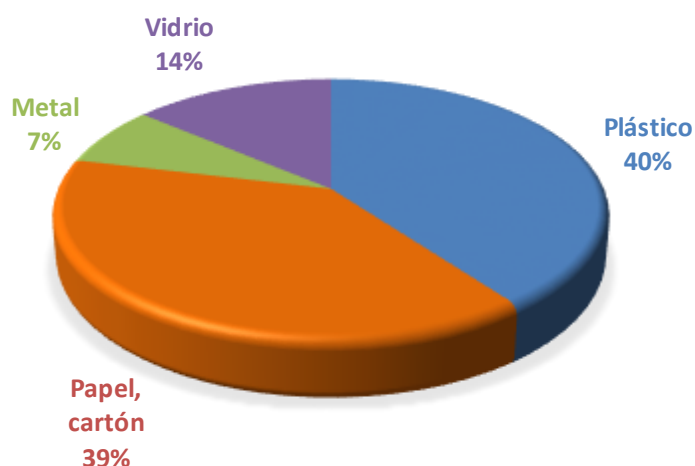
| MUNICIPIO          | 2019           | 2020           | 2023           | 2027           | 2031           |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Armenia            | 80.047         | 80.444         | 81.741         | 83.504         | 85.306         |
| Buenavista         | 445            | 443            | 441            | 437            | 434            |
| Calarcá            | 12.642         | 12.709         | 12.894         | 13.148         | 13.410         |
| Circasia           | 5.405          | 5.459          | 5.622          | 5.849          | 6.088          |
| Córdoba            | 1.157          | 1.154          | 1.154          | 1.153          | 1.152          |
| Filandia           | 2.620          | 2.818          | 3.518          | 4.229          | 4.648          |
| Génova             | 1.530          | 1.506          | 1.449          | 1.378          | 1.313          |
| La Tebaida         | 9.585          | 9.820          | 10.569         | 11.661         | 12.870         |
| Montenegro         | 9.112          | 9.146          | 9.271          | 9.441          | 9.614          |
| Pijao              | 888            | 881            | 873            | 862            | 852            |
| Quimbaya           | 6.752          | 6.769          | 6.871          | 7.012          | 7.158          |
| Salento            | 1.873          | 2.064          | 2.512          | 2.813          | 3.039          |
| <b>Total Dpto.</b> | <b>132.056</b> | <b>133.213</b> | <b>136.914</b> | <b>141.486</b> | <b>145.884</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S

La generación total de residuos se multiplica por el porcentaje de material potencialmente reciclable (MPR), resultado de la caracterización realizada por la consultoría en cada municipio en 2018. De esta forma, se obtienen las cantidades que se generan por cada una de las principales fracciones: papel y cartón, vidrio y metal.

<sup>13</sup> Producto N° 2 de la consultoría

**Figura 3-4 Composición del MPR Dpto. Quindío, 2018**



Fuente: CYDEP S.A.S., a partir de la caracterización Urbana 2018. Rural: PAP PDA Gobernación del Quindío-S S Corporation 2018

**Tabla 3-3 Proyección de MPR en el Quindío (t/año)**

| MUNICIPIO    | 2019          | 2020          | 2023          | 2027          | 2031          |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Armenia      | 17.430        | 17.516        | 17.799        | 18.183        | 18.575        |
| Buenavista   | 139           | 139           | 138           | 137           | 136           |
| Calarcá      | 2.914         | 2.930         | 2.972         | 3.031         | 3.091         |
| Circasia     | 1.223         | 1.235         | 1.272         | 1.324         | 1.378         |
| Córdoba      | 140           | 139           | 139           | 139           | 139           |
| Filandia     | 527           | 567           | 708           | 851           | 935           |
| Génova       | 329           | 323           | 311           | 296           | 282           |
| La Tebaida   | 2.081         | 2.132         | 2.294         | 2.531         | 2.794         |
| Montenegro   | 2.002         | 2.009         | 2.037         | 2.074         | 2.112         |
| Pijao        | 261           | 259           | 256           | 253           | 250           |
| Quimbaya     | 2.065         | 2.070         | 2.101         | 2.144         | 2.189         |
| Salento      | 751           | 827           | 1.007         | 1.128         | 1.218         |
| <b>Total</b> | <b>29.861</b> | <b>30.147</b> | <b>31.035</b> | <b>32.090</b> | <b>33.099</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S

En la actualidad, el reciclaje en el Departamento del Quindío lo llevan a cabo recicladores informales o en proceso de formalización y algunas organizaciones, pero no llevan estadísticas de las cantidades que recuperan; por esta razón, a partir las condiciones de cada municipio (tamaño, estado de avance del reciclaje) y resultados de la encuesta aplicada a los usuarios en el mes de noviembre en todos los municipios del departamento, se determinan las metas de recuperación anual, como se describe en al siguiente sección.

### 3.2.2 Factores para la proyección del MPR a recuperar

Se parte de la hipótesis que las condiciones sociales y actividades operativas de la cadena del reciclaje determinan las cantidades de MPR a recuperar y se tuvieron en cuenta indicadores del conocimiento y prácticas aplicadas en separación en la

fuentes y estado organizacional de la recolección de los residuos orgánicos e inorgánicos.

A continuación, se describen los factores que se tuvieron en cuenta para la proyección de la meta en materia de aprovechamiento de los residuos sólidos generados:

### **Factores sociales**

La participación de la población en el conocimiento sobre los esquemas de separación en la fuente influye significativamente para que cada habitante se pueda involucrar dentro de la cadena del reciclaje y aprovechamiento de los residuos, a fin de aumentar la gestión integral y mitigar el impacto ambiental ocasionado por el mal manejo de estos, por lo cual se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

1. Conocimiento e implementación de separación en la fuente:

A continuación, los resultados de la encuesta aplicada en los doce municipios con respecto a la participación de los habitantes en la etapa de separación en la fuente:

**Tabla 3-4 Datos base separación en la fuente en la población**

| MUNICIPIO  | POBLAC. URBANA | TAMAÑO MUN. (POBLACIÓN) | ¿(SI) SABE SEPARAR LOS RESIDUOS SÓLIDOS? | ¿(SI) SEPARA SUS RESIDUOS? | PROMEDIO |
|------------|----------------|-------------------------|--|----------------------------|----------|
| Armenia    | 293.176        | GRAN                    | 78%                                      | 57%                        | 68%      |
| Buenavista | 1.186          | PEQ                     | 100%                                     | 64%                        | 82%      |
| Calarcá    | 60.707         | MED                     | 86%                                      | 53%                        | 70%      |
| Circasia   | 23.230         | MED                     | 71%                                      | 63%                        | 67%      |
| Córdoba    | 2.999          | PEQ                     | 76%                                      | 79%                        | 78%      |
| Filandia   | 7.314          | PEQ                     | 75%                                      | 75%                        | 75%      |
| Genova     | 3.831          | PEQ                     | 67%                                      | 58%                        | 63%      |
| La Tebaida | 42.593         | MED                     | 90%                                      | 69%                        | 80%      |
| Montenegro | 34.245         | MED                     | 48%                                      | 27%                        | 38%      |
| Pijao      | 3.641          | PEQ                     | 90%                                      | 79%                        | 85%      |
| Quimbaya   | 29.515         | MED                     | 73%                                      | 82%                        | 78%      |
| Salento    | 3.817          | PEQ                     | 87%                                      | 73%                        | 80%      |

Fuente: CYDEPS SAS, 2018

El proceso de sensibilización en separación en la fuente debe ser considerado con la misma importancia que se tiene para la recolección y comercialización del material recuperado, por lo que la insistencia en el cambio de hábitos en la presentación de los residuos contribuye en el mejoramiento continuo de la recuperación del MPR; abandonar o desistir en las campañas puede conducir al fracaso de la implementación de la política de aprovechamiento.

### **Factores organizacionales y operativos**

En el esquema de aprovechamiento para los residuos potencialmente reciclables es importante la logística de recolección, la labor del reciclador, el transporte y centros de acopio; teniendo en cuenta que este esquema va acompañado de manera constante con la entrega de los residuos separados desde la fuente, por lo cual para

---

el desarrollo de la política de aprovechamiento se plantean los siguientes factores organizacionales y operativos.

## 1. Organizacionales

A fin de que el esquema de aprovechamiento en el Departamento del Quindío sea propositivo, se debe tener en cuenta la labor del recuperador dentro de su contexto sociocultural. Como se menciona en el diagnóstico situacional, esta labor es desarrollada en gran parte de manera informal, sin embargo, no se debe excluir o dejar de reconocer, ya que limita las posibilidades de cumplir con las metas de cobertura en recolección del MPR.

Se debe tener claridad en la diferencia de los términos reciclador de oficio y habitante en condición de habitabilidad de calle que se dedica a la labor de recolección del material reciclable; para el entendimiento de estos términos o características de la población recuperadora, se debe aunar esfuerzos interinstitucionales para fortalecer de manera integral la calidad de vida de las personas que se dedican a esta labor e indirectamente mejorar la percepción ante la sociedad del individuo que desarrolla la labor.

Actualmente son muy pocas las organizaciones que han logrado llegar a etapas de consolidación empresarial o de formalización de la labor del reciclador, de manera que la información sobre las cantidades de recolección de material reciclable está en una etapa básica; por lo cual los municipios de Montenegro, Quimbaya, Armenia, Calarcá, Circasia, La Tebaida, Pijao y Salento cuentan con organizaciones de recicladores pero no se tiene información consistente sobre las cantidades de material potencialmente recolectados. Con el fin de cumplir con las proyecciones de recolección de material reciclable, se debe articular acciones interinstitucionales públicas y privadas para motivar a la organización de los recicladores a mantener datos estadísticos y mejorar la comercialización del producto.

## 2. Operativos:

Es imprescindible que los centros de acopio existentes en los 11 municipios se fortalezcan en cuanto a las condiciones de infraestructura a fin de seguir acopiando los residuos recolectados por los recicladores; estos puntos de acopio sirven para tener una aproximación sobre las cantidades, no obstante, en el municipio de Armenia existen bodegas privadas que acopian residuos reciclables de los cuales no mantienen relacionadas las cantidades recuperadas.

La no articulación de estos puntos de acopio tiene un efecto negativo en los registros de pesaje de residuos recolectados para el aprovechamiento y estas cantidades son fuga en las estadísticas de recuperación, es decir que no se tiene en cuenta para el cumplimiento de las metas, pero sí para el registro del pesaje total de residuos destinados al aprovechamiento de los residuos generados en el departamento.

Se debe tener en cuenta que a medida del fortalecimiento del proceso de sensibilización y formalización de la labor del reciclador; la capacidad de almacenamiento que debe tener el centro de acopio debe ser mayor y las condiciones estructurales del mismo se deben mejorar, para garantizar la calidad de MPR para su comercialización.

### **Criterios de aprovechamiento**

El estímulo a las prácticas de separación en la fuente y la recolección selectiva influyen en el aumento de la formalización de los recicladores; de igual forma el aumento en la producción de MPR; por lo cual a su vez disminuyen las cantidades de los residuos que pueden llevarse a rellenos sanitarios y se tomaron criterios con base en las proyecciones de funcionalidad de la separación en la fuente de acuerdo con la cantidad de habitantes.

#### 1. Tamaño del municipio y cumplimiento de meta

En la proyección de MPR a recolectar y tratar con los sistemas regionales se considera que factores como la competencia, representada en la cantidad de bodegas privadas, y el tamaño, pueden ser una limitante para la cobertura de recuperación o aumentan el plazo para lograrlo.

Tal es el caso del municipio de Armenia, donde por su tamaño se ubica gran parte de los recicladores del Departamento; la ciudad cuenta con una ECA en funcionamiento y con recicladores organizados que mantienen un esquema independiente de trabajo, hecho que puede inicialmente limitar la disponibilidad del material a las alternativas planteadas, sin embargo, se debe tener en cuenta que la actividad se desarrolla en un ambiente de libre competencia.

Mientras que lo opuesto sucede en municipios catalogados como pequeños (con población inferior a 4.000 habitantes), donde es más probable que los programas de sensibilización sean más efectivos, los recicladores de oficio son pocos y se vincularían más fácilmente al esquema y por lo tanto el proceso de recuperación de los residuos reciclables se podría lograr a corto plazo.

A continuación, un resumen de los indicadores y criterios con los cuales se calculan las cantidades de MPR a recuperar en cada municipio durante los 12 años de horizonte de planeación y posteriormente, en la Tabla 3-6 los resultados. El detalle de los cálculos se presenta en el anexo N° 6.

**Tabla 3-5 Criterios para formular metas de aprovechamiento**

| MUNICIPIO  | TAMAÑO MUN. (HAB.) | RECICLAJE ACTUAL (VS. TOTAL) | MPR CARACTERIZ. CYDEP | MPR LIBRE (VS. MPR GENERADO) | META MPR A RECUPERAR | AÑOS PARA LOGRAR META |
|------------|--------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Armenia    | GRAN               | 17%                          | 22%                   | 22%                          | 25%                  | 8                     |
| Buenavista | PEQ                | 5%                           | 31%                   | 84%                          | 90%                  | 4                     |
| Calarcá    | MED                | 10%                          | 23%                   | 57%                          | 57%                  | 6                     |
| Circasia   | MED                | 5%                           | 23%                   | 78%                          | 78%                  | 6                     |
| Córdoba    | PEQ                | 5%                           | 12%                   | 59%                          | 90%                  | 4                     |
| Filandia   | PEQ                | 5%                           | 20%                   | 75%                          | 75%                  | 4                     |
| Genova     | PEQ                | 5%                           | 21%                   | 77%                          | 90%                  | 4                     |
| La Tebaida | MED                | 10%                          | 22%                   | 54%                          | 75%                  | 6                     |
| Montenegro | MED                | 10%                          | 22%                   | 54%                          | 75%                  | 6                     |
| Pijao      | PEQ                | 5%                           | 29%                   | 83%                          | 90%                  | 4                     |
| Quimbaya   | MED                | 10%                          | 31%                   | 67%                          | 75%                  | 6                     |
| Salento    | PEQ                | 5%                           | 40%                   | 88%                          | 90%                  | 4                     |

Fuente: CYDEP S.A.S.2018; datos de PGIRS 2G.



Con base en la meta de recuperación de materiales desde la fuente y el plazo para alcanzar dicha meta, se calculan las cantidades de material potencialmente reciclable a recolectar mediante rutas selectivas en cada municipio del departamento en un horizonte de 12 años:

**Tabla 3-6 Cantidades MPR a recolectar por municipio (t/año)**

| MUNICIPIO    | 2020         | 2024         | 2027          | 2031          |
|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Armenia      | 274          | 2.237        | 3.977         | 4.644         |
| Buenavista   | 16           | 124          | 123           | 122           |
| Calarcá      | 138          | 1.127        | 1.716         | 1.750         |
| Circasia     | 80           | 667          | 1.031         | 1.073         |
| Córdoba      | 16           | 125          | 125           | 125           |
| Filandia     | 53           | 569          | 639           | 702           |
| Génova       | 36           | 277          | 266           | 254           |
| La Tebaida   | 133          | 1.176        | 1.898         | 2.095         |
| Montenegro   | 126          | 1.023        | 1.556         | 1.584         |
| Pijao        | 29           | 230          | 228           | 225           |
| Quimbaya     | 129          | 1.056        | 1.608         | 1.642         |
| Salento      | 93           | 944          | 1.015         | 1.097         |
| <b>Total</b> | <b>1.123</b> | <b>9.555</b> | <b>14.184</b> | <b>15.314</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

### 3.2.3 Calidad de los residuos y proyección de rechazos

En la recuperación de MPR se presentan materiales que, o bien se han contaminado durante el proceso, o no tienen demanda en la industria que los compra, o el precio que se paga por dichos materiales es tan bajo que no es atractivo para el reciclador recuperarlo y transportarlo.

Fracciones como el poliestireno expandido (“icopor”), la plegadiza o el vidrio plano son ejemplos de materiales con nula o baja demanda, o cuyo precio no compensa el esfuerzo de la recuperación.

Materiales como el papel y cartón se contaminan y deterioran con mucha facilidad haciéndolos perder su valor de mercado, en tanto que el vidrio y el metal, aunque estén mezclados o sucios, no tienen tanta restricción en los posteriores procesos industriales.

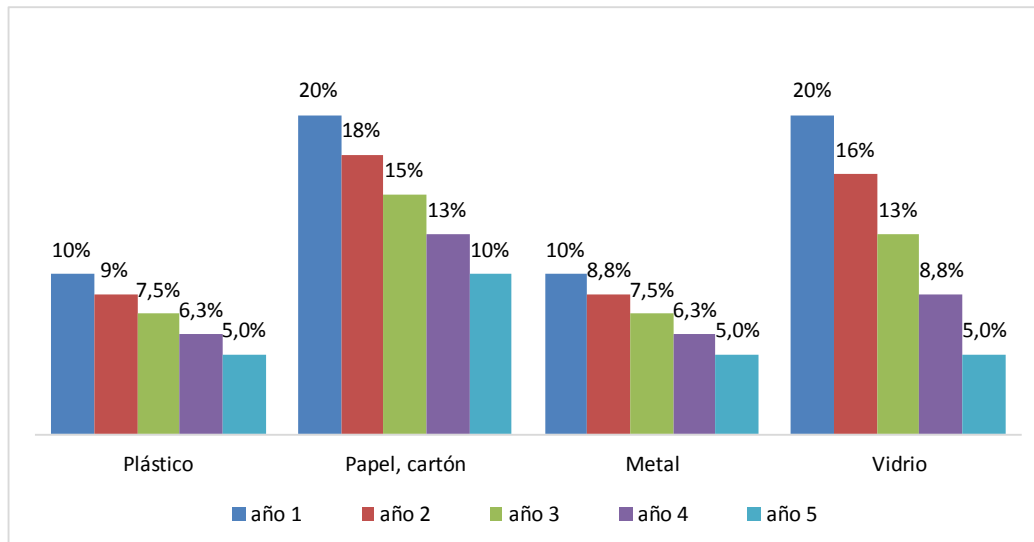
Además de la posible contaminación del material, también hay que considerar el tamaño de los elementos, pues piezas muy pequeñas como retales de aluminio o tapas son de difícil manejo en una Estación de Clasificación y Aprovechamiento.

Las campañas educativas, además de sensibilizar a la población para que separen sus residuos, deben incluir piezas comunicativas sobre qué fracciones no entregar a la ruta y cómo evitar su mezcla o contaminación.

En la última etapa del proceso, dentro de la planta, ECA o centro de acopio municipal, se lleva a cabo la limpieza en seco, es decir el retiro de materiales contaminantes inherentes, como etiquetas, tapas y argollas de los envases de plástico y vidrio.

Bajo las anteriores consideraciones y con base en los resultados de la actualización del censo de bodegas y el diagnóstico de los centros de acopio municipales que actualmente funcionan operados por recicladores de oficio, se establecieron los siguientes porcentajes de rechazo. Se supone un porcentaje decreciente como efecto del aprendizaje de los generadores y de los operarios, que alcanza sus valores mínimos a partir del quinto año:

**Figura 3-5 Metas para el Rechazo del MPR**



Fuente: Cydep S.A.S., 2019

Estos porcentajes de rechazo se aplican sobre las cantidades recolectadas y llevadas a los centros de acopio para obtener las siguientes proyecciones de las cantidades que, como rechazo, deben ser entregadas a los prestadores del servicio ordinario para su disposición final en el relleno sanitario.

**Tabla 3-7 Rechazo en planta del MPR recolectado (t/año)**

| MUNICIPIO    | 2020       | 2022       | 2024       | 2027       | 2031         |
|--------------|------------|------------|------------|------------|--------------|
| Armenia      | 42         | 156        | 158        | 281        | 327          |
| Buenavista   | 2          | 8          | 8          | 8          | 8            |
| Calarcá      | 21         | 77         | 77         | 117        | 119          |
| Circasia     | 10         | 40         | 43         | 66         | 69           |
| Córdoba      | 2          | 8          | 9          | 9          | 9            |
| Filandia     | 8          | 34         | 41         | 47         | 51           |
| Génova       | 5          | 18         | 16         | 15         | 14           |
| La Tebaida   | 21         | 79         | 80         | 130        | 143          |
| Montenegro   | 19         | 69         | 71         | 108        | 110          |
| Pijao        | 5          | 17         | 18         | 18         | 17           |
| Quimbaya     | 19         | 70         | 72         | 109        | 111          |
| Salento      | 15         | 62         | 63         | 68         | 74           |
| <b>Total</b> | <b>170</b> | <b>639</b> | <b>656</b> | <b>975</b> | <b>1.054</b> |

Fuente: Cydep S.A.S., 2019

### 3.2.4 MPR a comercializar

Como resultado final del ejercicio, se obtienen las proyecciones anuales del material efectivamente aprovechable, es decir, de las cantidades a vender por cada fracción de MPR, esto es, plástico, papel-cartón, metal y vidrio:

**Tabla 3-8 Plástico efectivamente aprovechado en planta (t/año)**

| MUNICIPIO    | 2020       | 2021         | 2022         | 2025         | 2028         | 2031         |
|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Armenia      | 93         | 283          | 481          | 1.003        | 1.530        | 1.658        |
| Buenavista   | 6          | 19           | 32           | 53           | 52           | 52           |
| Calarcá      | 48         | 147          | 249          | 519          | 632          | 641          |
| Circasia     | 44         | 135          | 231          | 488          | 604          | 622          |
| Córdoba      | 7          | 22           | 38           | 62           | 62           | 62           |
| Filandia     | 23         | 75           | 137          | 269          | 296          | 317          |
| Génova       | 16         | 47           | 78           | 123          | 119          | 114          |
| La Tebaida   | 42         | 129          | 224          | 495          | 640          | 689          |
| Montenegro   | 49         | 149          | 253          | 526          | 640          | 649          |
| Pijao        | 9          | 29           | 48           | 79           | 78           | 77           |
| Quimbaya     | 56         | 172          | 292          | 608          | 741          | 753          |
| Salento      | 27         | 91           | 164          | 301          | 321          | 340          |
| <b>Total</b> | <b>420</b> | <b>1.298</b> | <b>2.226</b> | <b>4.527</b> | <b>5.714</b> | <b>5.975</b> |

Fuente: Cydep S.A.S., 2019

**Tabla 3-9 Papel-cartón efectivamente aprovechado en planta (t/año)**

| MUNICIPIO    | 2020       | 2021         | 2022         | 2025         | 2028         | 2031         |
|--------------|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Armenia      | 90         | 280          | 483          | 1.038        | 1.583        | 1.716        |
| Buenavista   | 4          | 12           | 21           | 36           | 36           | 35           |
| Calarcá      | 40         | 124          | 214          | 459          | 560          | 568          |
| Circasia     | 18         | 57           | 100          | 217          | 269          | 277          |
| Córdoba      | 5          | 16           | 27           | 46           | 46           | 46           |
| Filandia     | 20         | 65           | 121          | 246          | 270          | 290          |
| Génova       | 4          | 12           | 21           | 34           | 33           | 32           |
| La Tebaida   | 39         | 123          | 217          | 495          | 640          | 689          |
| Montenegro   | 39         | 122          | 210          | 452          | 549          | 557          |
| Pijao        | 13         | 40           | 68           | 115          | 114          | 113          |
| Quimbaya     | 37         | 115          | 199          | 427          | 521          | 529          |
| Salento      | 25         | 87           | 158          | 299          | 319          | 338          |
| <b>Total</b> | <b>335</b> | <b>1.054</b> | <b>1.840</b> | <b>3.865</b> | <b>4.938</b> | <b>5.189</b> |

Fuente: Cydep S.A.S., 2019

**Tabla 3-10 Metal efectivamente aprovechado en planta (t/año)**

| MUNICIPIO    | 2020      | 2021       | 2022       | 2025       | 2028         | 2031         |
|--------------|-----------|------------|------------|------------|--------------|--------------|
| Armenia      | 18        | 56         | 94         | 197        | 300          | 325          |
| Buenavista   | 1         | 2          | 3          | 6          | 6            | 6            |
| Calarcá      | 11        | 34         | 58         | 120        | 146          | 149          |
| Circasia     | 6         | 19         | 33         | 69         | 86           | 88           |
| Córdoba      | 0         | 1          | 2          | 4          | 4            | 4            |
| Filandia     | 2         | 7          | 13         | 25         | 28           | 30           |
| Génova       | 2         | 5          | 8          | 12         | 12           | 11           |
| La Tebaida   | 10        | 32         | 56         | 124        | 161          | 173          |
| Montenegro   | 10        | 30         | 50         | 105        | 127          | 129          |
| Pijao        | 1         | 2          | 3          | 4          | 4            | 4            |
| Quimbaya     | 7         | 21         | 35         | 74         | 90           | 91           |
| Salento      | 4         | 13         | 24         | 44         | 47           | 50           |
| <b>Total</b> | <b>72</b> | <b>222</b> | <b>380</b> | <b>784</b> | <b>1.010</b> | <b>1.060</b> |

Fuente: Cydep S.A.S., 2019

**Tabla 3-11 Vidrio efectivamente aprovechado en planta (t/año)**

| MUNICIPIO    | 2020       | 2021       | 2022       | 2025         | 2028         | 2031         |
|--------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Armenia      | 31         | 97         | 169        | 374          | 570          | 618          |
| Buenavista   | 2          | 7          | 12         | 21           | 21           | 21           |
| Calarcá      | 18         | 57         | 100        | 221          | 269          | 273          |
| Circasia     | 1          | 3          | 6          | 13           | 16           | 17           |
| Córdoba      | 1          | 2          | 3          | 5            | 5            | 5            |
| Filandia     | 1          | 3          | 6          | 12           | 13           | 14           |
| Génova       | 10         | 31         | 53         | 88           | 85           | 82           |
| La Tebaida   | 21         | 69         | 123        | 288          | 372          | 401          |
| Montenegro   | 9          | 29         | 51         | 113          | 137          | 139          |
| Pijao        | 1          | 5          | 8          | 14           | 13           | 13           |
| Quimbaya     | 10         | 33         | 58         | 127          | 155          | 158          |
| Salento      | 21         | 73         | 135        | 261          | 278          | 295          |
| <b>Total</b> | <b>127</b> | <b>409</b> | <b>724</b> | <b>1.537</b> | <b>1.936</b> | <b>2.036</b> |

Fuente: Cydep S.A.S., 2019

### 3.3 Alternativa No. 1 – ECA Calarcá

La alternativa No. 1 contempla realizar los arreglos locativos y demás adecuaciones necesarias para poner en funcionamiento la infraestructura existente en el municipio de Calarcá conocida como el Centro de Acopio Departamental, que servirá como sitio de selección del material y sede o centro de negocios en la futura Estación de Clasificación y Aprovechamiento “ECA Departamental”.

En este sitio se va a acopiar y alistar el material reciclado proveniente de los 12 municipios del departamento del Quindío.

Por su tamaño en área construida, la instalación se cataloga dentro de las bodegas de categoría mediana, de acuerdo con la clasificación de la Resolución 754 de 2014. El área total es de 375 m<sup>2</sup>, de los cuales se utilizarían para bodega aproximadamente 210 m<sup>2</sup>. Adjunto a la bodega se encuentra un área construida de aproximadamente 40 m<sup>2</sup> donde se ubica una oficina y las áreas de duchas y sanitarios que sirven de zona administrativa y de higiene para los operarios que van a laborar en las tareas de clasificación del material reciclado. La instalación cuenta con áreas construidas de parqueo, andenes y áreas de circulación. Con el aumento gradual de las cantidades a procesar se debe aumentar la frecuencia de los despachos del material vendido, buscando siempre mantener un mínimo de inventarios, y solo cuando sea necesario, sí pensar en una ampliación de la bodega o incluso una segunda ECA.

Las siguientes fotografías ilustran el estado en que se encuentra la infraestructura existente:

Fotografía 3-1 Estructura actual de la ECA regional en Calarcá.



Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

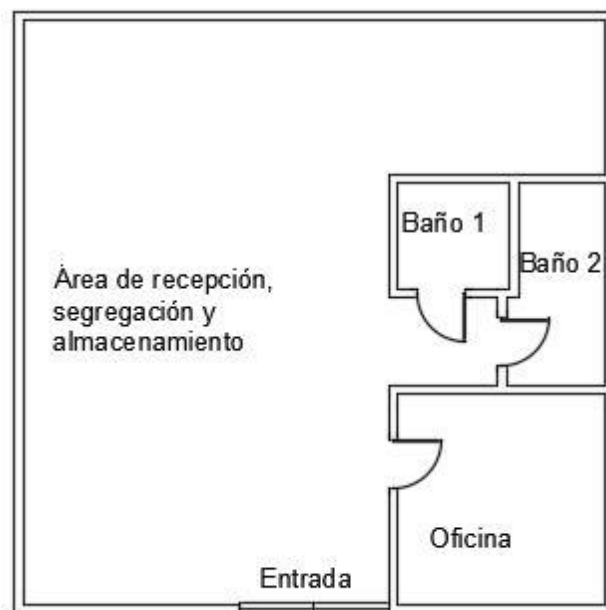
Aunque la estructura se encuentra en estado aceptable, hay necesidad de hacer algunas adecuaciones y mejoras en instalaciones de puertas, mejoramiento de los baños y duchas y el funcionamiento de los servicios públicos (agua, energía teléfono) que permitan laborar con eficiencia y seguridad en este sitio.

El equipamiento actual está bajo custodia de la CRQ y se encuentra en buen estado y aunque no ha entrado en operación se encuentra la necesidad de hacer una revisión técnica para establecer las necesidades para su instalación y puesta en funcionamiento.

### **Centros de acopio municipales**

Con relación a los centros de acopio municipales se hace necesario adelantar algunas adecuaciones de mantenimiento en puertas y ventanas cambiando algunos vidrios y tejas que permitan tener mayor seguridad en las instalaciones. El esquema general de cada centro de acopio es el siguiente:

**Figura 3-6 Esquema tipo de un centro de acopio municipal**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

De igual manera se encuentran algunos elementos del equipamiento que se encuentran dañados o deteriorados los cuales hay necesidad de reparar o mejorar como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 3-12 Estado actual de los Centros de acopio**

| ENTE TERRITORIAL                  | DOTACIÓN  | OBSERVACIONES  |
|-----------------------------------|---|--|
| <b>CENTROS DE ACOPIO OPERANDO</b> |   |  |
| Municipio Buenavista de           | Compactadora 2008, en buen estado<br>Embaladora 2008, en buen estado                      | CA construido por CRQ<br>Recibido en comodato por el municipio<br>Todos los costos y gastos administrativos corren por cuenta del municipio, incluido los servicios públicos. 4 recicladores + 3 operarios contratistas. |
| Municipio Córdoba de              | Compactadora: 2008, en buen estado  | CA construido por CRQ.<br>Recibido en comodato por el municipio.<br>Todos los costos y gastos administrativos corren por cuenta del municipio, incluido los servicios públicos.  |
| Municipio Montenegro de           | Bascula que no funciona<br>mesas improvisadas<br>Motocarro<br>Carretas de tracción humana | CA adecuado por la CRQ en el antiguo matadero, Recibido en comodato de cuatro años al municipio hasta diciembre del 2018.<br>Administra la Fundación AROM.   |
| Municipio de Pijao                | Compactadora: en buen estado<br>Trituradora: 2018 en buen estado                          | CA construido por la CRQ<br>Contrato de Comodato sin firmar.<br>Todos los costos y gastos administrativos corren por cuenta del municipio, incluido los servicios públicos.  |
| Municipio Salento de              | Compactadora<br>Báscula: en buen estado   | CA construido por la CRQ<br>Contrato de Comodato firmado por el alcalde.<br>El centro de acopio fue dado en convenio a la Asociación de recicladores de Salento y el   |

| ENTE TERRITORIAL  | DOTACIÓN  | OBSERVACIONES  |
|---|---|--|
|   |   | municipio paga los servicios públicos.   |
| <b>CENTROS DE ACOPIO SIN OPERAR</b>                         |   |  |
| Departamental.<br>Ubicado en el<br>Municipio de<br>Calarcá. | Báscula gramera<br>Báscula de piso<br>Compactadora<br>Trituradora de vidrio<br>Embaladora<br>Lavadora de plásticos            | CA construido por la CRQ<br>Centro de acopio sin recibir<br>Ubicado en el Municipio de Calarcá   |
| Municipio de<br>Calarcá                                     | Báscula de piso<br>Compactadora<br>Mesa de selección<br>Carretas de recolección   | CA construido por la CRQ.<br>Centro de acopio sin recibir  |
| Municipio de<br>Circasia                                    | Báscula gramera<br>Báscula de piso<br>Compactadora<br>Carretas de recolección<br>Mesa de selección                            | CA construido por la CRQ<br>Contrato de Comodato sin firmar  |
| Municipio de<br>Génova                                      | Báscula gramera Motocarro<br>Compactadora   | CA construido por la CRQ<br>Contrato de Comodato sin firmar<br>Centro de acopio funcionó con un reciclador.<br>En la actualidad no está operando.  |
| Municipio de La<br>Tebaida                                  | Cuenta con:<br>Embaladora 2008, en buen estado<br>Báscula gramera<br>Carritos de recolección selectiva<br>Mesa de segregación | CA construido por la CRQ<br>Contrato de comodato sin firmar  |
| Municipio de<br>Quimbaya                                    | No tiene dotación   | CA construido por la CRQ<br>Contrato de Comodato sin firmar  |
| Municipio de<br>Filandia                                    | Embaladora, no tiene motor<br>Carritos sin llantas<br>Mesa, regular estado  | Centro de acopio adecuado por la CRQ en la PMIRS.<br>Convenio con el municipio para operar el Centro de Acopio, sin firmar<br>Administra Corporación Ambiental Landscape 2012. Gerente y 12 operarios, en la actualidad no utilizan el CA. |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

### 3.3.1 Aspectos operativos

El esquema propuesto contempla que cada municipio adelante los planes de recolección del MPR en sus municipios para llevarlos al centro de acopio donde se realizarán labores de clasificación, selección, beneficio y embalaje.

El mínimo beneficio que cada centro de acopio, incluido el CA municipal de Calarcá, puede dar al material recuperado consiste en realizar mejoras en lo siguiente:

1. Quitar etiquetas y separar los anillos y tapas de las botellas plásticas.
2. Seleccionar el PET transparente compactar y embalar en pacas diferentes al PET de colores.
3. Quitar etiquetas y separar los anillos y tapas de las botellas de vidrio.
4. Separar y empacar las botellas de vidrio por los diferentes colores que se recojan. Dependiendo del espacio en la bodega y de la disponibilidad de

operarios, es recomendable pasar en el corto plazo (1 año) a realizar trituración del vidrio y almacenarlo en canastillas por colores, de acuerdo a las exigencias de la industria compradora.

Los rechazos que ocasione la selección efectiva del material se convierten en residuos inservibles que el centro de acopio entrega al vehículo recolector del servicio público de aseo.

Dado que en esta alternativa no se contempla centro de acopio en Armenia, se tiene previsto que los recicladores formalizados ubicados de la capital del departamento se vinculen a este sistema y lleven directamente el MPR a la ECA de Calarcá. Se puede fortalecer la organización de recicladores de Armenia que se vinculen a la ECA de Calarcá mediante la asignación de un vehículo que realice el transporte del material recuperado.

En la ECA departamental se beneficia, mejora, selecciona, compacta y embala cada material por separado, programando salidas semanales con destino a la industria compradora que inclusive puede estar fuera del departamento del Quindío.

El beneficio o mejora que debe hacer la ECA de Calarcá se realiza al MPR proveniente de Armenia consiste en:

1. Limpieza del plástico de baja y alta densidad.
2. Lavado preliminar de botellas plásticas.
3. Realizar trituración del vidrio y almacenarlo en canastillas por colores, de acuerdo con las exigencias de la industria compradora.

La ECA departamental dispondrá de uno o dos vehículos tipo furgón con capacidad para hacer rutas con frecuencias semanales por los diferentes municipios y transportar el MPR hacia la estación de clasificación en Calarcá.

Lo anterior indica que el ciclo de rotación del material en la ECA debe efectuarse diariamente o por lo menos cada tercer día para no saturar el espacio o realizar ampliación de la bodega a por lo menos 1.000 m<sup>2</sup> para el año 2021 que permita el incremento esperado de cantidades para el largo plazo.

### **3.3.2 Aspectos administrativos y organizacionales**

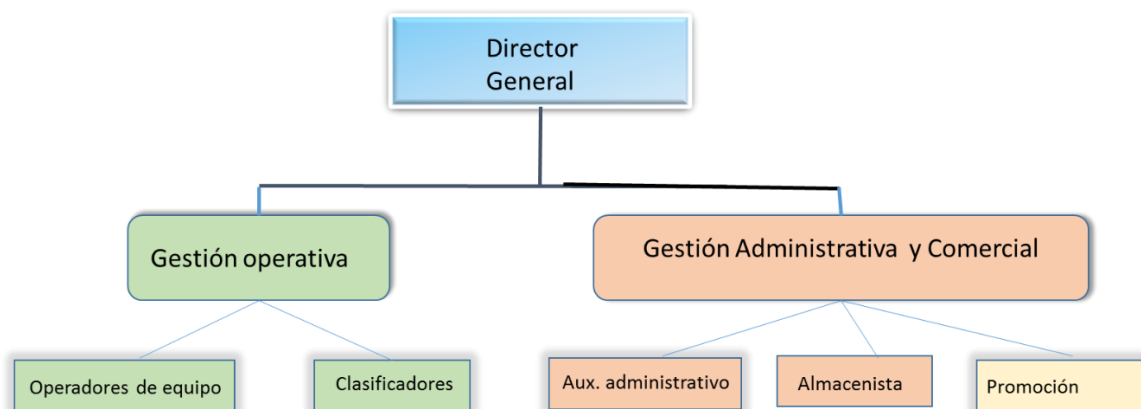
El estudio administrativo en el presente informe consta de dos aspectos, a saber:

1. Estructura organizacional y personal requerido
2. Aspectos de seguridad industrial - Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, SG-SST

La organización prevista tiene a la ECA de Calarcá como el centro administrativo donde concentran las funciones administrativas de la asociación tales como administración de personal, compras, ventas y contabilidad, pero también cuenta con personal de apoyo en los municipios ejerciendo funciones de promoción de la separación en la fuente y trabajo social para apoyar la formalización y vinculación de los recicladores a las organizaciones de base que serán las operadoras de los centros de acopio.



**Figura 3-7 Estructura organizacional**



Fuente: Cydep S.A.S., 2019

Aunque se plantean unas funciones básicas, los cargos se van llenando en la medida que aumenten las cantidades de material procesado y con ello las ventas. La siguiente tabla muestra una planta de personal indicativa para el año 4 o 5, cuando ya se empiecen a consolidar las metas de recuperación.

**Tabla 3-13 Planta de personal a mediano plazo, alternativa 1**

| CARGO             | FUNCIÓN   | CANTIDAD | FUENTE \$   |
|-------------------|---|----------|-------------|
| Director General  | Representante legal, gestión comercial          | 1        | ventas, CCS |
| Director planta   | Operaciones ECA y HSEQ                          | 1        | ventas CDT  |
| Administrativo    | Gestión de personal, contabilidad, almacenista  | 3        | ventas, CCS |
| Promotores        | Sensibilización y educación generadores         | 5        | PGIRS       |
| Trabajador social | Vinculación y fortalecimiento recicladores      | 3        | PGIRS       |
| Operador equipo   | Montacargas, camión                             | 2        | ventas CDT  |
| Jefe planta CAM   | Operaciones, logística y almacén                | 16       | ventas CDT  |
| Operarios ECA *   | Clasificación, recepción y manejo de materiales | 3        | ventas CDT  |
| Operarios CAM *   |   | 46       | ventas CDT  |

Fuente: Cydep SAS 2019

El segundo punto “*Aspectos de seguridad industrial – SG SST*”, se desarrolla en el numeral 7 de este documento, dada su extensión al incluir, entre otros aspectos, el marco legal aplicable a este tema, metodología de riesgos, matriz de riesgo, medidas de mitigación y control para el manejo de residuos y las dotaciones y elemento de protección personal.

### 3.3.3 Costos de inversión y operación

En las siguientes dos tablas se establecen los recursos necesarios para la adecuación y puesta a punto de la ECA regional en Calarcá y de los centros de acopio que conforman el sistema de infraestructura para la organización del aprovechamiento de residuos en el Departamento del Quindío.

**Tabla 3-14 Alternativa 1- Inversión inicial ECA Calarcá (miles \$)**

| CONCEPTO                              | CANT.  | MILES \$          |
|---------------------------------------|--------|-------------------|
| Adecuaciones de instalaciones         | 1      | \$ 30.000         |
| Vehículo tipo furgón                  | 1      | \$ 170.000        |
| Báscula industrial 5 ton.             | 1      | \$ 25.000         |
| Montacargas                           | 1      | \$ 123.000        |
| Banda Plana                           | 2      | \$ 24.000         |
| Mesa selección materiales             | 5      | \$ 3.000          |
| Mantenimiento equipo existente ECA    | global | \$ 26.000         |
| Contenedores 1100 L                   | 7      | \$ 7.700          |
| <b>SUBTOTAL INVERSIÓN INICIAL ECA</b> |        | <b>\$ 444.700</b> |

Fuente: Fuente: Cydep SAS 2018

**Tabla 3-15 Alternativa 1- Inversión Centros de acopio (miles \$)**

| EQUIPOS                     | ADECUACIÓN PLANTA | EQUIPOS CAM       | MANTENIMIENTO EQUIPO EXISTENTE | SUBTOTAL CAM      | MOTOFURGÓN AÑO 1  | MOTOFURGÓN AÑO 3  | MOTOFURGÓN AÑO 5  |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| CA Buenavista               | \$ 18.000         | \$ 7.064          | \$ 8.000                       | \$ 33.064         | \$ 11.000         |                   | \$ 11.000         |
| <b>CA Calarcá</b>           | <b>\$ 24.000</b>  | \$ 1.596          | \$ 9.000                       | <b>\$ 34.596</b>  | \$ 22.000         | \$ 22.000         | \$ 22.000         |
| CA Circasia                 | \$ 24.000         | \$ 1.596          | \$ 9.000                       | \$ 34.596         | \$ 11.000         | \$ 11.000         | \$ 11.000         |
| CA Córdoba                  | \$ 24.000         | \$ 7.064          | \$ 8.000                       | \$ 39.064         | \$ 11.000         |                   | \$ 11.000         |
| CA Filandia                 | \$ 18.000         | \$ 22.596         | \$ -                           | \$ 40.596         | \$ 11.000         | \$ 11.000         | \$ 11.000         |
| CA Génova                   | \$ 30.000         | \$ 7.064          | \$ 8.000                       | \$ 45.064         | \$ 11.000         |                   | \$ 11.000         |
| <b>CA La Tebaida</b>        | \$ 40.000         | \$ 5.096          | \$ 8.500                       | \$ 53.596         | \$ 11.000         | \$ 22.000         | \$ 22.000         |
| <b>CA Montenegro *</b>      | \$ 180.000        | \$ 26.329         | \$ 1.000                       | \$ 207.329        | ya tiene          | \$ 22.000         | \$ 22.000         |
| CA Pijao                    | \$ 24.000         | \$ 7.064          | \$ 8.000                       | \$ 39.064         | \$ 11.000         |                   | \$ 11.000         |
| <b>CA Quimbaya *</b>        | \$ 40.000         | \$ 35.361         | \$ -                           | \$ 75.361         | ya tiene          | \$ 22.000         | \$ 22.000         |
| <b>CA Salento</b>           | \$ 18.000         | \$ 3.192          | \$ 8.500                       | \$ 29.692         | \$ 11.000         | \$ 11.000         | \$ 11.000         |
| <b>TOTAL CA MUNICIPALES</b> | <b>\$ 440.000</b> | <b>\$ 124.022</b> | <b>\$ 68.000</b>               | <b>\$ 632.022</b> | <b>\$ 110.000</b> | <b>\$ 121.000</b> | <b>\$ 165.000</b> |

Fuente: Cydep SAS 2019

Se estima que a mediano y largo plazo sea necesario hacer reposición u *overhaul* de equipos, y ampliación o readecuación de las instalaciones.

A continuación, se presentan los costos de administración, operación y mantenimiento estimados para el año 5 de funcionamiento de la ECA y de los centros municipales de acopio. Estos valores son la base para estimar el CAOM de cada año en el flujo de caja, en proporción a la cantidad de MPR gestionado. El detalle se puede consultar en el anexo.

**Tabla 3-16 Alternativa 1 - Costos de operación, administración y mantenimiento ECA Calarcá (miles \$/año 5)**

| ITEM | CONCEPTO                  | MILES \$/AÑO   |
|------|---------------------------|----------------|
| 1    | Operación y mantenimiento | 44,450         |
| 2    | Personal                  | 478,080        |
| 3    | Varios                    | 16,000         |
|      | Suma                      | <b>538,530</b> |

Fuente: Cydep SAS 2019

**Tabla 3-17 Alternativa 1 - Costos de operación, administración y mantenimiento Centros de acopio (miles \$/año 5)**

| EQUIPOS                     | SUELDOS OPER.    | SUELDOS ADMIN.   | INSUMOS Y SERVICIOS | TOTAL AOM MILES \$/AÑO |
|-----------------------------|------------------|------------------|---------------------|------------------------|
| CA Buenavista               | \$ 1.289         | \$ 1.874         | \$ 1.044            | \$ 50.482              |
| CA Calarcá                  | \$ 6.443         | \$ 3.749         | \$ 3.363            | \$ 162.665             |
| CA Circasia                 | \$ 3.866         | \$ 1.874         | \$ 1.894            | \$ 91.616              |
| CA Córdoba                  | \$ 1.289         | \$ 1.874         | \$ 1.044            | \$ 50.482              |
| CA Filandia                 | \$ 3.866         | \$ 1.874         | \$ 1.894            | \$ 91.616              |
| CA Génova                   | \$ 2.577         | \$ 1.874         | \$ 1.469            | \$ 71.049              |
| CA La Tebaida               | \$ 6.443         | \$ 3.749         | \$ 3.363            | \$ 162.665             |
| CA Montenegro               | \$ 6.443         | \$ 3.749         | \$ 3.363            | \$ 162.665             |
| CA Pijao                    | \$ 1.289         | \$ 1.874         | \$ 1.044            | \$ 50.482              |
| CA Quimbaya                 | \$ 6.443         | \$ 3.749         | \$ 3.363            | \$ 162.665             |
| CA Salento                  | \$ 5.155         | \$ 3.749         | \$ 2.938            | \$ 142.098             |
| <b>TOTAL CA MUNICIPALES</b> | <b>\$ 45.103</b> | <b>\$ 29.990</b> | <b>\$ 24.781</b>    | <b>\$ 1.198.487</b>    |

Fuente: Cydep SAS 2019

### 3.4 Alternativa No. 2 - ECA Calarcá y Armenia

Este escenario tiene contemplado el mismo procedimiento que se describió para la alternativa No. 1.

Al establecer la infraestructura departamental de Calarcá como una ECA subregional sin Armenia, se cuenta con un espacio más holgado para recibir el MPR de los 11 municipios restantes.

#### 3.4.1 Aspectos operativos

Este escenario contempla que cada municipio adelante los planes de recolección del MPR en sus municipios para llevarlos al centro de acopio donde se realizarán labores de clasificación, selección, beneficio y embalaje, al igual que se presenta para la alternativa No. 1 (Ver Anexo N°7)

Este escenario para el municipio de Armenia contempla ubicar una o más bodegas en esta ciudad que puedan recibir el MPR que recojan recicladores u organización de recicladores que se integren al sistema oficial del reciclaje en Armenia.

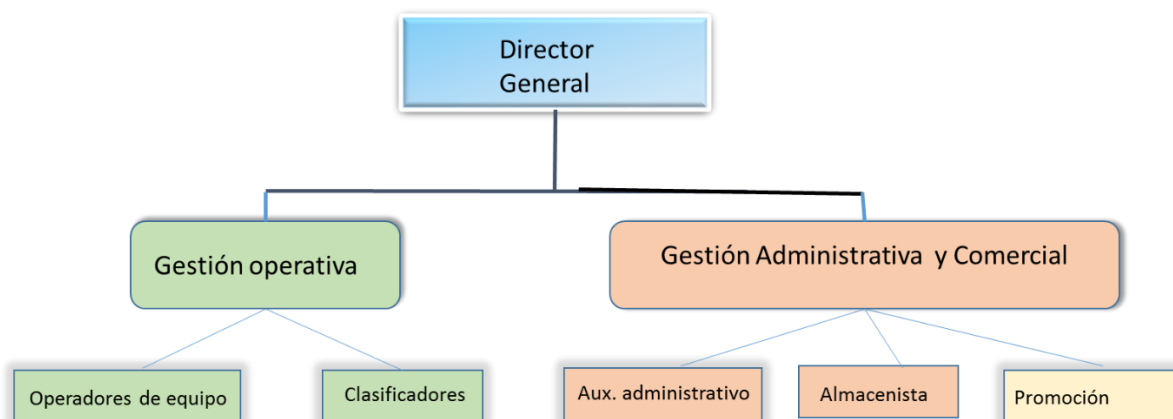
#### 3.4.2 Aspectos administrativos y organizacionales

Al igual que para la alternativa 1, el estudio administrativo consta de dos aspectos, de los cuales en esta sección se desarrolla el primero: Estructura organizacional y Personal requerido.

La organización prevista para la alternativa 2 tiene a cada ECA como el centro administrativo de su mercado, es decir once municipios para Calarcá y uno para Armenia. Además de las funciones administrativas de la asociación tales como administración de personal, compras, ventas y contabilidad, pero también cuenta con personal de apoyo en los municipios de su competencia que ejercen funciones

de promoción de la separación en la fuente y trabajo social para apoyar la formalización y vinculación de los recicladores a las organizaciones de base.

**Figura 3-8 Estructura organizacional**



Fuente: Cydep S.A.S., 2019

Aunque se plantean unas funciones básicas, los cargos se van llenando en la medida que aumenten las cantidades de material procesado y con ello las ventas. La siguiente tabla muestra una planta de personal indicativa para el año 4 o 5, cuando ya se empiecen a consolidar las metas de recuperación.

**Tabla 3-18 Planta de personal a mediano plazo, alternativa 2**

| CARGO                    | FUNCIÓN   | CALARCÁ | ARMENIA | FUENTE \$   |
|--------------------------|---|---------|---------|-------------|
| Director General         | Representante legal, gestión comercial          | 1       | 1       | ventas, CCS |
| Director planta          | Operaciones ECA y HSEQ                          | 1       | 1       | ventas CDT  |
| Administrativo           | Gestión de personal, contabilidad, almacén      | 2       | 2       | ventas, CCS |
| <i>Promotores</i>        | Sensibilización y educación generadores         | 4       | 2       | PGIRS       |
| <i>Trabajador social</i> | Vinculación y fortalecimiento recicladores      | 2       | 1       | PGIRS       |
| Operador equipo          | Montacargas, camión                             | 2       | 2       | ventas CDT  |
| Jefe planta CAM          | Operaciones, logística y almacén                | 16      | 0       | ventas CDT  |
| Operarios ECA *          | Clasificación, recepción y manejo de materiales | 2       | 2       | ventas CDT  |
| Operarios CAM *          |   | 35      | 11      | ventas CDT  |

Fuente: Cydep SAS 2018

El segundo punto se desarrolla en numeral aparte dada su extensión al incluir, entre otros aspectos, el marco legal aplicable a este tema, metodología de riesgos, matriz de riesgo, medidas de mitigación y control para el manejo de residuos y las dotaciones y elemento de protección personal.

### 3.4.3 Costos de inversión y operación

Para poner en funcionamiento la ECA departamental como ECA subregional en el municipio Calarcá y preste los servicios relacionados como empresa de servicios

públicos del aprovechamiento se hace necesario hacer adecuaciones menores y realizar compra de un vehículo. De igual manera se detallan los costos de inversión de la nueva ECA en Armenia, ver Anexo N° 7:

**Tabla 3-19 Alternativa 2- Inversión inicial ECA (miles \$)**

| CONCEPTO                                 | VALOR UNITARIO | CALARCÁ           | ARMENIA            |
|--|----------------|-------------------|--------------------|
| Adecuación de instalaciones              | \$ 30.000      | 1                 | 0                  |
| Vehículo tipo furgón                     | \$ 170.000     | 1                 | 1                  |
| Báscula industrial 5 ton.                | \$ 25.000      | 1                 | 1                  |
| Báscula digital de plataforma (piso) ECA | \$ 3.500       | 0                 | 1                  |
| Montacargas                              | \$ 123.000     | 1                 | 1                  |
| Banda Plana                              | \$ 24.000      | 0                 | 2                  |
| Mesa selección materiales                | \$ 3.000       | 2                 | 5                  |
| Compactadora-Embaladora                  | \$ 28.500      | 0                 | 1                  |
| Trituradora de vidrio                    | \$ 17.341      | 0                 | 1                  |
| Picadora de plástico                     | \$ 81.000      | 0                 | 0                  |
| Mantenimiento equipo existente ECA       | \$ 26.000      | 1                 | 0                  |
| Contenedores 1100 L                      | \$ 1.100       | 2                 | 5                  |
| <b>SUBTOTAL INVERSIÓN INICIAL ECA</b>    |                | <b>\$ 382.200</b> | <b>\$ 435.841*</b> |

Fuente: Cydep SAS 2019

\*La estimación dada, es con base en el valor unitario del equipo por la necesidad de ubicación (Calarcá o Armenia). El costo de inversión de la alternativa es la suma de ambos.

Los montos de la inversión en los centros municipales de acopio son los mismos que para la alternativa 1 (ver Tabla 3-15). Se estima además que a mediano y largo plazo sea necesario hacer reposición u *overhaul* de equipos, y ampliación o readecuación de las instalaciones.

A continuación, se presentan los costos de administración, operación y mantenimiento estimados para el año 5 de funcionamiento de las ECA. Para los centros municipales de acopio son los mismos presentados en la Tabla 3-17. Estos valores son la base para estimar el CAOM de cada año en el flujo de caja, en proporción a la cantidad de MPR gestionado. El detalle se puede consultar en el anexo.

**Tabla 3-20 Alternativa 2 - Costos de operación, administración y mantenimiento (Miles \$/año 5)**

| ITEM | CONCEPTO                  | ECA- CALARCÁ   | ECA-ARMENIA    |
|------|---------------------------|----------------|----------------|
| 1    | Operación y mantenimiento | 43,450         | 187,350        |
| 2    | Personal                  | 254,976        | 430,272        |
| 3    | Varios                    | 4,200          | 17,800         |
|      | Suma                      | <b>302,626</b> | <b>635,422</b> |

Fuente: Cydep SAS 2019

### 3.5 Estudio económico fase operacional

#### 3.5.1 Conceptos constitutivos de ingreso

En relación al mercado regulado, para cada uno de los prestadores del servicio de aseo de cada municipio, se debe consultar sus costos adoptados de recolección y transporte CRT y Costos de Disposición Final CDF con el fin de proceder al cálculo del Valor Base de Aprovechamiento VBA con base en el cual se liquidarán y pagarán las toneladas efectivamente aprovechadas y reportadas a una ECA particular, teniendo presente la descripción de su área de prestación o municipio de origen donde se generaron y recogieron estas toneladas.

En la actualidad, los municipios menores a 5.000 usuarios aplican el valor establecido en la Resolución CRA 351 de 2005 adoptando los siguientes valores para el componente CRT, CDF/CDT y CCS Costo de comercialización por suscriptor; para los municipios mayores a 5.000 usuarios se consultores sus respectivos valores derivados de la aplicación de la Resolución CRA 720 de 2015 así:

**Tabla 3-21 Costos de referencia (\$ julio de 2018)**

| MUNICIPIO  | CDF      | CRT        | VBA        | CCS      | NORMA    | ESP            | SUSCRIPTORES |
|------------|----------|------------|------------|----------|----------|----------------|--------------|
| Buenavista | \$40.737 | \$ 121.606 | \$ 155.849 | \$ 1.515 | Res. 853 | NEPSA          | 494          |
| Calarcá    | \$40.737 | \$ 95.297  | \$ 130.593 | \$ 1.406 | Res. 720 | Multipropósito | 19.116       |
| Circasia   | \$40.737 | \$ 121.606 | \$ 155.849 | \$ 1.475 | Res. 720 | NEPSA          | 7.317        |
| Córdoba    | \$40.737 | \$ 121.606 | \$ 155.849 | \$ 1.491 | Res. 853 | NEPSA          | 1.037        |
| Filandia   | \$40.737 | \$ 85.524  | \$ 121.211 | \$ 1.504 | Res. 853 | Serviaseo      | 4.140        |
| Génova     | \$40.737 | \$ 121.606 | \$ 155.849 | \$ 1.503 | Res. 853 | NEPSA          | 1.531        |
| La Tebaida | \$40.737 | \$ 91.532  | \$ 126.978 | \$ 1.592 | Res. 720 | Serviaseo      | 8.721        |
| Montenegro | \$40.737 | \$ 88.525  | \$ 124.092 | \$ 1.645 | Res. 720 | CAFEASEO       | 9.795        |
| Pijao      | \$40.737 | \$ 121.606 | \$ 155.849 | \$ 1.512 | Res. 853 | NEPSA          | 1.084        |
| Quimbaya   | \$40.737 | \$ 121.606 | \$ 155.849 | \$ 1.475 | Res. 720 | NEPSA          | 8.209        |
| Salento    | \$40.737 | \$ 121.606 | \$ 155.849 | \$ 1.531 | Res. 853 | NEPSA          | 1.735        |
| Armenia    | \$40.737 | \$ 95.297  | \$ 130.593 | \$ 1.406 | Res. 720 | EPA            | 105.024      |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

El valor de disposición final es igual para todos ya que comparten el mismo relleno sanitario. En relación con los valores de CRT, aquellos municipios menores a 5.000 usuarios que vienen aplicando el valor de la Resolución CRA 351 de 2005, aplicarán lo establecido en la resolución CRA 853 de 2018, por lo tanto, se ha realizado el cálculo respectivo incrementando el CCS en el porcentaje establecido para estas áreas menores a 5.000 usuarios y asumiendo que realizan facturación conjunta con el servicio de acueducto.

Con estos valores de CCS, el incremento y su distribución porcentual se aplicó de conformidad con los valores de la Resolución CRA 779 de 2016 para aquellos municipios mayores a 5.000 usuarios que aplican la Resolución CRA 720 de 2015. Para los municipios menores a 5.000 usuarios, se les calculó dicho incremento y distribución con base en la Resolución CRA 853 de 2018.

En ambos casos se tomó el número de suscriptores para liquidar este aporte del CCS y para el VBA, las toneladas efectivamente aprovechadas destinadas a tarifa al ser reportada en una ECA, ya que aquellas que no sean reportadas por este medio, no serán cargadas a la tarifa del servicio de aseo de cada municipio.

**Tabla 3-22 Proyección suscriptores del servicio público de aseo**

| MUNICIPIO    | AÑO 1          | AÑO 2          | AÑO 3          | AÑO 5          | AÑO 8          | AÑO 12         |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Armenia      | 106.074        | 107.134        | 108.206        | 110.381        | 113.725        | 118.343        |
| Buenavista   | 498            | 503            | 508            | 519            | 534            | 556            |
| Calarcá      | 19.307         | 19.500         | 19.695         | 20.091         | 20.699         | 21.540         |
| Circasia     | 7.390          | 7.464          | 7.538          | 7.690          | 7.923          | 8.244          |
| Córdoba      | 1.047          | 1.057          | 1.068          | 1.089          | 1.122          | 1.168          |
| Filandia     | 4.181          | 4.223          | 4.265          | 4.351          | 4.483          | 4.665          |
| Génova       | 1.546          | 1.561          | 1.577          | 1.609          | 1.657          | 1.725          |
| La Tebaida   | 8.808          | 8.896          | 8.985          | 9.165          | 9.443          | 9.827          |
| Montenegro   | 9.892          | 9.991          | 10.091         | 10.294         | 10.606         | 11.037         |
| Pijao        | 1.094          | 1.105          | 1.116          | 1.139          | 1.173          | 1.221          |
| Quimbaya     | 8.291          | 8.374          | 8.457          | 8.627          | 8.889          | 9.250          |
| Salento      | 1.752          | 1.769          | 1.787          | 1.823          | 1.878          | 1.955          |
| <b>Total</b> | <b>169.880</b> | <b>171.577</b> | <b>173.293</b> | <b>176.778</b> | <b>182.132</b> | <b>189.531</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

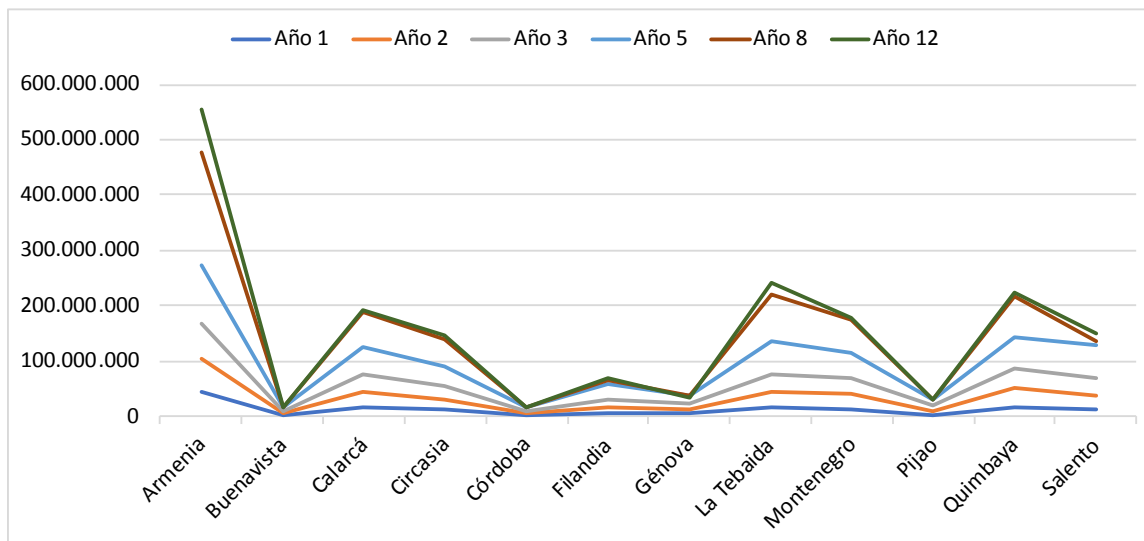
Los suscriptores del servicio de aseo se proyectan con una tasa de 1% anual con el fin de liquidar los ingresos que por comercialización se obtienen de acuerdo con las Resoluciones CRA 853 de 2018 y CRA 720 de 2015. En la conformación de los ingresos por tarifa, se totalizan los ingresos por VBA y por CCS los cuales se muestran a continuación:

**Tabla 3-23 Ingresos por tarifas - \$ constantes de 2018**

| MUNICIPIO    | AÑO 1              | AÑO 2              | AÑO 3              | AÑO 5                | AÑO 8                | AÑO 12               |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Armenia      | 44.770.272         | 105.210.895        | 168.663.704        | 274.695.886          | 476.833.700          | 556.230.056          |
| Buenavista   | 1.993.948          | 5.945.266          | 10.068.554         | 16.761.860           | 16.704.652           | 16.642.788           |
| Calarcá      | 16.339.193         | 44.620.767         | 74.510.465         | 124.178.146          | 187.887.364          | 192.380.863          |
| Circasia     | 11.215.283         | 32.181.591         | 54.336.765         | 91.180.927           | 140.597.653          | 146.914.884          |
| Córdoba      | 2.097.621          | 6.080.775          | 10.230.680         | 16.950.525           | 16.987.462           | 17.053.706           |
| Filandia     | 5.373.710          | 16.613.475         | 30.159.238         | 57.038.794           | 64.112.236           | 70.648.335           |
| Génova       | 4.718.154          | 13.827.259         | 23.167.661         | 37.842.278           | 36.558.153           | 34.983.753           |
| La Tebaida   | 15.281.650         | 44.891.808         | 77.497.000         | 135.696.123          | 218.678.491          | 242.075.845          |
| Montenegro   | 14.572.928         | 41.208.645         | 69.297.549         | 115.737.289          | 175.453.875          | 179.318.462          |
| Pijao        | 3.692.676          | 10.942.404         | 18.494.736         | 30.706.650           | 30.500.393           | 30.268.017           |
| Quimbaya     | 17.233.681         | 50.395.226         | 85.352.662         | 143.192.384          | 217.918.421          | 223.356.168          |
| Salento      | 11.528.401         | 38.377.455         | 69.631.943         | 127.280.587          | 137.097.506          | 148.664.284          |
| <b>Total</b> | <b>148.817.517</b> | <b>410.295.566</b> | <b>691.410.956</b> | <b>1.171.261.449</b> | <b>1.719.329.907</b> | <b>1.858.537.161</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Figura 3-9 Ingresos por tarifa - \$constantes de 2018**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Con los valores de VBA y CCS, se aplican las toneladas de cada municipio y así se obtiene el total posible a facturar por medio de las toneladas reportadas por la ECA a cada municipio.

Ahora debe considerarse que en cada municipio ya existen actores activos ejerciendo la actividad de aprovechamiento y por lo tanto estos ya son de entrada un competidor que posee participación en el mercado y por ende, se debe asumir una participación de entrada, en ningún caso se considera entrar al 100% ya que en el municipio existe al menos una organización operando. Estos ingresos pueden distribuirse en una ECA regional con la cual se puede acceder a los recursos de tarifa de cada uno de estos municipios, o en ECA subregionales de acuerdo con los nodos definidos para cada zona (norte, centro o sur).

Al considerar el mercado abierto, existen diferentes rangos de precios de venta, es decir, precios de compra de material por parte de mayoristas o de la industria los cuales dependen de la calidad, cantidad y presentación del material que se compra a quienes lo transforman y lo ofrecen. A continuación, se presentan estos rangos de precios:

**Tabla 3-24 Precios mínimos y máximos por material- \$constantes de 2018**

| MIN. PET | MAX. PET | MIN. BOLSA | MAX. BOLSA | MIN. PAPEL CARTÓN | MAX. PAPEL CARTÓN | MIN. METALES | MAX. METALES | MIN. VIDRIO | MAX. VIDRIO |
|----------|----------|------------|------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| \$ 900   | \$ 1.150 | \$ 300     | \$ 500     | \$ 250            | \$ 600            | \$ 300       | \$ 450       | \$ 20       | \$ 150      |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

Debe entenderse que estos precios mínimos o máximos carecen de un sistema formal de reporte y por lo tanto esta información entregada por diferentes actores, quienes no poseen registros claros sobre la variación de los precios y muchas veces no pueden dar un valor exacto debido a acuerdos de confidencialidad firmados, son factores que hacen imposible revelar con exactitud los precios a los cuales se transa y se comercia cada tipo de material.



Sumado a lo anterior debe considerarse que existe arbitraje en la industria del reciclaje dado que el material se comercializa entre diferentes mercados para lograr poco a poco un mejor precio y una mejor calidad del producto; esta situación lleva a tener que suponer márgenes promedio por cada tipo de material para poder estimar un precio que ya tenga incorporado el costo de haber adquirido este material, es decir haberlo comprado a otro proveedor cuando el material no ha sido adquirido directamente por quien lo comercializa.

En consecuencia, se va a considerar que los precios máximos y mínimos generan un promedio de precios al cual hay que descontarle el valor de las compras partiendo de los márgenes que existen por cada tipo de material como se muestra a continuación:

**Tabla 3-25 Márgenes promedio por tipo de material**

| PRECIO PLÁSTICO | PRECIO PAPEL Y CARTÓN | PRECIO METAL | PRECIO VIDRIO |
|-----------------|-----------------------|--------------|---------------|
| 60%             | 60%                   | 50%          | 20%           |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

**Tabla 3-26 Valor de la intermediación por tipo de material**

| PRECIO PLÁSTICO | PRECIO PAPEL Y CARTÓN | PRECIO METAL | PRECIO VIDRIO |
|-----------------|-----------------------|--------------|---------------|
| 40%             | 40%                   | 50%          | 80%           |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

Dado que existe una relación entre los márgenes del material y el valor de la intermediación de estos, se debe asumir que el precio de venta de cada tipo de material trae inmerso estas afectaciones de la intermediación al tener en cuenta que existe arbitraje en los mercados.

Con lo anterior, los precios promedio que se calcularon con estas consideraciones, son los siguientes para un escenario base:

**Tabla 3-27 Precios de venta promedio del material- \$ constantes de 2018**

| PRECIO PLÁSTICO | PRECIO PAPEL Y CARTÓN | PRECIO METAL | PRECIO VIDRIO |
|-----------------|-----------------------|--------------|---------------|
| \$ 428          | \$ 255                | \$ 188       | \$ 17         |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Usando estos precios promedios con las cantidades disponibles, los ingresos generados por venta o comercialización de material aprovechado son los siguientes:

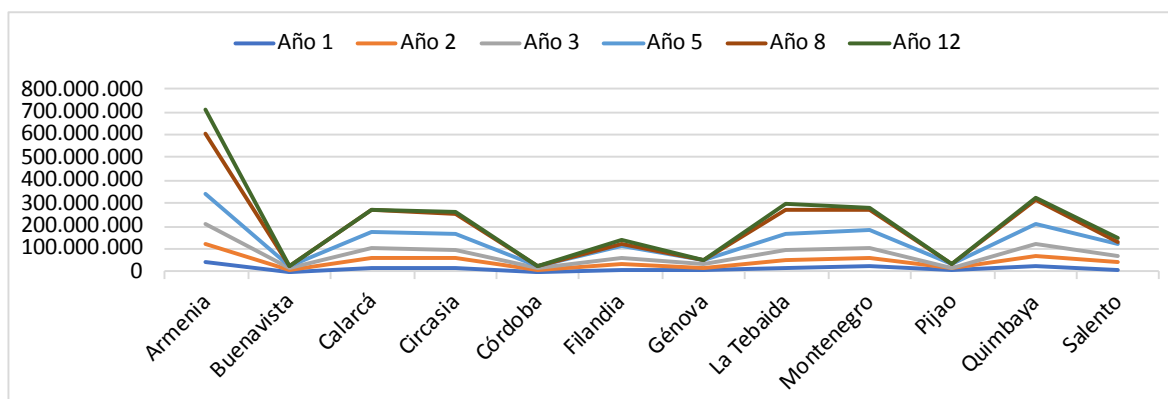
**Tabla 3-28 Ventas por plástico- \$ constantes de 2018**

| MUNICIPIO  | AÑO 1      | AÑO 2       | AÑO 3       | AÑO 5       | AÑO 8       | AÑO 12      |
|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Armenia    | 39.572.737 | 121.009.794 | 205.538.848 | 341.371.182 | 607.038.498 | 708.734.301 |
| Buenavista | 2.693.891  | 8.176.885   | 13.787.933  | 22.565.765  | 22.431.128  | 22.256.817  |
| Calarcá    | 20.516.774 | 62.702.005  | 106.448.896 | 176.622.224 | 268.839.758 | 274.206.983 |
| Circasia   | 18.834.514 | 57.848.214  | 98.700.966  | 165.411.349 | 255.598.289 | 266.021.545 |
| Córdoba    | 3.130.138  | 9.517.471   | 16.076.801  | 26.406.167  | 26.391.652  | 26.381.343  |
| Filandia   | 9.740.215  | 31.986.525  | 58.477.721  | 109.880.419 | 123.445.765 | 135.669.997 |
| Génova     | 6.641.350  | 19.940.870  | 33.264.763  | 53.295.267  | 51.339.795  | 48.907.296  |
| La Tebaida | 17.745.521 | 55.312.560  | 95.770.296  | 165.289.236 | 266.921.937 | 294.607.494 |
| Montenegro | 20.842.750 | 63.683.161  | 108.081.319 | 179.221.005 | 272.516.924 | 277.522.124 |

| MUNICIPIO    | AÑO 1              | AÑO 2              | AÑO 3              | AÑO 5                | AÑO 8                | AÑO 12               |
|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Pijao        | 4.039.914          | 12.245.818         | 20.624.687         | 33.669.422           | 33.355.447           | 32.963.604           |
| Quimbaya     | 24.020.020         | 73.424.682         | 124.679.654        | 206.956.120          | 315.205.480          | 321.747.449          |
| Salento      | 11.697.377         | 39.106.116         | 70.253.921         | 125.292.276          | 134.661.556          | 145.476.280          |
| <b>Total</b> | <b>179.475.201</b> | <b>554.954.102</b> | <b>951.705.806</b> | <b>1.605.980.432</b> | <b>2.377.746.228</b> | <b>2.554.495.232</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Figura 3-10 Ventas por plástico- \$ constantes de 2018**



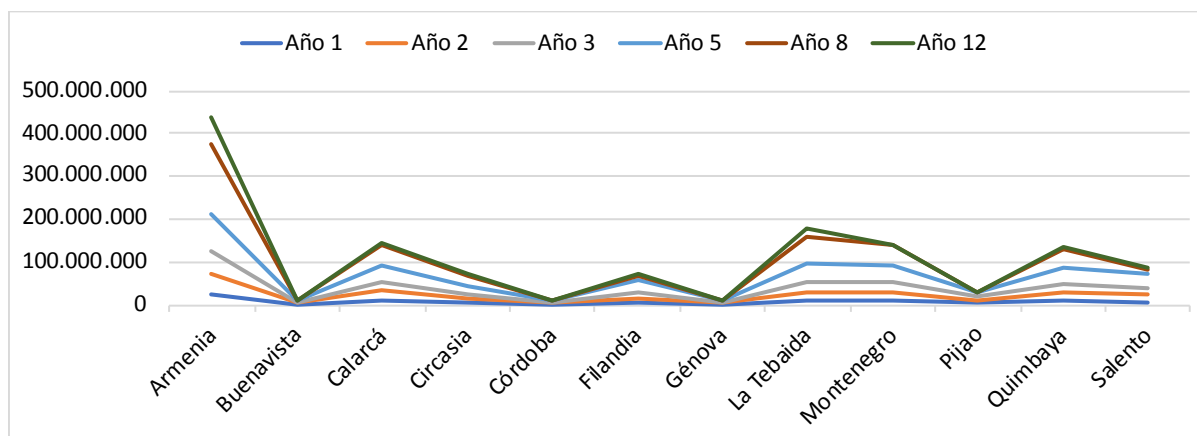
Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Tabla 3-29 Ventas por papel y cartón- \$ constantes de 2018**

| MUNICIPIO    | AÑO 1             | AÑO 2              | AÑO 3              | AÑO 5              | AÑO 8                | AÑO 12               |
|--------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| Armenia      | 22.918.405        | 71.282.419         | 123.058.593        | 210.710.702        | 374.693.339          | 437.464.877          |
| Buenavista   | 1.025.928         | 3.167.366          | 5.428.323          | 9.159.216          | 9.104.568            | 9.033.817            |
| Calarcá      | 10.165.953        | 31.600.506         | 54.526.785         | 93.272.966         | 141.972.404          | 144.806.798          |
| Circasia     | 4.688.229         | 14.645.962         | 25.398.349         | 43.882.473         | 67.808.437           | 70.573.654           |
| Córdoba      | 1.295.754         | 4.007.324          | 6.880.002          | 11.650.271         | 11.643.867           | 11.639.319           |
| Filandia     | 4.980.068         | 16.634.410         | 30.909.139         | 59.876.787         | 67.268.908           | 73.930.220           |
| Génova       | 1.039.125         | 3.173.432          | 5.380.536          | 8.887.334          | 8.561.246            | 8.155.611            |
| La Tebaida   | 9.933.331         | 31.492.237         | 55.420.023         | 98.610.271         | 159.243.549          | 175.760.536          |
| Montenegro   | 10.007.361        | 31.100.169         | 53.646.931         | 91.711.726         | 139.453.506          | 142.014.788          |
| Pijao        | 3.300.170         | 10.174.795         | 17.417.320         | 29.313.747         | 29.040.390           | 28.699.238           |
| Quimbaya     | 9.447.023         | 29.372.255         | 50.692.875         | 86.750.367         | 132.125.550          | 134.867.765          |
| Salento      | 6.501.392         | 22.107.323         | 40.366.228         | 74.218.745         | 79.768.778           | 86.175.040           |
| <b>Total</b> | <b>85.302.740</b> | <b>268.758.199</b> | <b>469.125.105</b> | <b>818.044.606</b> | <b>1.220.684.541</b> | <b>1.323.121.663</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Figura 3-11 Ventas por papel y cartón- \$ constantes de 2018**



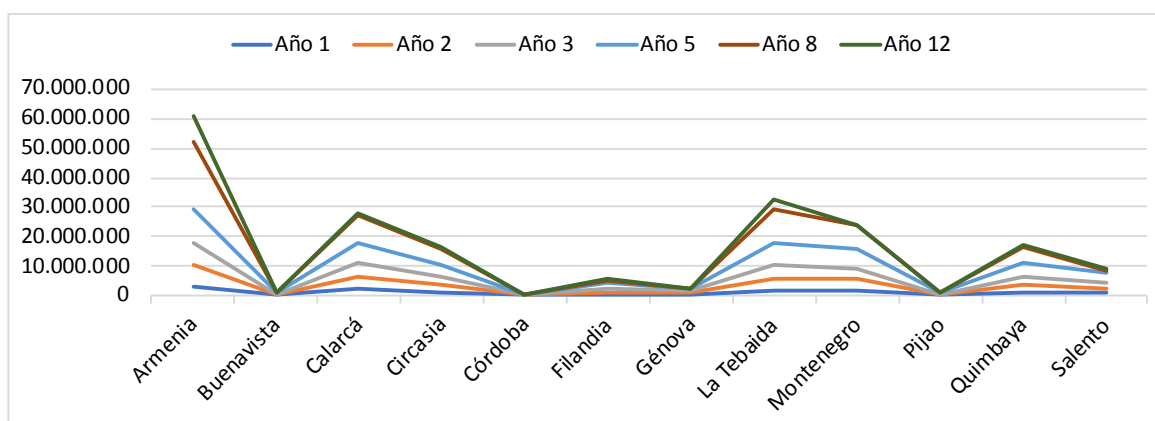
Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Tabla 3-30 Ventas por metales- \$ constantes de 2018**

| MUNICIPIO    | AÑO 1             | AÑO 2             | AÑO 3             | AÑO 5              | AÑO 8              | AÑO 12             |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Armenia      | 3.404.107         | 10.409.446        | 17.680.764        | 29.365.268         | 52.218.374         | 60.966.402         |
| Buenavista   | 125.286           | 380.286           | 641.241           | 1.049.475          | 1.043.213          | 1.035.106          |
| Calarcá      | 2.084.391         | 6.370.177         | 10.814.619        | 17.943.842         | 27.312.633         | 27.857.914         |
| Circasia     | 1.174.013         | 3.605.858         | 6.152.336         | 10.310.601         | 15.932.232         | 16.581.945         |
| Córdoba      | 78.960            | 240.084           | 405.547           | 666.111            | 665.745            | 665.485            |
| Filandia     | 404.545           | 1.328.511         | 2.428.782         | 4.563.713          | 5.127.129          | 5.634.843          |
| Génova       | 284.403           | 853.928           | 1.424.497         | 2.282.264          | 2.198.525          | 2.094.358          |
| La Tebaida   | 1.953.404         | 6.088.735         | 10.542.271        | 18.194.827         | 29.382.424         | 32.430.014         |
| Montenegro   | 1.817.792         | 5.554.103         | 9.426.271         | 15.630.691         | 23.767.459         | 24.203.986         |
| Pijao        | 101.542           | 307.796           | 518.397           | 846.273            | 838.381            | 828.532            |
| Quimbaya     | 1.276.179         | 3.901.039         | 6.624.205         | 10.995.537         | 16.746.804         | 17.094.377         |
| Salento      | 749.358           | 2.505.217         | 4.500.609         | 8.026.477          | 8.626.692          | 9.319.506          |
| <b>Total</b> | <b>13.453.980</b> | <b>41.545.179</b> | <b>71.159.539</b> | <b>119.875.079</b> | <b>183.859.611</b> | <b>198.712.469</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Figura 3-12 Ventas por metales- \$ constantes de 2018**



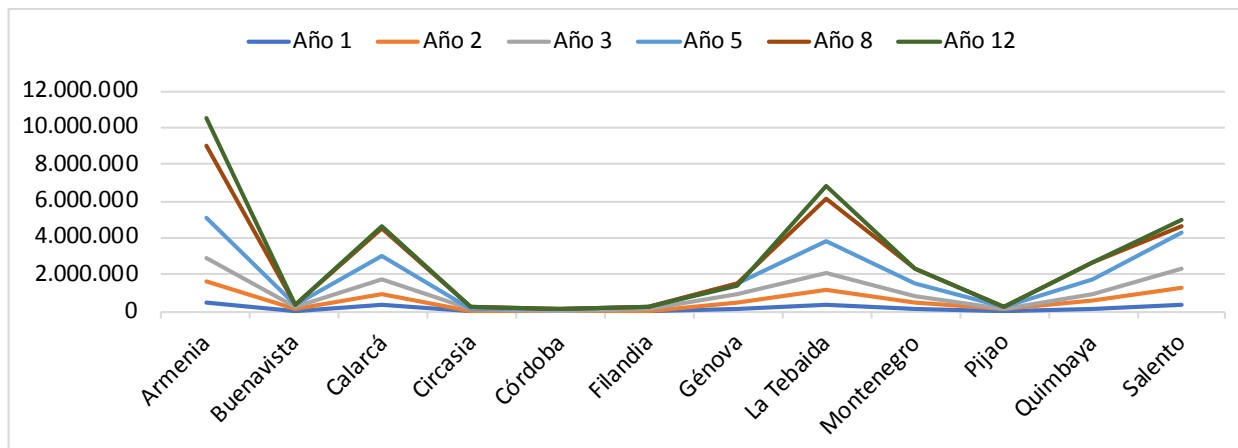
Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Tabla 3-31 Ventas por vidrio- \$ constantes de 2018**

| MUNICIPIO    | AÑO 1            | AÑO 2            | AÑO 3             | AÑO 5             | AÑO 8             | AÑO 12            |
|--------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Armenia      | 521.206          | 1.645.654        | 2.880.887         | 5.058.163         | 8.994.607         | 10.501.454        |
| Buenavista   | 38.668           | 121.190          | 210.616           | 364.397           | 362.223           | 359.408           |
| Calarcá      | 309.172          | 975.610          | 1.707.067         | 2.994.252         | 4.557.603         | 4.648.592         |
| Circasia     | 17.856           | 56.628           | 99.582            | 176.424           | 272.616           | 283.733           |
| Córdoba      | 9.714            | 30.497           | 53.095            | 92.191            | 92.141            | 92.105            |
| Filandia     | 15.090           | 51.166           | 96.409            | 191.506           | 215.149           | 236.454           |
| Génova       | 167.851          | 520.375          | 894.686           | 1.515.335         | 1.459.735         | 1.390.573         |
| La Tebaida   | 364.931          | 1.174.491        | 2.095.904         | 3.824.007         | 6.175.305         | 6.815.817         |
| Montenegro   | 157.616          | 497.251          | 869.793           | 1.524.712         | 2.318.421         | 2.361.003         |
| Pijao        | 24.636           | 77.106           | 133.846           | 230.986           | 228.832           | 226.144           |
| Quimbaya     | 177.722          | 560.939          | 981.710           | 1.722.661         | 2.623.706         | 2.678.160         |
| Salento      | 358.444          | 1.237.321        | 2.290.987         | 4.319.267         | 4.642.259         | 5.015.080         |
| <b>Total</b> | <b>2.162.907</b> | <b>6.948.228</b> | <b>12.314.581</b> | <b>22.013.902</b> | <b>31.942.597</b> | <b>34.608.524</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Figura 3-13 Ventas por vidrio - \$ constantes de 2018**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Tabla 3-32 Ingresos por comercialización - \$ constantes de 2018**

| MUNICIPIO    | AÑO 1              | AÑO 2              | AÑO 3                | AÑO 5                | AÑO 8                | AÑO 12               |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Armenia      | 66.416.455         | 204.347.314        | 349.159.092          | 586.505.315          | 1.042.944.818        | 1.217.667.034        |
| Buenavista   | 3.883.772          | 11.845.726         | 20.068.112           | 33.138.853           | 32.941.132           | 32.685.149           |
| Calarcá      | 33.076.289         | 101.648.299        | 173.497.367          | 290.833.284          | 442.682.397          | 451.520.287          |
| Circasia     | 24.714.613         | 76.156.663         | 130.351.233          | 219.780.847          | 339.611.573          | 353.460.877          |
| Córdoba      | 4.514.566          | 13.795.376         | 23.415.445           | 38.814.741           | 38.793.405           | 38.778.251           |
| Filandia     | 15.139.918         | 50.000.612         | 91.912.051           | 174.512.425          | 196.056.951          | 215.471.515          |
| Génova       | 8.132.729          | 24.488.605         | 40.964.483           | 65.980.200           | 63.559.301           | 60.547.838           |
| La Tebaida   | 29.997.188         | 94.068.023         | 163.828.493          | 285.918.341          | 461.723.215          | 509.613.862          |
| Montenegro   | 32.825.519         | 100.834.684        | 172.024.314          | 288.088.134          | 438.056.311          | 446.101.900          |
| Pijao        | 7.466.263          | 22.805.515         | 38.694.249           | 64.060.429           | 63.463.051           | 62.717.518           |
| Quimbaya     | 34.920.945         | 107.258.915        | 182.978.445          | 306.424.685          | 466.701.540          | 476.387.751          |
| Salento      | 19.306.572         | 64.955.977         | 117.411.745          | 211.856.765          | 227.699.285          | 245.985.906          |
| <b>Total</b> | <b>280.394.828</b> | <b>872.205.708</b> | <b>1.504.305.030</b> | <b>2.565.914.019</b> | <b>3.814.232.978</b> | <b>4.110.937.887</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

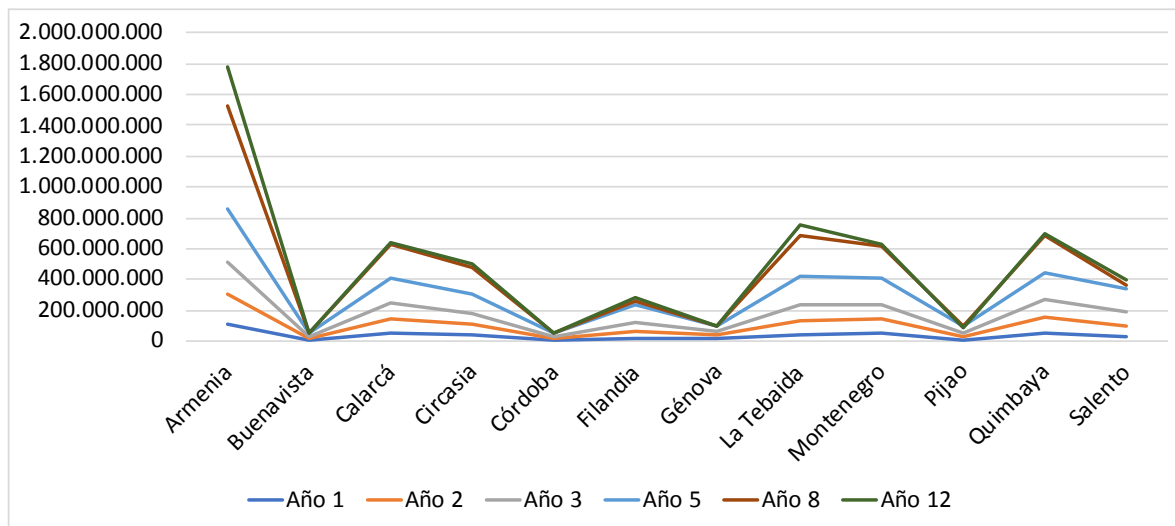
Los ingresos por venta de material más los ingresos por tarifa, constituyen la base para operar con una ECA regional (Alternativa 1) o con ECA subregionales (Alternativa 2), por lo que los flujos particulares de ingresos por regionales serían los siguientes:

**Tabla 3-33 Ingresos ECA Alt. 1 - \$ constantes de 2018**

| MUNICIPIO    | AÑO 1              | AÑO 2                | AÑO 3                | AÑO 5                | AÑO 8                | AÑO 12               |
|--------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Armenia      | 111.186.728        | 309.558.208          | 517.822.796          | 861.201.201          | 1.519.778.518        | 1.773.897.090        |
| Buenavista   | 5.877.721          | 17.790.993           | 30.136.666           | 49.900.714           | 49.645.784           | 49.327.937           |
| Calarcá      | 49.415.482         | 146.269.066          | 248.007.831          | 415.011.430          | 630.569.761          | 643.901.149          |
| Circasia     | 35.929.896         | 108.338.254          | 184.687.999          | 310.961.774          | 480.209.226          | 500.375.762          |
| Córdoba      | 6.612.187          | 19.876.151           | 33.646.126           | 55.765.266           | 55.780.867           | 55.831.958           |
| Filandia     | 20.513.628         | 66.614.087           | 122.071.289          | 231.551.219          | 260.169.187          | 286.119.850          |
| Génova       | 12.850.882         | 38.315.864           | 64.132.144           | 103.822.478          | 100.117.454          | 95.531.590           |
| La Tebaida   | 45.278.838         | 138.959.831          | 241.325.493          | 421.614.464          | 680.401.706          | 751.689.707          |
| Montenegro   | 47.398.447         | 142.043.328          | 241.321.862          | 403.825.423          | 613.510.186          | 625.420.361          |
| Pijao        | 11.158.939         | 33.747.919           | 57.188.985           | 94.767.079           | 93.963.444           | 92.985.535           |
| Quimbaya     | 52.154.626         | 157.654.141          | 268.331.107          | 449.617.069          | 684.619.961          | 699.743.919          |
| Salento      | 30.834.972         | 103.333.431          | 187.043.688          | 339.137.351          | 364.796.791          | 394.650.190          |
| <b>Total</b> | <b>429.212.345</b> | <b>1.282.501.274</b> | <b>2.195.715.987</b> | <b>3.737.175.468</b> | <b>5.533.562.885</b> | <b>5.969.475.048</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Figura 3-14 Ingresos Alt.1 1 - \$ constantes de 2018**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Para la alternativa 2 los ingresos para tener en cuenta por tarifa son exactamente los mismos que se calcularon en la alternativa 1, simplemente se realiza una separación los ingresos de Armenia contra los ingresos de los demás municipios para así dividir los ingresos que recibiría una ECA en Armenia de los ingresos que recibiría una ECA en Calarcá a la cual llegarían las toneladas de los demás municipios.

En relación con los ingresos derivados de la comercialización de los materiales aprovechados, la alternativa 2 se diferencia de la alternativa 1, al aplicar un menor valor a los precios calculados, esto debido a que en un ambiente competitivo en el cual existen más ECA, se genera un menor valor en la compra de material.

Por estas consideraciones, en la alternativa 2 cada precio de cada material calculado en la alternativa 1 posee un 20% menos debido a la pérdida en negociación que se genera en un mercado con tendencia oligopólica. Este supuesto se asume dado que resulta necesario poder diferenciar el poder de mercado de un monopolio que agrupa a todos los municipios del Departamento, en contraste con mercados en donde pueden existir más actores que generen competencia y por medio de ésta un menor valor en los materiales que se comercializan.

Se aclara que en la alternativa 1 no se desconocen las ECA que actualmente se encuentran en funcionamiento, ni aquellas que se encuentran en proceso de formación y formalización, sin embargo, debe tenerse presente que esta alternativa forma un mercado en el cual no se espera que proliferen muchos actores adicionales. Mientras tanto la alternativa 2, si bien simplemente separa la ciudad más grande del resto de municipios, esta situación puede generar un ambiente aún más competitivo porque en Armenia se concentrará aún más la competencia que en los demás municipios al fomentar una ECA adicional por parte de este proyecto.

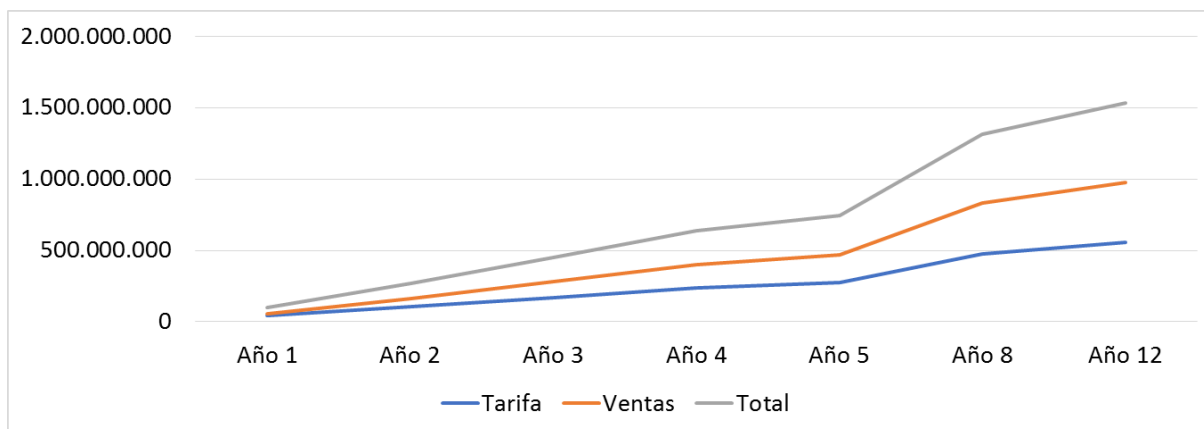
Resultado de estos supuestos, los ingresos totales a considerar para la alternativa 2 son los siguientes:

**Tabla 3-34 Ingresos ECA Armenia Alt. 2**

| TIPO   | AÑO 1      | AÑO 2       | AÑO 3       | AÑO 5       | AÑO 8       | AÑO 12        |
|--------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Tarifa | 44.770.272 | 105.210.895 | 168.663.704 | 235.960.556 | 274.695.886 | 476.833.700   |
| Ventas | 53.133.164 | 163.477.851 | 279.327.274 | 400.760.086 | 469.204.252 | 834.355.854   |
|        | 97.903.436 | 268.688.746 | 447.990.978 | 636.720.642 | 743.900.138 | 1.311.189.554 |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Figura 3-15 Ingresos totales ECA Armenia Alt. 2**



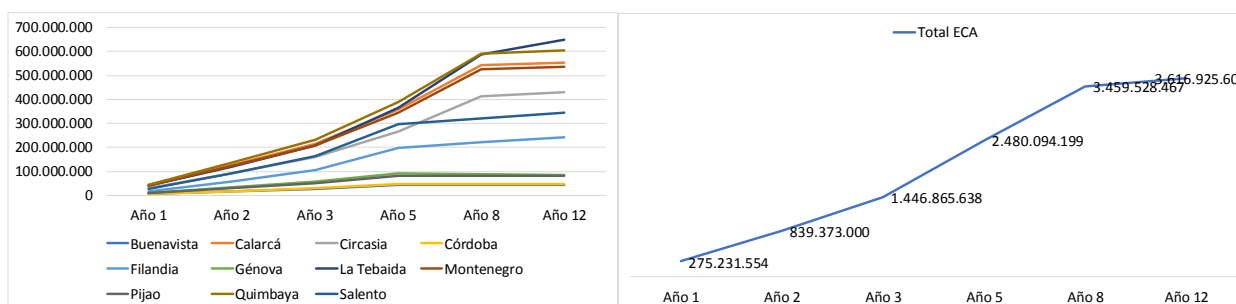
Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Tabla 3-35 Ingresos ECA Calarcá Alt. 2**

| MUNICIPIO    | AÑO 1              | AÑO 2              | AÑO 3                | AÑO 5                | AÑO 8                | AÑO 12               |
|--------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Buenavista   | 5.100.966          | 15.421.848         | 26.123.044           | 43.272.943           | 43.057.557           | 42.790.907           |
| Calarcá      | 42.800.224         | 125.939.406        | 213.308.358          | 356.844.773          | 542.033.282          | 553.597.092          |
| Circasia     | 30.986.974         | 93.106.921         | 158.617.752          | 267.005.605          | 412.286.911          | 429.683.586          |
| Córdoba      | 5.709.274          | 17.117.076         | 28.963.036           | 48.002.318           | 48.022.186           | 48.076.308           |
| Filandia     | 17.487.256         | 56.615.578         | 103.690.514          | 196.650.407          | 220.959.529          | 243.027.360          |
| Génova       | 11.224.336         | 33.418.143         | 55.939.247           | 90.626.438           | 87.405.594           | 83.422.023           |
| La Tebaida   | 39.279.400         | 120.146.227        | 208.559.794          | 364.430.796          | 588.057.063          | 649.766.934          |
| Montenegro   | 40.833.343         | 121.876.392        | 206.917.000          | 346.207.797          | 525.898.924          | 536.199.981          |
| Pijao        | 9.665.686          | 29.186.816         | 49.450.135           | 81.954.993           | 81.270.834           | 80.442.031           |
| Quimbaya     | 45.170.437         | 136.202.358        | 231.735.418          | 388.332.132          | 591.279.653          | 604.466.369          |
| Salento      | 26.973.658         | 90.342.236         | 163.561.339          | 296.765.998          | 319.256.934          | 345.453.009          |
| <b>Total</b> | <b>275.231.554</b> | <b>839.373.000</b> | <b>1.446.865.638</b> | <b>2.480.094.199</b> | <b>3.459.528.467</b> | <b>3.616.925.601</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Figura 3-16 Ingresos totales ECA Calarcá Alt. 2**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

En la alternativa 2, los ingresos se presentan de manera particular para cada ECA ya que se asume que cada una es independiente de la otra, por este motivo se

evaluará la viabilidad de cada ECA y posteriormente se comparará la evaluación de manera agregada de la alternativa 2 y se comparará con respecto a la alternativa 1 al momento de evaluar las alternativas con sus flujos de caja generados y con sus ventajas y desventajas en los aspectos incluidos en la metodología de evaluación que se presenta en el numeral 3.7.

### 3.5.2 Conceptos constitutivos de Egreso

Los costos de administración, operación, inversión y mantenimiento descritos previamente en el numeral 3.3.3-Costos de inversión y operación se proyectaron como un egreso a considerar así:

**Tabla 3-36 Costos AOIM proyectados Alternativa 1**

| TIPO            | AÑO 1                | AÑO 2                | AÑO 3                | AÑO 4                | AÑO 5                | AÑO 8                | AÑO 12               |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Inversión       | 1.186.721.920        | 0                    | 121.000.000          | 0                    | 1.087.500.000        | 0                    |                      |
| Reserva         | 1.488.175            | 12.308.867           | 48.398.767           | 109.151.142          | 175.689.217          | 257.899.486          |                      |
| Pago tarifa VBA | 133.695.843          | 441.163.671          | 742.476.075          | 1.063.805.123        | 1.254.475.925        | 1.829.113.546        | 1.963.537.710        |
| AOM             | 202.468.308          | 620.074.890          | 1.052.270.979        | 1.495.951.313        | 1.737.016.674        | 2.470.863.418        | 2.610.488.731        |
| <b>Total</b>    | <b>1.524.374.246</b> | <b>1.073.547.428</b> | <b>1.964.145.820</b> | <b>2.668.907.578</b> | <b>4.254.681.817</b> | <b>4.557.876.450</b> | <b>4.574.026.441</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Cada uno de estos conceptos constitutivos de egreso se describe a continuación:

- **Inversión:** En la presente alternativa, corresponde a la sumatoria de todos los recursos necesarios para adecuar los centros de acopio municipales y la ECA regional. Ver anexo 7.
- **Reserva:** Hace referencia al valor establecido en el Decreto 596 de 2016 para los prestadores de la actividad de aprovechamiento, calculado como un porcentaje incremental sobre el total de ingresos obtenidos a partir de la tarifa
- **Pago tarifa VBA:** Corresponde al total de pagos que la ECA deberá realizar a organizaciones de recicladores que decidan entregar su material en ella, sean o no afiliados a esta.
- **AOM:** Corresponde al total de costos de administración, operación y mantenimiento de la ECA regional en la presente alternativa. Ver anexo 7.

**Tabla 3-37 Costos AOIM proyectados Alt. 2 Armenia**

| TIPO            | AÑO 1              | AÑO 2              | AÑO 3              | AÑO 4              | AÑO 5                | AÑO 8                | AÑO 12               |
|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Inversión       | 435.840.680        | 0                  | 0                  | 0                  | 297.500.000          | 0                    |                      |
| Reserva         | 447.703            | 8.124.568          | 31.558.056         | 70.445.847         | 112.184.018          | 197.590.726          |                      |
| Pago tarifa VBA | 28.925.431         | 89.175.710         | 152.435.677        | 219.537.477        | 258.075.383          | 459.606.728          | 538.159.711          |
| AOM             | 132.131.899        | 253.358.950        | 375.880.988        | 499.708.175        | 635.422.000          | 1.017.864.252        | 1.164.260.778        |
| <b>Total</b>    | <b>597.345.713</b> | <b>350.659.228</b> | <b>559.874.722</b> | <b>789.691.499</b> | <b>1.303.181.402</b> | <b>1.675.061.706</b> | <b>1.702.420.489</b> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

- **Inversión:** En la presente alternativa, corresponde a la sumatoria de todos los recursos necesarios para el montaje de ECA ubicada en Armenia. Ver anexo 7.

- Reserva: Hace referencia al valor establecido en el Decreto 596 de 2016 para los prestadores de la actividad de aprovechamiento, calculado como un porcentaje incremental sobre el total de ingresos obtenidos a partir de la tarifa
- Pago tarifa VBA: Corresponde al total de pagos que la ECA deberá realizar a organizaciones de recicladores que decidan entregar su material en ella, sean o no afiliados a esta.
- AOM: Corresponde al total de costos de administración, operación y mantenimiento de la ECA ubicada en Armenia de acuerdo con esta alternativa. Ver anexo 7.

**Tabla 3-38 Costos AOIM proyectados Alt. 2 Calarcá**

| TIPO             | AÑO 1         | AÑO 2       | AÑO 3         | AÑO 4         | AÑO 5         | AÑO 8         | AÑO 12        |
|------------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Inversión        | 1.124.221.920 | 0           | 121.000.000   | 0             | 647.500.000   | 0             |               |
| Reserva          | 1.040.489     | 9.152.589   | 36.592.422    | 83.195.663    | 134.485.085   | 186.374.691   |               |
| Pago tarifa VBA  | 94.352.281    | 295.273.328 | 512.818.030   | 746.273.350   | 886.395.952   | 1.231.955.738 | 1.291.250.084 |
| Pago DF rechazos | 0             |             |               |               |               |               |               |
| AOM              | 174.289.537   | 534.444.454 | 907.884.578   | 1.291.713.943 | 1.501.112.674 | 2.093.504.381 | 2.188.614.799 |
| Total            | 1.450.904.226 | 838.870.371 | 1.578.295.030 | 2.121.182.956 | 3.169.493.712 | 3.511.834.810 | 3.479.864.882 |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

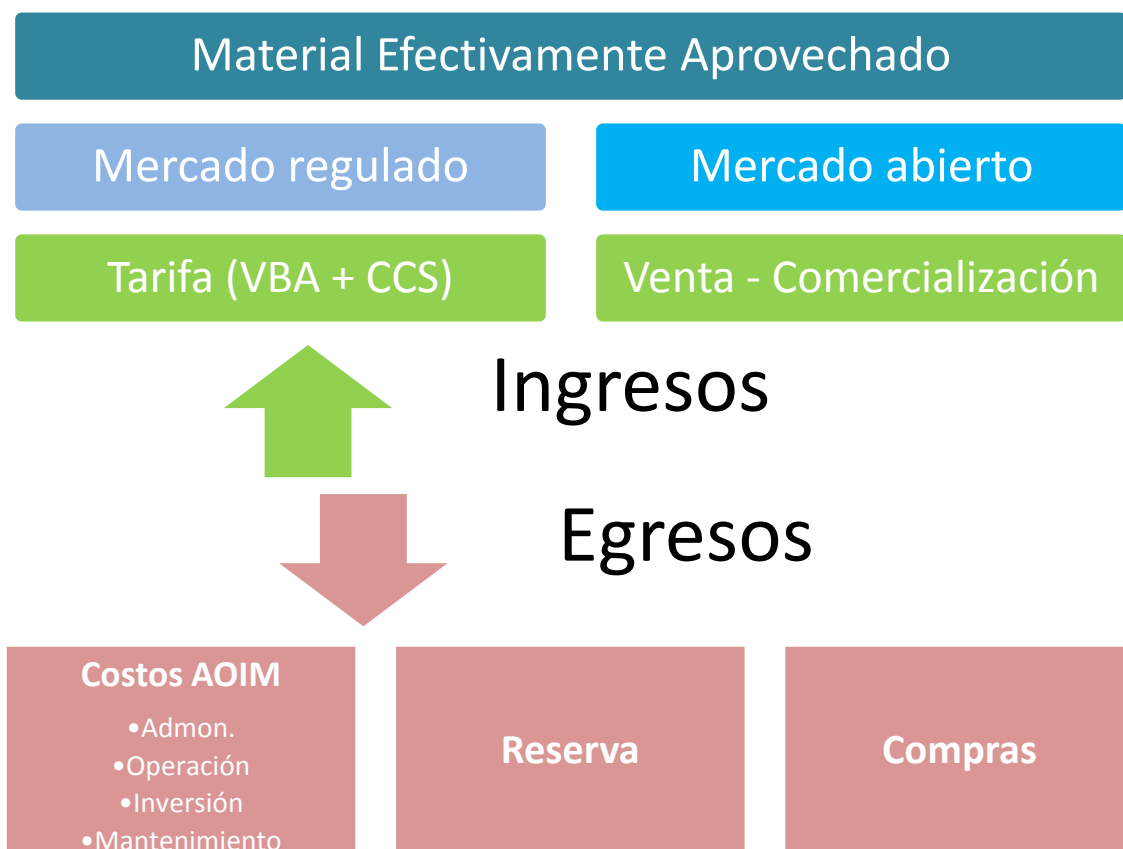
- Inversión: En la presente alternativa, corresponde a la sumatoria de todos los recursos necesarios para el montaje de la ECA ubicada en Calarcá que recibe los residuos de 11 municipios, exceptuando a Armenia. Ver anexo 7.
- Reserva: Hace referencia al valor establecido en el Decreto 596 de 2016 para los prestadores de la actividad de aprovechamiento, calculado como un porcentaje incremental sobre el total de ingresos obtenidos a partir de la tarifa
- Pago tarifa VBA: Corresponde al total de pagos que la ECA deberá realizar a organizaciones de recicladores que decidan entregar su material en ella, sean o no afiliados a esta.
- AOM: Corresponde al total de costos de administración, operación y mantenimiento de la ECA ubicada en Calarcá de acuerdo con esta alternativa. Ver anexo 7.



### 3.5.3 Determinación y Valoración de la Estructura Económica

Una vez descritos los elementos constitutivos de ingreso y egreso para cada alternativa, la estructura económica a partir de la cual se elaboran los flujos de caja para evaluar financieramente su viabilidad, es la siguiente:

Figura 3-17 Estructura económica



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Esta estructura lleva a que existan dos posibles fuentes de ingreso dependiendo el canal de venta que se utilice para las toneladas efectivamente aprovechadas. En el caso de los egresos, los costos AOIM y las compras de material surgen para realizar la actividad y no dependen del canal de venta (regulado o abierto), mientras que la reserva es un egreso exclusivo del canal de venta regulado.

Para la formulación de las alternativas se consideraron criterios económicos como la posibilidad de generar economías de escala, economías de aglomeración, economías de densidad e integración vertical de las actividades del aprovechamiento.

### 3.6 Estudio Financiero

El estudio financiero se realiza a partir de la estimación de los flujos de caja netos y su evaluación con el uso de indicadores financieros aplicados a cada una de las alternativas. Ver anexo N° 8.

### 3.6.1 Descripción de los Indicadores de Evaluación

#### **Valor presente neto VPN**

Es el método más usado para evaluar proyectos de inversión a largo plazo ya que permite determinar si una inversión puede incrementar o reducir el valor de la empresa, en este caso una ECA regional o subregional.

Si su valor es positivo, significará que el valor de la ECA tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que se reducirá su valor.

#### **Tasa Interna de Retorno TIR**

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés o de rentabilidad que genera un proyecto y asimismo mide la rentabilidad de una inversión. Es una herramienta complementaria del valor Presente Neto.

Este indicador se aplicará a los flujos netos usando una tasa de descuento del 13,91%; su valor no se indicará en el presente estudio cuando no sea matemáticamente posible determinarlo debido a flujos positivos o negativos en todos los periodos analizados.

#### **Relación beneficio-costos**

La relación Beneficio-Costo (B/C) compara de forma directa los beneficios y los costos. Se puede calcular periodo a periodo en los flujos de caja del proyecto para conocer su valor unitario en cada periodo, sin embargo, también se calcula hallando la suma de los ingresos o beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costos también descontados a la misma tasa de descuento.

Por lo anterior, cada flujo de cada de cada alternativa considerará este indicador.

### 3.6.2 Supuestos de Cálculo para las Proyecciones

En los supuestos de cálculo financiero se incluyen las siguientes tasas para las proyecciones teniendo en cuenta los aspectos de la tarifa regulados y la eficiencia en el recaudo del servicio público de aseo para cada municipio:

**Tabla 3-39 Tasas usadas para las proyecciones financieras**

|   |        |
|---|--------|
| Tasa anual aumento eficiencia recaudo         | 0,20%  |
| Tasa variación anual CDF                      | -0,25% |
| Tasa de descuento (anual)                     | 13,91% |
| Tasa aumento anual Suscriptores               | 1%     |
| Tasa anual gestión de recuperación de cartera | 25%    |

| MUNICIPIO  | EFICIENCIA RECAUDO |
|------------|--------------------|
| Buenavista | 90%                |
| Calarcá    | 85%                |
| Circasia   | 90%                |
| Córdoba    | 90%                |
| Filandia   | 85%                |

| MUNICIPIO  | EFICIENCIA RECAUDO |
|------------|--------------------|
| Génova     | 90%                |
| La Tebaida | 95%                |
| Montenegro | 95%                |
| Pijao      | 90%                |
| Quimbaya   | 90%                |
| Salento    | 90%                |
| Armenia    | 93%                |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

En relación con el crecimiento de la demanda, ésta corresponde a la cantidad de toneladas disponibles para aprovechar o efectivamente aprovechadas y que fueron descritas en capítulos previos con las proyecciones de cada material que será sujeto a comercializar y a reconocer en tarifa.

Para facilidad del análisis, se continúa trabajando con precios constantes del año 2018, especialmente para poder tener una referencia actual de los valores que serán repartidos a posibles afiliados a la ECA en cada una de las alternativas.

En cuanto a los valores de costos de referencia usados para calcular el Valor Base por Aprovechamiento (CRT y CDF), junto con el valor del componente CCS, éstos se dejan constantes al año 2018, asumiendo una disminución gradual y leve para el componente CDF dado que éste disminuye a medida que las toneladas que se entregan en los rellenos aumentan.

La tasa de descuento utilizada en estos cálculos corresponde al valor calculado por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para el servicio público de aseo.

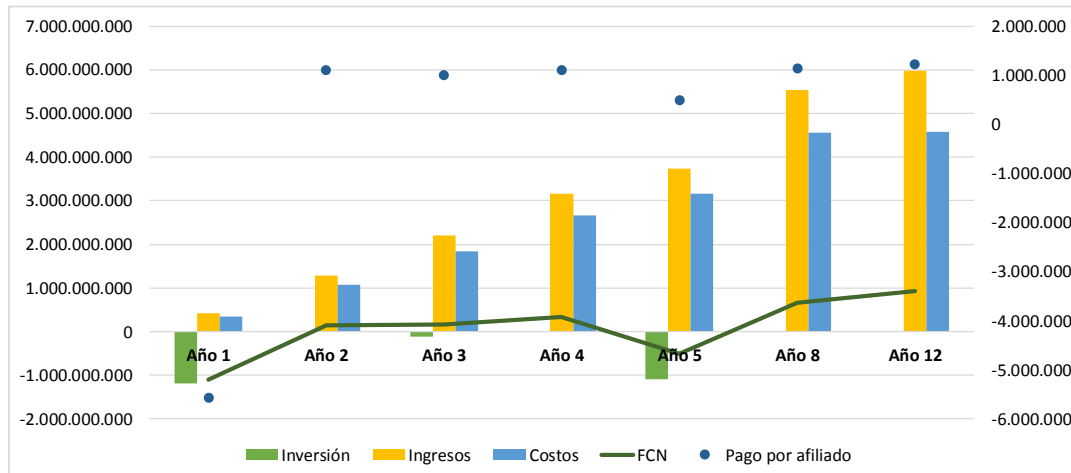
No se contempla acudir al mercado crediticio en estos proyectos para financiar la inversión o la operación ya que son esquemas nuevos que no poseen historia crediticia ante bancos y la única financiación corresponde al capital de trabajo inicial.

Frente a los impuestos, se parte bajo el supuesto que en los periodos en que se generan excedentes, se paga un 33% de renta. En relación con los costos de operación, administración y mantenimiento, su proyección se trabaja a pesos constantes de 2018 con base en los presupuestos entregados; de igual manera los ingresos se proyectan a pesos constantes de este mismo periodo.

### 3.6.3 Flujo de Caja Alternativa 1

La ECA regional genera un flujo de caja neto superavitario, exceptuando el primer año cuando la inversión debe realizarse; en el caso de no tener en cuenta los ingresos de tarifa del mercado regulado, el flujo de caja neto sería deficitario en cualquiera de las alternativas.

**Figura 3-18 Flujo de caja alternativa 1**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

En el eje izquierdo se contabilizan los valores anuales para inversiones, ingresos, costos y flujo de caja, mientras que en el eje secundario o derecho se contabilizan los valores mensuales a pagar a los afiliados del esquema asociativo de la ECA.

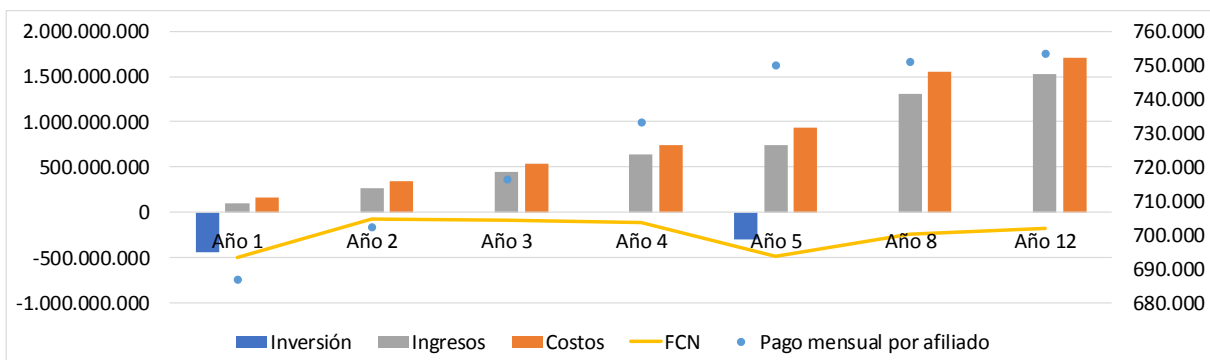
Los valores del flujo de caja neto ya tienen descontados los impuestos por renta y al distribuirse entre posibles asociados estos pueden percibir alrededor de 1 millón de pesos mensuales a partir del segundo año; en el esquema de la alternativa 1, se estiman las siguientes afiliaciones:

**Tabla 3-40 Asociados esperados en Alternativa 1**

|           | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 5 | AÑO 8 | AÑO 12 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Asociados | 14    | 44    | 74    | 122   | 182   | 196    |

### 3.6.4 Flujos de Caja Alternativa 2

**Figura 3-19 Flujos de caja Alt. 2 Armenia**



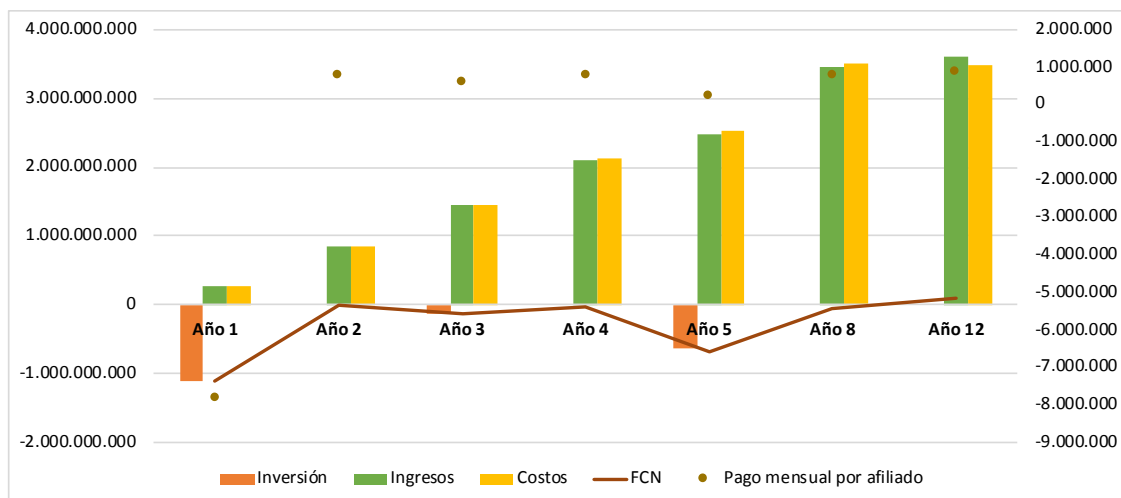
Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Esta ECA genera un flujo de caja neto deficitario, el pago por afiliado ronda un valor mensual cercano a \$737.513 distribuidos entre los siguientes socios esperados:

**Tabla 3-41 Asociados esperados en Alt. 2 Armenia**

|           | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 5 | AÑO 8 | AÑO 12 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Asociados | 4     | 11    | 18    | 29    | 51    | 60     |

**Figura 3-20 Flujos de caja Alt. 2 Calarcá**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Esta ECA genera un flujo de caja neto deficitario y en caso de pagar a posibles socios, éstos recibirían un valor mensual cercano a los \$655.000 a partir del segundo año.

**Tabla 3-42 Asociados esperados en Alt. 2 Calarcá**

|           | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 | AÑO 5 | AÑO 8 | AÑO 12 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Asociados | 11    | 33    | 57    | 94    | 131   | 137    |

Estos flujos de caja son la base para realizar la evaluación financiera de cada alternativa y para distribuir las ganancias después de impuestos a los afiliados con el fin de fomentar esquemas asociativos de trabajo.

### 3.6.5 Evaluación Financiera de las Alternativas

Con base en los Indicadores de evaluación determinados en el numeral 3.6.1, la evaluación financiera de las alternativas arroja los siguientes resultados:

**Tabla 3-43 Indicadores de evaluación financiera alternativa 1**

|     |             |
|-----|-------------|
| VNA | 536.828.459 |
| TIR | 22%         |
| B/C | 1,03        |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Tabla 3-44 Indicadores de evaluación financiera alternativa 2 Armenia**

|     |                |
|-----|----------------|
| VNA | -1.429.727.793 |
| TIR | N/A            |
| B/C | 0,75           |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Tabla 3-45 Indicadores de evaluación financiera alternativa 2 Calarcá**

|     |                |
|-----|----------------|
| VNA | -1.720.798.033 |
| TIR | N/A            |
| B/C | 0,87           |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Tabla 3-46 Indicadores de evaluación financiera alternativa 2 Agregada**

|     |                  |
|-----|------------------|
| VNA | -\$3.150.525.825 |
| TIR | N/A              |
| B/C | 0,84             |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

En el caso de la alternativa 1, la viabilidad financiera se enfoca a la ECA regional que posee ingresos mixtos, tanto de tarifa como de comercialización por fuera del esquema regulado, con una tasa interna de retorno del 22% la cual supera la tasa de descuento del 13,91% y con balance positivo en la relación beneficio costo y un valor presente neto positivo.

Para la alternativa 2, la ECA de Armenia no resulta rentable, con un esquema regulado accediendo a tarifa y comercializando los materiales, con un valor presente neto negativo y una relación beneficio costo menor a 1.

Tampoco no es posible obtener rentabilidad en la alternativa 2 con Calarcá y se obtiene un valor presente neto negativo y déficit en la relación beneficio costo; al calcular la alternativa 2 de manera agregada, Armenia + Calarcá, se obtiene un valor presente neto negativo.

Por lo anterior si bien la alternativa 1 es la única rentable, en términos de indicadores de evaluación financiera, situación que requiere considerar los beneficios de la regionalización para todo el Departamento con una mayor cobertura en la alternativa 1, hecho que beneficia para que la política de aprovechamiento pueda expandirse a todos los municipios, mientras que en la alternativa 2 esto no se cumple.

Con las anteriores consideraciones, resulta importante resaltar que la alternativa 1 aprovecha mejor los recursos existentes y genera mayor cobertura de la actividad de aprovechamiento vinculando a los recuperadores y generando un mayor beneficio ambiental.

Adicionalmente resulta importante destacar que la alternativa 1 genera mayores economías de escala en comparación de la alternativa 2 y cumple con el propósito de regionalizar la actividad siendo éste un objetivo concordante con la política pública del sector de aprovechamiento en el marco de la regulación en los servicios públicos domiciliarios.

### 3.6.6 Análisis de Sensibilidad y Riesgos

El análisis de sensibilidad y riesgos se realiza modelando la obtención de menores o mayores precios al precio promedio calculado, es decir, aumentando o disminuyendo la intermediación y su consecuente margen por cada tipo de material para la alternativa 1 al ser ésta la seleccionada de conformidad con el análisis de la evaluación financiera descrito en el capítulo anterior.

A continuación, se muestran cada uno de los precios obtenidos teniendo en cuenta que aquellos que se consideran mínimos se utilizan en un escenario denominado “pesimista” y aquellos denominados máximos son utilizados para un escenario denominado “optimista”.

**Tabla 3-47 Precios usados para diferentes escenarios**

| MUNICIPIO | PRECIO PLÁSTICO | PRECIO PAPEL Y CARTÓN | PRECIO METAL | PRECIO VIDRIO |
|-----------|-----------------|-----------------------|--------------|---------------|
| PROMEDIO  | \$ 428          | \$ 255                | \$ 188       | \$ 17         |
| MIN       | \$ 363          | \$ 217                | \$ 159       | \$ 14         |
| MAX       | \$ 492          | \$ 293                | \$ 216       | \$ 20         |

**Intermediación**

|          |     |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|
| Promedio | 40% | 40% | 50% | 80% |
| Int. MIN | 49% | 49% | 58% | 83% |
| Int. MAX | 31% | 31% | 43% | 77% |

**Margen por material**

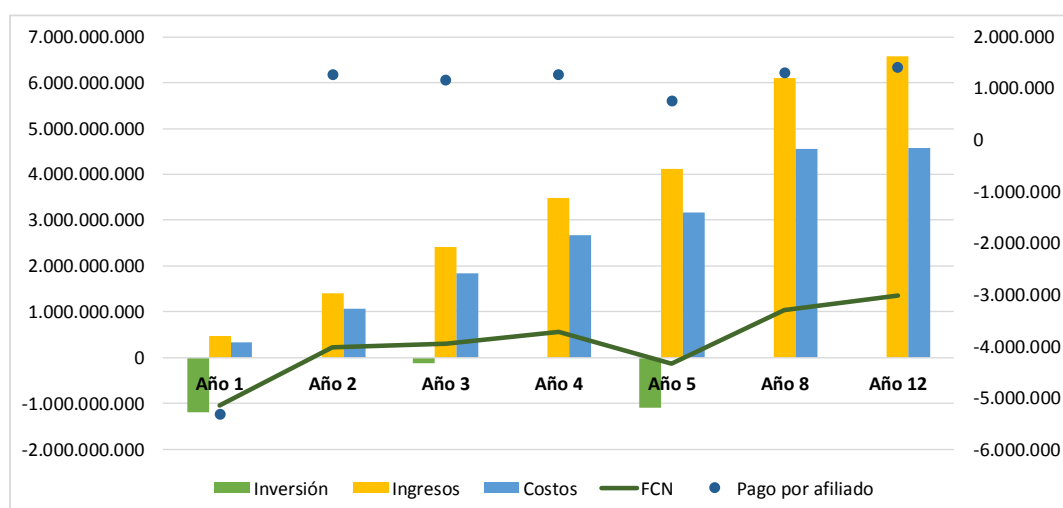
|          |     |     |     |     |
|----------|-----|-----|-----|-----|
| Promedio | 60% | 60% | 50% | 20% |
| Int. MIN | 51% | 51% | 43% | 17% |
| Int. MAX | 69% | 69% | 58% | 23% |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Para el análisis de sensibilidad no se utilizan variaciones en la tarifa dado que su valor es regulado y se mantiene igual en cualquiera de las alternativas; tampoco se consideran variaciones con cantidades teniendo en cuenta que las tasas de crecimiento de estas son menos variables y volátiles que las tasas de variación de los precios, motivo por el cual éstos son la variable esencial para considerar en este análisis

**Resultados del Escenario Optimista**

**Figura 3-21 Flujo de caja Escenario optimista**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

**Tabla 3-48 Indicadores evaluación financiera alternativa 1 Escenario optimista**

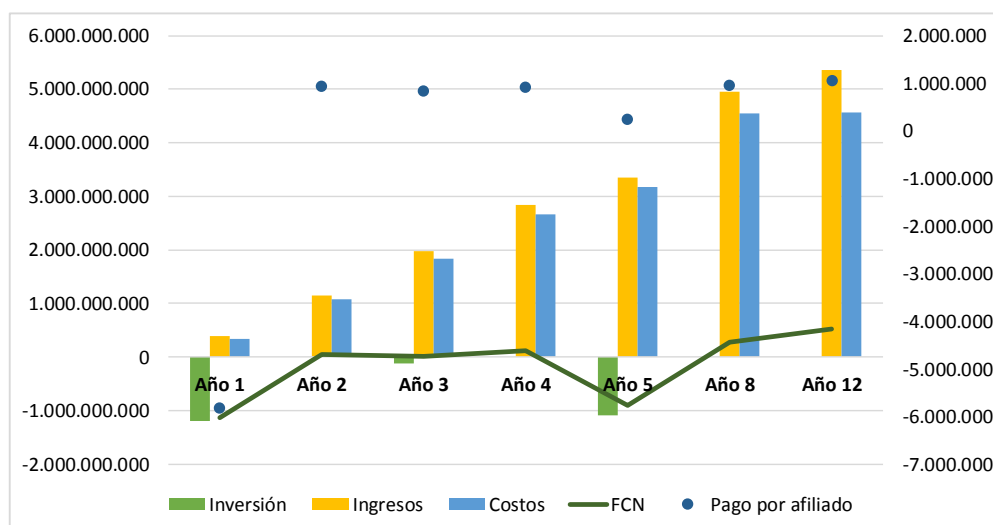
|     |               |
|-----|---------------|
| VNA | 1.914.164.405 |
| TIR | 39%           |
| B/C | 1,10          |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Si bien se obtiene un mejor resultado en el escenario optimista con respecto al escenario base, lograr esto depende de comercializar el material con mayor efectividad aplicando estrategias por volúmenes, por calidad y con una comercialización ágil generando una red de proveedores y de vendedores del material. Éste no es un escenario muy lejano de la realidad, pero depende de las condiciones de mercado y de los incentivos que pueda generar para los afiliados a quienes en esta modelación su remuneración mensual promedio sería de \$1.239.412 a partir del segundo año.

### Resultados del Escenario Pesimista

Figura 3-22 Flujo de caja Escenario pesimista



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Tabla 3-49 Indicadores evaluación financiera alternativa 1 Escenario pesimista

|     |              |
|-----|--------------|
| VNA | -842.167.487 |
| TIR | 0,01%        |
| B/C | 0,95         |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

El escenario pesimista simplemente demuestra que generar ingresos mixtos entre la tarifa derivada de un mercado regulado y los ingresos por comercialización de material mercado abierto, son requisitos indispensables para lograr sostenibilidad financiera con indicadores que pasen los requisitos mínimos de rentabilidad.

### 3.6.7 Concepto de Factibilidad y Viabilidad Mejor Alternativa

Después de realizar la evaluación financiera, la alternativa 1 es la recomendada al tener en cuenta su integración regional, la generación de economías de escala, economías de aglomeración, mayor cobertura de la actividad de aprovechamiento, mejores condiciones para difundir la política de aprovechamiento del Departamento del Quindío obteniendo una rentabilidad suficiente para emprender un proyecto que



aproveche la infraestructura de los centros de acopio existentes y que pueda cubrir los costos de inversión administración y operación con los ingresos derivados de la tarifa y de la comercialización de los materiales aprovechados.

### 3.7 Selección de alternativas

#### 3.7.1 Metodología de evaluación

Para la evaluación y selección de alternativas se aplica un modelo sencillo de calificación (matriz multicriterio) que permite la valoración cuantitativa de las mismas con el fin de establecer la mejor alternativa.

Para la calificación comparativa de las alternativas, la matriz contiene los siguientes campos de evaluación:

- **Parámetro:** corresponde al factor objeto de evaluación, el cual será calificado de manera comparativa para las alternativas formuladas; estos se definen de acuerdo con las necesidades planteadas en las alternativas.
- **Forma de cálculo:** corresponde a la fórmula utilizada para calcular el parámetro.
- **Unidad:** establece la unidad de medida del parámetro (kilómetros, número, pesos por tonelada, porcentaje, etc.)
- **Criterio:** establece la forma de evaluación del parámetro así:
  - Mayor calificación a la alternativa que genere el **máximo** de empleos (criterio: **Max.**)
  - Mayor calificación a la alternativa cuya inversión inicial sea **menor** en relación con el resto de las alternativas (criterio: **Min**)
- **Calificación:** cada parámetro se calificará en una escala aritmética de 1 a 3; asignando el 3 a las mejores condiciones, 2 cuando el criterio tiene un nivel de indiferencia para las dos alternativas y 1 a las condiciones poco favorables.

La calificación total de la alternativa corresponderá a la suma de las calificaciones parciales establecidas por parámetro de evaluación. Los parámetros se identifican de acuerdo con las características de cada una de las alternativas identificadas susceptibles de comparación y cuantificación.

Una vez realizada la calificación de las alternativas, se escogerá aquella que haya obtenido el mayor puntaje.

A continuación, se evalúa cada una de las alternativas propuestas de manera cuantitativa, destacando criterios de selección claves con el fin de obtener la mejor alternativa de acuerdo con el análisis de aspectos técnicos, legales, ambientales, institucionales, financieros y sociales.

#### 3.7.2 Matriz de evaluación

A continuación, se definen los parámetros y criterios de evaluación para las alternativas planteadas.

**Tabla 3-50 Criterios de selección alternativas**

| TIPO           | PARÁMETRO   | FORMA DE CÁLCULO  | UNIDAD                       | CRITERIO |
|----------------|---|---|------------------------------|----------|
| TÉCNICO        | Capacidad y vida útil   | m <sup>3</sup> y años   | N                            | Max      |
| TÉCNICO        | Distancia media del municipio al sitio descargue                    | Menor distancia entre Punto I/Punto F   | Km                           | Min      |
| LEGAL          | Autorizaciones y trámites ambientales                               | # trámites ambientales  | N                            | Min      |
| LEGAL          | Confiabilidad predial   | Requerimientos de saneamiento del predio  | Corto, mediano y largo plazo | Min      |
| LEGAL          | Complejidad jurídica  | Problemas jurídicos en curso  | Presente/ausente             | Min      |
| AMBIENTAL      | Adaptabilidad del proyecto a las condiciones ambientales            | Facilidad de adaptación del proyecto a las condiciones naturales                  | Alto, medio y bajo           | Max      |
| AMBIENTAL      | Gestión ambiental (Sostenibilidad ambiental)                        | Evalúa los requerimientos de gestión ambiental                                    | Alto, medio, bajo            | Min      |
| INSTITUCIONAL  | Capacidad institucional del operador (sostenibilidad institucional) | Evalúa la experticia del operador   | Alto, medio, bajo            | Max      |
| INSTITUCIONAL  | Complejidad del sistema   | # componentes prestados directamente  | N                            | Min      |
| ADMINISTRATIVO | Complejidad de la gestión administrativa                            | # actores involucrados  | N                            | Min      |
| SOCIAL         | Empleos generados en la región                                      | Nº empleos <sup>14</sup>  | N                            | Max      |
| SOCIAL         | Aceptación de la comunidad  | Evalúa el nivel de aceptación del proyecto  | Alto, medio, bajo            | Max      |
| ECONÓMICO      | Adaptación a la política de gestión de residuos                     | Nivel de Regionalización según cantidad de toneladas+ distancia y economía escala | Alto, medio, bajo            | Max      |
| ECONÓMICO      | Costo variable de referencia  |   | t                            | Min      |
| FINANCIERO     | Inversión inicial   | CAE   |                              | Min      |
| FINANCIERO     | VPN   | VP Ingresos, VP Egresos   | MM                           | Max      |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

### 3.7.3 Resultados

**Tabla 3-51 Aplicación matriz de selección inorgánicos**

| PARÁMETRO            | CRITERIO | EVALUACIÓN | ALT. 1   | ALT. 2     |
|----------------------|----------|------------|----------|------------|
| Capacidad de las ECA | Max      | Valor      | Limitada | Sin límite |

<sup>14</sup> La diferencia de empleo debe ser considerable para lograr calificaciones diferentes entre una y otra alternativa

| PARÁMETRO   | CRITERIO | EVALUACIÓN   | ALT. 1             | ALT. 2             |
|---|----------|--------------|--------------------|--------------------|
|   |          | Calificación | 1                  | 2                  |
| Distancia del centro de masas de la región a la ECA                           | Min      | Valor        | km                 | km                 |
|   |          | Calificación | 2                  | 3                  |
| Autorizaciones y trámites (Número de ECA que lo requieren)                    | Min      | Valor        | 1                  | 2                  |
|   |          | Calificación | 3                  | 1                  |
| Número de municipios sede que participan en el proyecto (Armenia y/o Calarcá) | Min      | Valor        | 100%               | 50%                |
|   |          | Calificación | 3                  | 1                  |
| Capacidad de negociación  | Min      | Valor        | Alta               | Media              |
|   |          | Calificación | 3                  | 2                  |
| Nivel de inversiones  | Min      | Valor        | \$1.690.720.151    | \$1.943.809.844,91 |
|   |          | Calificación | 3                  | 1                  |
| Costos de Operación   | Mín      | Valor        | \$8.588.333.891,56 | \$10.750.974.956   |
|   |          | Calificación | 3                  | 2                  |
| Economía de Escala  | Min      | Valor        | \$3.275.166        | \$2.978.317        |
|   |          | Calificación | 2                  | 1                  |
| Generación de Empleo directo en la ECA  | Máx      | Valor        | 97                 | 102                |
|   |          | Calificación | 2                  | 2                  |
| TIR   | Máx      | Valor        | 22%                | N/A                |
|   |          | Calificación | 3                  | 1                  |
| B/C (VPN)   | Max      | Valor        | 1,03               | 0,84               |
|   |          | Calificación | 3                  | 2                  |
| <b>Total</b>  |          |              | <b>28</b>          | <b>18</b>          |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

### 3.8 Descripción de beneficios e impactos generales

#### 3.8.1 Empleos generados

Como ya se indicó en el capítulo precedente, con la alternativa recomendada se espera generar a mediano plazo 60 empleos en los centros de acopio y la ECA, cifra que podría llegar hasta 197 en el año 12 si las proyecciones de recuperación de materiales se cumplen.

Pero no solo se destaca el beneficio en términos de empleos generados en la región, sino el aumento de los ingresos de los recuperados que harán las rutas selectivas, gracias a los incrementos en su productividad y precio por kilogramo recuperado.

#### 3.8.2 Beneficios ambientales generales

La alternativa seleccionada refleja el beneficio ambiental en todo el territorio del Departamento del Quindío integrando un esquema operativo regional y asegurando que, a partir de la generación de residuos sólidos y un proceso de separación en la fuente, permita la rotación del material potencialmente reciclable de manera unificada aprovechando las economías de escala y de aglomeración que se generan.

Al participar todos los municipios del departamento se optimiza la vida útil de los rellenos sanitarios que actualmente se utilizan y que están disponibles en el

departamento y fuera de él. Por medio del reintegro de los residuos al proceso productivo del departamento y de otras ciudades del país, se lograrían condiciones favorables para generación de economías circulares con diferentes tipos de material que se reintegran a la industria.

Por medio de la implementación de la alternativa se puede observar el beneficio en la calidad del paisaje de la región, principalmente en los sectores urbanos y centros poblados, debido a que se previene la disposición inadecuada de los residuos en lugares públicos y se asegura que sean separados para su posterior aprovechamiento. Igualmente se lograría observar que las condiciones de la calidad del aire mejorarían, debido a que se prevendría en proliferación de olores y vectores.

La separación en la fuente de los residuos evita el uso de más recursos naturales para la producción de elementos en la cadena de consumo.

### **3.8.3 Otros beneficios generados**

A partir de la alternativa seleccionada, se motiva a que la comunidad proponga la industrialización de los residuos reciclables, para la generación de productos, utensilios o elementos que la sociedad consume y sean amigables con el ambiente.

Con el aprovechamiento de los residuos sólidos, las comunidades de recicladores de base mejorarían su calidad de vida y además abrirían campo a diferentes actividades en la cadena de comercialización de diferentes tipos de residuos.

## **4 ALTERNATIVAS PARA RESIDUOS ORGÁNICOS**

### **4.1 Identificación y descripción de alternativas para orgánicos**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la caracterización de residuos presentadas en el producto No.2 y con la estimación y proyección de las tasas de generación y con el fin de optimizar la prestación actual del servicio público de aseo en los municipios del Departamento del Quindío, se plantean dos alternativas con el propósito de encontrar soluciones a los problemas identificados en el producto No. 1 de diagnóstico realizado por esta consultoría.

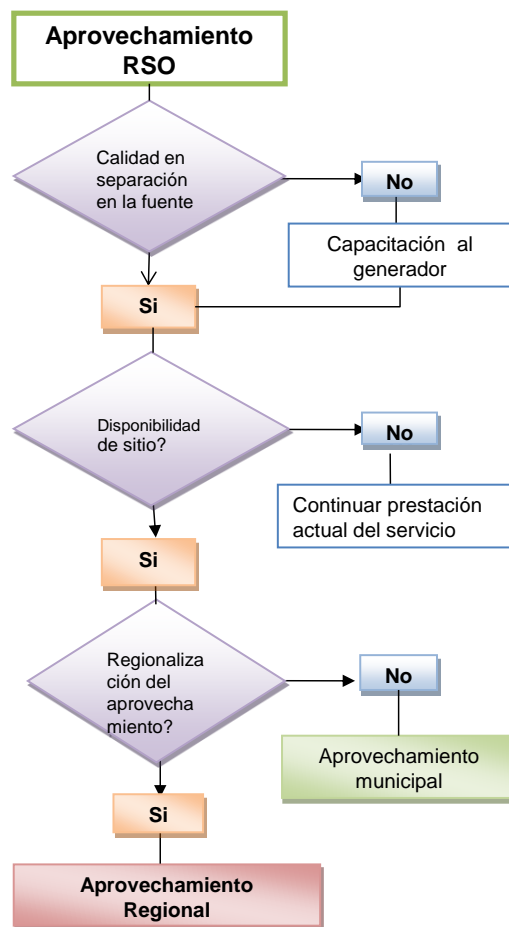
Las alternativas propuestas consolidan los aspectos a optimizar, como respuesta a alguna debilidad u oportunidad de mejora; partiendo de la premisa de que la solución que se plantea es de tipo regional o subregional donde se espera la participación concertada con todos los municipios del Departamento.

Una vez identificadas las alternativas para el aprovechamiento de los residuos orgánicos, se procederá a seleccionar aquellas que, desde el punto de vista técnico, ambiental, económico y social, presenten las mejores condiciones para su implementación.

Para la identificación de las alternativas se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de análisis:

- Disponibilidad de sitios para el aprovechamiento mediante la técnica de tratamiento biológico de residuos sólidos orgánicos en la región: se identifican sitios en los municipios con la posibilidad de ampliar o incluir un área adjunto a los centros de acopio, así como plantas de carácter privado para el aprovechamiento de RSO, escenarios que interactúan de manera diferente según la alternativa planteada.
- El sitio de aprovechamiento es próximo al sitio de disposición final o se ubica en el mismo lugar o en zonas potenciales de comercialización y mercadeo del producto resultante.
- La demanda potencial se desarrollará inicialmente bajo un escenario conservador, dando prioridad a grandes generadores de RSO limpio o de fácil separación como plazas de mercado, expendios de frutas y verduras (fruver), corte de césped y poda de árboles.
- La demanda sobrepasa las expectativas y se hace necesario incorporar la generación de orgánicos proveniente de viviendas, a corto plazo para los municipios pequeños o que ya han tenido una experiencia exitosa en separación en la fuente y a mediano plazo (5 a 8 años) para el resto de los municipios
- Posibilidad de regionalización del aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante la técnica de tratamiento biológico para los doce (12) municipios del Departamento.

**Figura 4-1 Criterios para la formulación de alternativas de orgánicos**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

A continuación, se presenta un resumen de las alternativas identificadas descritas a través de factores técnico, financiero, ambiental, legal, social e institucional para la implementación de un esquema de aprovechamiento regional, mediante la técnica de tratamiento biológico en el manejo de los residuos orgánicos en el Departamento del Quindío.

**Tabla 4-1 Descripción de alternativas para orgánicos**

| FACTOR              | ALT. 1  | ALT. 2  |
|---------------------|---|---|
| TÉCNICO Y OPERATIVO | <p>Alternativa de una PARSO regional para el aprovechamiento mediante la técnica de tratamiento biológico del material orgánico, localizada en predios del municipio de Armenia o Calarcá, con participación de los 12 municipios del Departamento del Quindío.</p> <p>La PARSO recibe el material separado directamente de los prestadores del servicio público de aseo que implementarán rutas selectivas de recolección de residuos orgánicos limpios de plazas de mercado, almacenes de venta de frutas y verduras, así como del producto del corte de césped y poda de árboles</p> | <p>Alternativa de 3 PARSO, que agrupe a los municipios en subregiones así:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Calarcá, Armenia y La Tebaida, con sede en Calarcá.</li> <li>2) Pijao, Génova, Buenavista y Córdoba, con sede en Pijao.</li> <li>3) Quimbaya, Montenegro, Circasia, Filandia y Salento, con sede en Montenegro.</li> </ol> <p>La PARSO recibe el material separado directamente de los prestadores del servicio público de aseo que implementarán rutas selectivas de recolección de residuos orgánicos limpios de plazas de mercado, almacenes de</p> |

| FACTOR               | ALT. 1   | ALT. 2  |
|----------------------|--|---|
|                      | Los municipios coordinan con los prestadores para establecer rutas selectivas domiciliarias para incorporar gradualmente al sistema residuos orgánicos separados provenientes de viviendas y otros establecimientos y llevarlos a la PARSO.  | venta de frutas y verduras, así como del producto del corte de césped y poda de árboles.<br>Los municipios coordinan con los prestadores para establecer rutas selectivas domiciliarias para incorporar gradualmente al sistema residuos orgánicos separados provenientes de viviendas y otros establecimientos y llevarlos a la PARSO que corresponda.   |
| <b>FINANCIERO</b>    | Los prestadores o usuarios que lleven los residuos orgánicos a la PARSO pagan la tarifa del tratamiento de acuerdo a las normas establecidas.<br>Buscar la sostenibilidad financiera con la venta y comercialización del abono orgánico producido en la planta.<br>La organización de los recursos y procesos se orientará a lograr la certificación ICA del abono, a fin de obtener el mejor precio de venta. | Los prestadores o usuarios que lleven los residuos orgánicos a las PARSO subregionales pagan la tarifa del tratamiento de acuerdo a las normas establecidas.<br>Buscar la sostenibilidad financiera con la venta y comercialización del abono orgánico producido en la planta.<br>La organización de los recursos y procesos se orientará a lograr la certificación ICA del abono, a fin de obtener el mejor precio de venta. |
| <b>COMERCIAL</b>     | La venta del abono orgánico se hará en la planta o en establecimientos regionales.<br>Propiciar un convenio con los municipios para que reciban el abono orgánico a utilizar en proyectos de mejoramiento de suelos, recuperación de terrenos y ornato de la ciudad (parques y jardines).  | El producto será comercializado por cada una de las PARSO o en establecimientos regionales.<br>Propiciar un convenio con los municipios para que reciban el abono orgánico a utilizar en proyectos de mejoramiento de suelos, recuperación de terrenos y ornato de la ciudad (parques y jardines).  |
| <b>AMBIENTAL</b>     | Propiciar la calidad del producto mediante la certificación expedida por el ICA.<br>Realizar campañas informativas y capacitaciones para la separación en la fuente del RSO en todos los municipios.<br>Adelantar permisos requeridos por la CRQ para la implementación de la planta.  | Propiciar la calidad del producto mediante la certificación expedida por el ICA.<br>Realizar campañas informativas y capacitaciones para la separación en la fuente del RSO en todos los municipios.<br>Adelantar permisos requeridos por la CRQ para la implementación de las plantas.   |
| <b>LEGAL</b>         | Definir la participación del departamento y municipios para realizar las inversiones en la infraestructura física y realizar la entrega (comodato o cesión) a la organización encargada de su administración y operación   | Definir la participación del departamento y municipios para realizar las inversiones en la infraestructura física y realizar la entrega (comodato o cesión) a las organizaciones encargadas de su administración y operación  |
| <b>INSTITUCIONAL</b> | Evaluar la opción de conformar una APP para la realización de las inversiones y la operación de la planta, sujeta a que sea financieramente atractiva para el inversionista privado.   | Evaluar la opción de conformar una APP para la realización de las inversiones y la operación de la planta de las subregionales de Armenia-Calarcá y Montenegro<br>Organizaciones comunales o acueductos veredales se encargarían de la administración y operación de la planta de Pijao   |

| FACTOR | ALT. 1  | ALT. 2   |
|--------|---|--|
| SOCIAL | <p>Disminuir la cantidad de residuos orgánicos que se llevan a disposición final y con ello la producción de lixiviados, gases y olores que afectan a los habitantes aledaños al relleno sanitario, mejorando así su calidad de vida.</p> <p>Generar empleo para habitantes del sector donde se localice la planta.</p> | <p>Disminuir la cantidad de residuos orgánicos que se llevan a disposición final y con ello la producción de lixiviados, gases y olores que afectan a los habitantes aledaños al relleno sanitario, mejorando así su calidad de vida.</p> <p>Generar empleo para habitantes del sector donde se localicen las plantas.</p> |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

En la siguiente figura se presenta el esquema planteado para la alternativa 1 de aprovechamiento mediante la técnica de tratamiento biológico de residuos orgánicos:

**Figura 4-2 Esquema aprovechamiento de orgánicos - Alternativa 1**

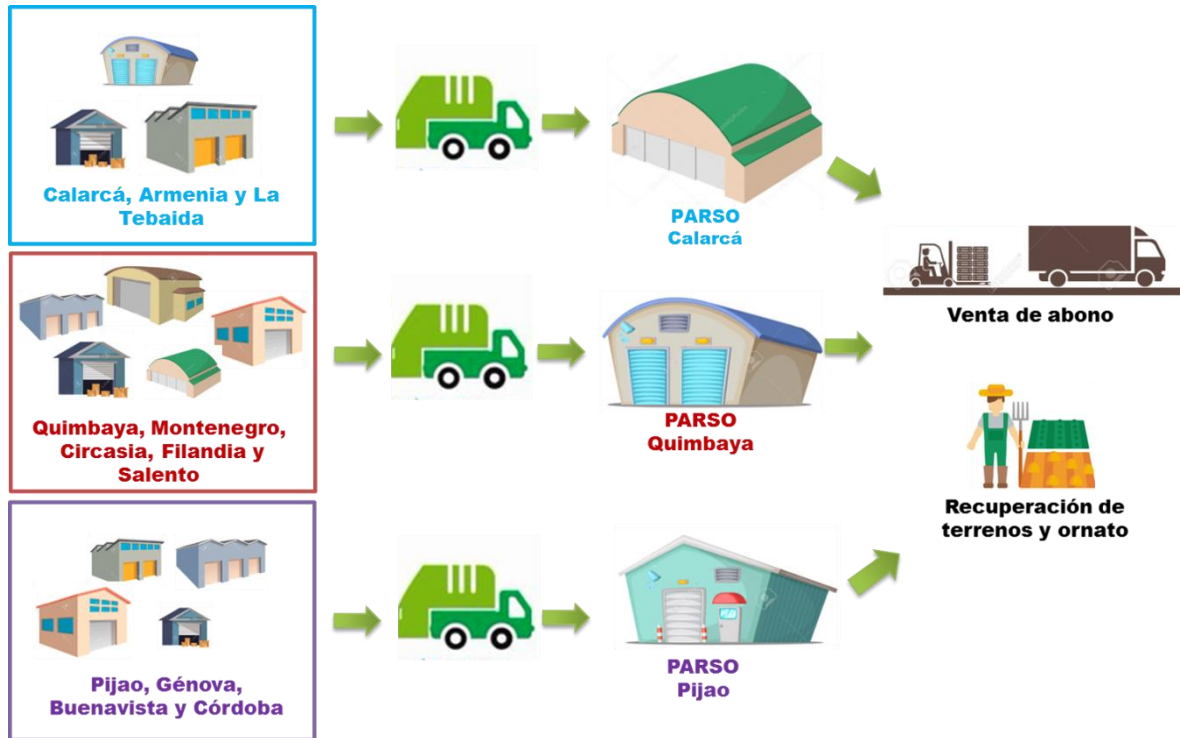


Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

En la siguiente figura se presenta el esquema para alternativa 2:



Figura 4-3 Esquema de aprovechamiento de orgánico - Alternativa 2



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

## 4.2 Estimación de cantidades del material orgánico aprovechable

Dado que no se conocen datos de peso ni volumen de residuos orgánicos generados en cada municipio, la Consultoría tomó como línea base las cantidades de residuos orgánicos proyectadas en la composición de residuos sólidos en la caracterización realizada en noviembre de 2018 en todos los municipios y que contiene información sobre los sectores de vivienda y establecimientos.

Para el sector de grandes generadores se recogió información directamente en los sitios como plazas de mercado y almacenes de frutas y verduras en aquellos municipios donde existen y que suministraron información. Se tomaron muestras de los residuos orgánicos en Armenia y Calarcá para realizar la valoración agronómica y se calcularon cantidades que dan la base para la generación y proyección de orgánicos provenientes de plazas de mercado.

### 4.2.1 RSO de poda de árboles y corte de césped

Para estimar cantidades de orgánicos provenientes de estas actividades, la Consultoría tomó como base las áreas del inventario de corte de césped y el número de individuos para poda, información encontrada en los PGIRS 2G de cada municipio (se exceptúa el de Filandia, que no relaciona esa información).

Aunque se indagó con los prestadores y los municipios sobre estadísticas de cantidades derivadas de estas actividades, la información para el Departamento del Quindío es escasa y no es consistente, por lo cual se acudió a información disponible para la ciudad de Bogotá, relacionada con pesaje y áreas de corte disponibles en documentos como la actualización de la línea base 2018,

documentos técnicos del PGIRS 2016 y 2017, actualización del PGIRS e información disponible para la licitación 02-2017, de donde se obtuvo un índice de 0,08 kg/m<sup>2</sup> de corte de césped y de 63 kg/ind, de poda de árboles. Solamente para el caso de Armenia se tomó el dato reportado por la empresa prestadora para los residuos de poda de árboles.

El resultado de la operación se presenta en la Tabla 4-2, donde se registran las cantidades estimadas de corte de césped y poda de árboles por municipio.

**Tabla 4-2 Cantidades de corte de césped y poda de árboles por municipio**

| MUNICIPIO             | Nº ÁRBOLES | ÁREA A CORTAR (M2) | T/MES PODA | T/MES CORTE | T/AÑO 2018 |
|-----------------------|------------|--------------------|------------|-------------|------------|
| Armenia <sup>15</sup> | 2.756      | 480.000            | 23         | 39,36       | 747,2      |
| Buenavista            | 89         | 7.500              | 6          | 0,62        | 74,9       |
| Calarcá               | 708        | 12.520             | 45         | 1,03        | 549,3      |
| Circasia*             | 158        | 20.980             | 10         | 1,72        | 140,5      |
| Córdoba               | 54         | 620                | 3          | 0,05        | 41,6       |
| Filandia              | ND         | ND                 | 0          | 0,00        | -          |
| Génova                | 107        | 1.016              | 7          | 0,08        | 82,2       |
| La Tebaida            | 100        | 239.651            | 6          | 19,65       | 311,7      |
| Montenegro            |            | 4.800              | 0          | 0,39        | 4,7        |
| Pijao                 | 107        | 1.016              | 7          | 0,08        | 82,2       |
| Quimbaya              | 213        | 6.122              | 13         | 0,50        | 167,6      |
| Salento               | 190        | 9.550              | 12         | 0,78        | 153,5      |

Fuente: CYDEP SAS, 2019, a partir de información secundaria

#### 4.2.2 RSO generados en plazas de mercado

La consultoría estuvo recopilando información sobre la generación de residuos orgánicos provenientes de plazas de mercado en los municipios, encontrando que en los municipios cordilleranos (Buenavista, Córdoba, Génova y Pijao), Filandia y Salento no se cuenta con plazas de mercado por lo que las actividades de comercialización de los productos provenientes del campo los manejan pequeños establecimientos y algunas tiendas de frutas y verduras.

Los municipios medianos y más grandes como Calarcá, Circasia, La Tebaida, Quimbaya, Montenegro y Armenia tienen plazas de mercado donde se centra la actividad de abastecimiento de productos agrícolas provenientes de la región del Quindío e incluso de productos venidos de otras regiones del país.

#### **Plazas de mercado en Armenia**

Armenia cuenta con una central de abastos denominada MERCAR y plazas minoristas, siendo las principales la de San José y la del CAM.

<sup>15</sup> Consolidado mensual de residuos municipio de Armenia 2016 - SIGRO. Sistema Integrado para la Gestión de Residuos Orgánicos – Empresas Públicas de Armenia E.S.P. EPA diciembre 2016. y PGIRS 2G.

En MERCAR los residuos orgánicos se acopian en dos (2) contenedores que son evacuados diariamente por la Empresa Pública de Aseo EPA con destino al relleno sanitario Andalucía en Montenegro en aproximadamente 9 toneladas diarias. Se tienen contenedores exclusivos para los orgánicos donde la Fundación ECOGREEN aprovecha algunos de los orgánicos limpios para un proyecto de compostaje en un terreno de propiedad de EPA, aledaño a la central de abastos MERCAR denominado el Tesorito.

**Fotografía 4-1 Grandes generadores de residuos orgánicos - Armenia**



Fuente: CYDEP SAS, 2019

La plaza minorista de San José deposita los residuos orgánicos todos los días en un contenedor que retira la empresa de aseo EPA, tres veces por semana. Los orgánicos se depositan mezclados con el resto de los residuos en un cuarto que es abierto y donde algunos recicladores separan los inorgánicos que les puede servir para el aprovechamiento; el resto es llevado al relleno sanitario.

La plaza minorista del CAM conocida como Plaza de la Quindianidad es un mercado abierto e informal ubicado en el parque centenario frente a la alcaldía donde vendedores ambulantes instalaron toldillos para la venta de frutas y verduras.

Diariamente generan alrededor de 2 canecas de 55 galones con residuos orgánicos que tampoco se consideran limpios dado que el público aprovecha las canecas para depositar otra clase de residuos.

**Fotografía 4-2 Depósito de residuos orgánicos plazas de mercado -Armenia**



Fuente: CYDEP SAS, 2019

La plaza no tiene programa de separación en la fuente y los orgánicos son llevados a los contenedores mezclados con otros residuos.

### **Plaza de mercado Calarcá**

La plaza de mercado de Calarcá cuenta con un Shut de residuos sólidos de 5 m x 5 m = 25 m<sup>2</sup> para el almacenamiento de sus residuos sólidos. Este shut es un cuarto independiente de la plaza de mercado, pero ubicado en la parte posterior de la misma. Se encuentra enchapado, con buena iluminación y aireación. Cuenta con 7 canecas de 55 galones y una de 30 galones.

Los comerciantes de la plaza de mercado que corresponden a 148 locales, de los cuales 18 son fruver y 12 son restaurantes, entregan a diario los residuos sólidos en bolsas y estopas que son almacenadas en canecas de 55 galones mientras se recoge por Multipropósito de Calarcá S.A. ESP los residuos sólidos en la frecuencia de recolección que es de 3 veces a la semana.

Fotografía 4-3 Depósito de residuos plaza de mercado - Calarcá



Fuente: CYDEP SAS, 2018

Los residuos orgánicos de la plaza de mercado y fruver son depositados mezclados con los demás residuos y no tienen programa de separación aduciendo que no hay ruta de recolección selectiva.

### **Plaza de mercado Circasia**

La plaza de mercado de Circasia hace entrega de los residuos orgánicos mezclado con otros residuos inservibles al vehículo recolector que pasa todos los días frente a la plaza.

Aunque no siempre se saca la misma cantidad, el promedio se determina por los recipientes que se tienen previstos para ello que son 1 caneca de 55 galones, 1 de 30 galones, 3 de 60 litros y 5 cuñetes de 30 litros durante 7 días.

Fotografía 4-4 Depósito de residuos plaza de mercado - Circasia



Fuente: CYDEP SAS, 2018

### **Plaza de mercado La Tebaida**

En La Tebaida se cuenta con una plaza de mercado que atiende al público todos los días e igualmente el vehículo recolector pasa todos los días a recoger los residuos sólidos de la plaza.

La plaza tiene un programa de separación de residuos y los orgánicos son separados para facilitar el reciclaje del papel, cartón y plásticos, aunque son mezclados con el resto de los residuos para llevarlos al relleno sanitario.

Todos los días sacan en promedio cuatro (4) canecas de 30 litros, 1 caneca de 35 galones, 1 caneca de 40 litros y 2 cestas de 0,6 x 0,4 x 0,4 durante los 7 días de la semana.

**Fotografía 4-5 Depósito residuos plaza de mercado La Tebaida**



Fuente: CYDEP SAS, 2019

### **Plaza de mercado Montenegro**

La plaza de mercado de Montenegro entrega al vehículo recolector diariamente alrededor de 3 canecas de 55 galones durante los 6 días de la semana.

La plaza no tiene programa de separación de residuos y los orgánicos son mezclados con el resto de los residuos para llevarlos al relleno sanitario, aunque los recicladores separan principalmente el cartón y los plásticos de alta densidad.

**Fotografía 4-6 Depósito de residuos plaza de mercado - Montenegro**





Fuente: CYDEP SAS, 2019

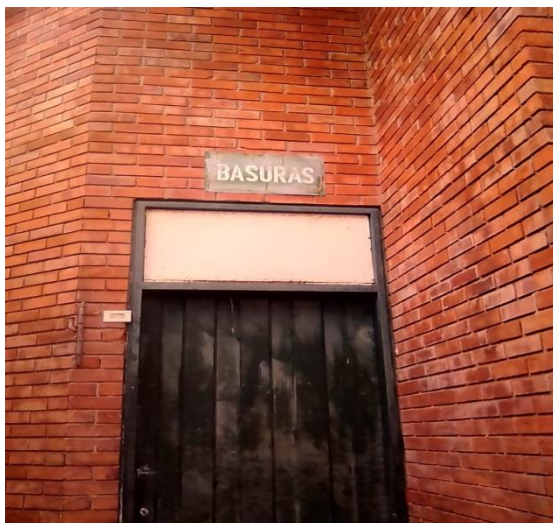
### **Plaza de mercado Quimbaya**

La plaza de mercado de Quimbaya cuenta con una galería donde se comercializan toda clase de productos agrícolas incluidos los granos y alimentos procesados y otras mercancías.

La plaza cuenta con un depósito para los residuos sólidos que se utiliza principalmente para almacenar el reciclaje de cartón, papel, plástico y vidrio que recogen los recicladores.

Los residuos orgánicos separados son sacados directamente a la acera del frente por los propietarios de los puestos de frutas y verduras todos los días y aunque saben que el vehículo recolector lleva para el relleno sanitario igual siguen sacando en forma separada los orgánicos.

### **Fotografía 4-7 Grandes generadores de residuos orgánicos - Quimbaya**







Fuente: CYDEP SAS, 2019

El promedio diario de los residuos es de 5 canecas de 30 litros y 1 caneca de 55 galones más 2 cestas de 0,6 x 0,4 x 0,4 que sacan los diferentes locales de la plaza durante los 7 días.

#### 4.2.3 Proyección de cantidades a aprovechar

Los residuos generados en plazas de mercado y fruver, al igual que los de viviendas y otros establecimientos deben ser objeto de separación en la fuente, proceso que da resultados progresivamente. Para el efecto se suponen los siguientes índices de efectividad:

**Tabla 4-3 Metas de recolección de plazas, fruver corte y poda y domiciliarios de municipios pequeños**

| MUN.           | 2021 | 2022 | 2023 |
|----------------|------|------|------|
| <b>Armenia</b> | 33%  | 66%  | 90%  |
| Buenavista     | 33%  | 66%  | 90%  |
| Calarcá        | 33%  | 66%  | 90%  |
| Circasia       | 33%  | 66%  | 90%  |
| Córdoba        | 33%  | 66%  | 90%  |
| Filandia       | 33%  | 66%  | 90%  |
| Génova         | 33%  | 66%  | 90%  |
| La Tebaida     | 33%  | 66%  | 90%  |
| Montenegro     | 33%  | 66%  | 90%  |
| Pijao          | 33%  | 66%  | 90%  |
| Quimbaya       | 33%  | 66%  | 90%  |
| Salento        | 33%  | 66%  | 90%  |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

**Tabla 4-4 Metas de recolección selectiva para usuarios domiciliarios que ingresan a mediano plazo**

| MUN.           | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2031 |
|----------------|------|------|------|------|------|
| <b>Armenia</b> | 4%   | 8%   | 12%  | 17%  | 33%  |
| Buenavista     | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  |
| Calarcá        | 8%   | 17%  | 25%  | 33%  | 50%  |
| Circasia       | 8%   | 17%  | 25%  | 33%  | 50%  |
| Córdoba        | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  |

| MUN.       | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2031 |
|------------|------|------|------|------|------|
| Filandia   | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  |
| Génova     | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  |
| La Tebaida | 8%   | 17%  | 25%  | 33%  | 50%  |
| Montenegro | 8%   | 17%  | 25%  | 33%  | 50%  |
| Pijao      | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  |
| Quimbaya   | 8%   | 17%  | 25%  | 33%  | 50%  |
| Salento    | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  | 90%  |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

La siguiente tabla muestra los resultados del ejercicio (Ver anexo N° 9):

**Tabla 4-5 Proyección de RSO a llevar a las plantas**

| MUNICIPIO    | 2018          | 2019          | 2020          | 2023          | 2024          | 2031          |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Armenia      | 22.183        | 22.295        | 22.406        | 22.772        | 22.896        | 23.778        |
| Buenavista   | 224           | 224           | 224           | 222           | 222           | 219           |
| Calarcá      | 6.504         | 6.543         | 6.581         | 6.699         | 6.739         | 7.024         |
| Circasia     | 2.725         | 2.755         | 2.787         | 2.883         | 2.916         | 3.157         |
| Córdoba      | 740           | 741           | 740           | 741           | 741           | 741           |
| Filandia     | 674           | 691           | 765           | 1.026         | 1.118         | 1.448         |
| Génova       | 646           | 639           | 633           | 600           | 589           | 519           |
| La Tebaida   | 5.582         | 5.723         | 5.868         | 6.332         | 6.495         | 7.758         |
| Montenegro   | 4.620         | 4.639         | 4.656         | 4.723         | 4.745         | 4.906         |
| Pijao        | 372           | 369           | 367           | 363           | 361           | 351           |
| Quimbaya     | 3.047         | 3.059         | 3.070         | 3.125         | 3.143         | 3.276         |
| Salento      | 613           | 651           | 747           | 971           | 1.024         | 1.236         |
| <b>Total</b> | <b>47.930</b> | <b>48.329</b> | <b>48.844</b> | <b>50.457</b> | <b>50.989</b> | <b>54.412</b> |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

Finalmente, las cantidades de subproducto (compost) a vender consideran la pérdida de humedad durante el proceso y un índice de rechazos que decrece gradualmente, de 10% (plazas, fruver) o 12% (ruta domiciliaria) en el primer año a 6% en el año 12:

**Tabla 4-6 Proyección de compost para la venta**

| MUNICIPIO    | 2021         | 2022         | 2023         | 2024         | 2025          | 2031          |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| Armenia      | 587          | 1.181        | 1.619        | 2.498        | 3.386         | 8.918         |
| Buenavista   | 74           | 147          | 200          | 200          | 199           | 197           |
| Calarcá      | 212          | 426          | 584          | 1.095        | 1.612         | 3.784         |
| Circasia     | 94           | 190          | 262          | 483          | 710           | 1.706         |
| Córdoba      | 244          | 489          | 666          | 667          | 667           | 667           |
| Filandia     | 280          | 621          | 923          | 1.006        | 1.066         | 1.303         |
| Génova       | 205          | 403          | 540          | 530          | 520           | 467           |
| La Tebaida   | 122          | 250          | 350          | 867          | 1.410         | 4.069         |
| Montenegro   | 25           | 50           | 68           | 458          | 851           | 2.484         |
| Pijao        | 121          | 240          | 326          | 325          | 324           | 316           |
| Quimbaya     | 80           | 160          | 220          | 462          | 708           | 1.740         |
| Salento      | 280          | 608          | 874          | 922          | 953           | 1.113         |
| <b>Total</b> | <b>2.323</b> | <b>4.765</b> | <b>6.633</b> | <b>9.512</b> | <b>12.406</b> | <b>26.764</b> |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

### 4.3 Alternativa 1 orgánicos

La alternativa No. 1 de Orgánicos contempla la participación de los 12 municipios para llevar sus residuos orgánicos seleccionados en fuente a una planta de aprovechamiento mediante la técnica de tratamiento biológico en el municipio de Armenia o Calarcá, transformarlo en compost, lograr certificación ICA y buscar alternativas de mercado; para ello se propone:

1. Adquisición de terreno en zona permitida por el Plan de Ordenamiento Territorial, diseño y construcción de la PARSO regional en Armenia o Calarcá.
2. Llevar a la PARSO los residuos provenientes de la poda de árboles y corte de césped.
3. Llevar a las PARSO los residuos orgánicos limpios procedente de plazas de mercado y bodegas o almacenes surtidores de frutas y verduras (fruver).
4. Organizar separación en la fuente de los residuos orgánicos limpios e implementar progresivamente rutas selectivas.

Una de las posibilidades que se tienen en predios visualizados por la EPA, corresponde a zonas de Circasia y Armenia como lo relacionan en el estudio de factibilidad técnica y financiera para la recolección, transformación, empaque y comercialización del material de aprovechamiento de residuos orgánicos<sup>16</sup>, como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 4-7 Posibles predios para ubicación de PARSO Alternativa 1**

| PREDIO                      | NO IDENTIFICACIÓN   | MATRÍCULA INMOBILIARIA | UBICACIÓN   | ÁREA (M2) |
|-----------------------------|---------------------|------------------------|---|-----------|
| Lote 2 La Floresta San Juan | 01-07-033-7000-8000 | 280-170308             | La Floresta Lote 2 Vía Circasia   | 6.364     |
| Lote 6 San Pedro            | 01-01-1463000-7000  | 280-62029              | San Pedro vía El Caimo  | 6.750     |
| Lote 1 Hojas Anchas         | 00-02-0004-0136-000 | 280-41857              | Vereda Hojas Anchas enseguida de la Sub Estación Eléctrica de la CHEC, Circasia | 47.121    |

Fuente: EPA ESP, en estudio de factibilidad para aprovechamiento de orgánicos, 2016

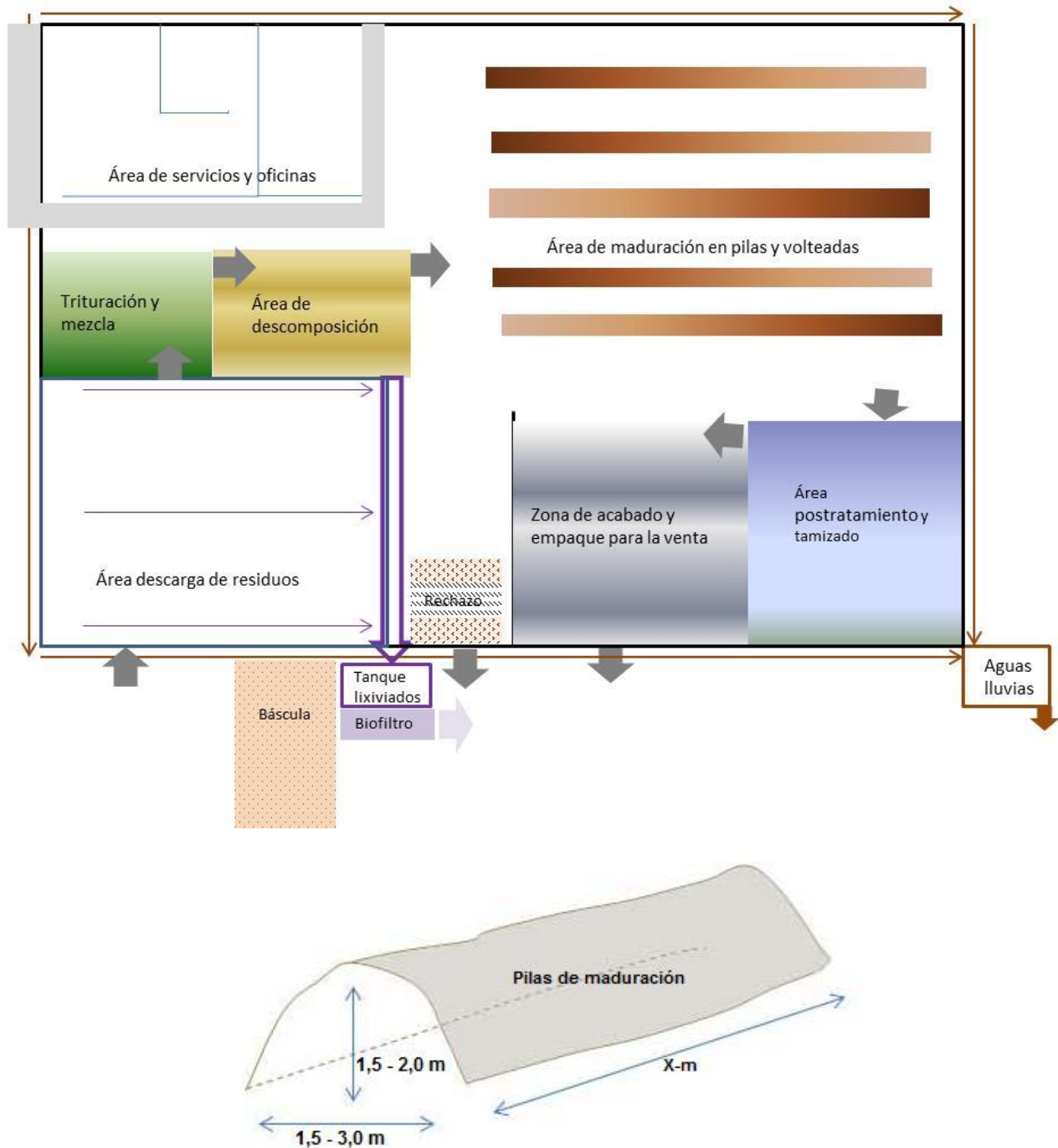
#### 4.3.1 Aspectos técnicos

#### Esquema de una PARSO

En la Figura 4.4 se presenta el esquema de una planta de aprovechamiento mediante la técnica de tratamiento biológico de residuos sólidos orgánicos PARSO.

<sup>16</sup> SIGRO- Sistema Integrado para la Gestión de Residuos Orgánicos Empresas Públicas de Armenia E.S.P– EPA, diciembre 2016.

Figura 4-4 Esquema tipo de una PARSO de tamaño mediano a grande



Fuente: CYDEP SAS, 2019

La PARSO regional contempla realizar volteo y aireación mecánica mediante volteadora y tractor, mientras que las PARSO subregionales el volteo y aireación se realiza con el cargador o de forma manual mediante la utilización de palas.

Para la construcción y puesta en funcionamiento una PARSO de carácter regional o subregional se requiere:

- Adquisición de Terreno de por lo menos 10.000 m<sup>2</sup> en zona permitida por el Plan de Ordenamiento Territorial.

- Diseño y construcción de la planta (incluida las licencias de construcción)
- Equipamiento para funcionamiento de la planta (picadoras, aireadoras, volteadoras y herramientas de trabajo)

Presupuestar recursos para:

- Nómina de operarios
- Gastos de servicios públicos.
- Nómina de administración de la planta.
- Costos de permisos ambientales.
- Costos de estudios y certificación del producto (ICA).
- Determinar costos por tonelada de abono producido.
- Costos de tratamiento de lixiviados.

Determinar ingresos provenientes de:

- Tarifa de recepción de material orgánico (\$/t).
- Recursos provenientes de la venta de abono orgánico.
- Recursos provenientes de ayudas externas (Gobierno departamental, nacional, ONGs) que se vinculen al proyecto.

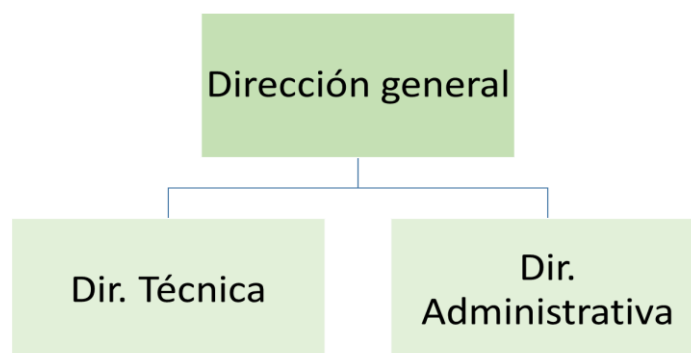
#### 4.3.2 Aspectos administrativos y organizaciones

El estudio administrativo en el presente informe contiene dos aspectos a saber:

1. Estructura organizacional y Personal requerido
2. Aspectos de seguridad industrial - Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, SG–SST

La estructura general de ambas alternativas es la misma, solo difieren en el número de personas en cada planta.

**Figura 4-5 Estructura organizacional PARSO**



Fuente: CYDEP SAS, 2019

**Tabla 4-8 Personal requerido Alternativa 1 Orgánicos**

| CARGO           | CANTIDAD  |
|-----------------|-----------|
| Director PARSO  | 1         |
| Administración  | 1         |
| Asesor HSE      | 1         |
| Obreros         | 7         |
| Operario Equipo | 2         |
| <b>TOTAL</b>    | <b>12</b> |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

El segundo punto “Aspectos de seguridad industrial – SG SST”, se desarrolla en el numeral 7 de este documento, dada su extensión al incluir, entre otros aspectos, el marco legal aplicable a este tema, metodología de riesgos, matriz de riesgo, medidas de mitigación y control para el manejo de residuos y las dotaciones y elemento de protección personal

#### 4.3.3 Inversión y Costos para alternativa 1

Para la puesta en marcha y funcionamiento de la PARSO se requiere la siguiente inversión inicial y costos de administración, operación y mantenimiento, CAOM:

**Tabla 4-9 Inversión inicial para alternativa 1 RSO**

| CONCEPTO                       | MILES \$            |
|--------------------------------|---------------------|
| Planta                         | \$ 2.721.000        |
| Muebles y enseres              | \$ 9.640            |
| Maquinaria y equipo            | \$ 486.960          |
| Herramientas                   | \$ 25.150           |
| Intangibles                    | \$ 27.300           |
| <b>Total Inversión Inicial</b> | <b>\$ 3.270.050</b> |
| <b>Reposición AÑO 6</b>        | <b>\$ 76.730</b>    |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

**Tabla 4-10 CAOM alternativa 1 RSO**

| ITEM | CONCEPTO                  | MILES \$ /AÑO  |
|------|---------------------------|----------------|
| 1    | Operación y mantenimiento | 30.360         |
| 2    | Personal                  | 204.960        |
| 3    | Varios                    | 11.370         |
|      | <b>Total CAOM</b>         | <b>246.690</b> |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

El detalle de las inversiones y costos se puede consultar en el anexo N° 10 del presente documento.

#### 4.4 Alternativa 2 orgánicos

La alternativa No. 2 de orgánicos plantea la construcción y puesta en funcionamiento de tres (3) PARSO subregionales ubicadas en Pijao, Calarcá y Montenegro, así:

1. La PARSO de Calarcá, recibe los residuos de los municipios de Armenia, La Tebaida y Calarcá.
2. La PARSO de Montenegro, recibe los residuos de los municipios de Quimbaya, Circasia, Filandia, Salento y Montenegro.
3. La PARSO de Pijao integra los municipios de Génova, Buenavista, Córdoba y Pijao

Cada Subregión es independiente y contempla la asociación de sus municipios para organizar plantas de aprovechamiento mediante la técnica de tratamiento biológico de residuos orgánicos, transformarlos en compost, lograr certificación ICA y buscar alternativas de mercado.

Para cada PARSO se requiere la adquisición de terreno de por lo menos 1.000 m<sup>2</sup> cada uno, en zona permitida por el Plan de Ordenamiento Territorial para el diseño y construcción en los municipios antes indicados.

#### 4.4.1 Aspectos técnicos

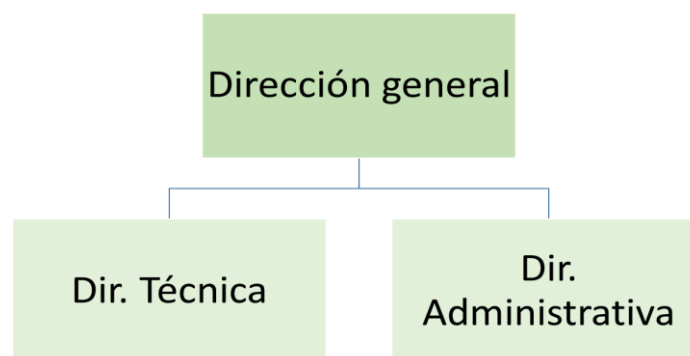
Los procesos de selección de los residuos, el recurso humano y económico son similares a la alternativa No. 1 de orgánicos, pero dimensionados de acuerdo con el tamaño de la subregión, según la proyección de cantidades esperadas en el corto, mediano y largo plazo.

#### 4.4.2 Aspectos administrativos y organizacionales

Al igual que para la alternativa 1, el estudio administrativo consta de dos aspectos, de los cuales en esta sección se desarrolla el primero: Estructura organizacional y Personal requerido.

La estructura general de ambas alternativas es la misma, solo difieren en el número de personas en cada planta.

**Figura 4-6 Estructura organizacional PARSO**



Fuente: CYDEP SAS, 2019

**Tabla 4-11 Personal requerido Alternativa 2 Orgánicos**

| CARGO           | CALARCÁ   | MONTENEGRO | PIJAO    | TOTAL     |
|-----------------|-----------|------------|----------|-----------|
| Director PARSO  | 1         | 1          | 1        | 3         |
| Administración  | 1         |            |          | 1         |
| Asesor HSE      | 1         |            |          | 1         |
| Obreros         | 6         | 5          | 3        | 14        |
| Operario Equipo | 2         |            |          | 2         |
| <b>TOTAL</b>    | <b>11</b> | <b>6</b>   | <b>4</b> | <b>21</b> |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

El segundo punto “*Aspectos de seguridad industrial – SG SST*”, se desarrolla en el numeral 7 de este documento, dada su extensión al incluir, entre otros aspectos, el marco legal aplicable a este tema, metodología de riesgos, matriz de riesgo, medidas de mitigación y control para el manejo de residuos y las dotaciones y elemento de protección personal.

#### 4.4.3 Inversión y Costos para alternativa 2

Para la puesta en marcha y funcionamiento de cada PARSO se requiere la siguiente inversión inicial y costos de administración, operación y mantenimiento, CAOM:

**Tabla 4-12 Inversión inicial para alternativa 2 RSO (Miles \$)**

| CONCEPTO                | PARSO CALARCÁ | PARSO MONTENEGRO | PARSO PIJAO |
|-------------------------|---------------|------------------|-------------|
| Planta                  | \$ 2.061.000  | \$ 931.000       | \$ 481.000  |
| Muebles y enseres       | \$ 9.640      | \$ 7.295         | \$ 7.295    |
| Maquinaria y equipo     | \$ 486.960    | \$ 239.580       | \$ 27.580   |
| Herramientas            | \$ 25.150     | \$ 12.700        | \$ 12.700   |
| Intangibles             | \$ 27.300     | \$ 23.300        | \$ 23.300   |
| Total Inversión Inicial | \$ 2.610.050  | \$ 1.213.875     | \$ 551.875  |
| Reposición AÑO 6        | \$ 76.730     | \$ 44.490        | \$ 44.490   |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

**Tabla 4-13 CAOM alternativa 2 RSO**

| CONCEPTO                  | PARSO CALARCÁ  | PARSO MONTENEGRO | PARSO PIJAO   |
|---------------------------|----------------|------------------|---------------|
| Operación y mantenimiento | 30.360         | 17.520           | 6.840         |
| Personal                  | 189.600        | 106.800          | 76.080        |
| Varios                    | 10.920         | 1.830            | 1.830         |
| <b>Total CAOM</b>         | <b>230.880</b> | <b>126.150</b>   | <b>84.750</b> |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

El detalle de las inversiones y costos se puede consultar en el anexo N° 10 del presente documento.



## 4.5 Estudio Económico Fase Operacional

### 4.5.1 Conceptos Constitutivos de Ingreso

Los ingresos en las alternativas de orgánicos se constituyen por el cobro de los residuos al recibirlos en una planta de tratamiento aplicando los valores unitarios establecidos en la Resolución 853 de 2018.

De conformidad con lo establecido en el artículo 155 de la resolución CRA 853 de 2018, pueden emplearse alternativas a la disposición final y estas serán reconocidas en la tarifa a los usuarios del servicio público de aseo teniendo en cuenta que dicho costo no supere el valor que se paga por la disposición final de los residuos.

En esta misma norma se estableció en el artículo 156 el costo del tratamiento para residuos orgánicos que se reciban en la planta de tratamiento, teniendo presente que se supone existe separación en la fuente en cada municipio de origen y báscula de pesaje para los residuos así:

**ARTÍCULO 156. Costo de Tratamiento ( $CT_z$ ).** El costo de tratamiento por tonelada para las APSz de hasta 5.000 suscriptores, que lleven sus residuos a un sistema de tratamiento que reciba hasta un promedio mensual de 300 toneladas de residuos sólidos, será como máximo el valor que se establece en la siguiente función (pesos de julio de 2018/tonelada):

$$CT_z = \min \left\{ \left( 80.248 + \frac{2.152.111}{\overline{QR\bar{O}}} \right); 146.307 \right\}$$

Donde:

$CT_z$ : Costo máximo a reconocer por tonelada, por vida útil de 30 años, en la planta de tratamiento (pesos de julio de 2018/tonelada).

$\min ( )$ : Función que exige escoger el menor de los dos valores separados por punto y coma.

$\overline{QR\bar{O}}$ : Promedio mensual de residuos orgánicos que se reciben en la planta de tratamiento, de acuerdo con lo definido en el ARTÍCULO 131 de la presente resolución (toneladas/mes).

Si bien esta norma supone que el costo de tratamiento se establece para un sistema que no supere un promedio mensual de 300 toneladas de residuos sólidos, y para municipios que no superen los 5000 suscriptores, debe considerarse que la regulación en esta norma considera en el título séptimo que esta fórmula es aplicable para prestadores regionales que combinen áreas de prestación mayores a 5000 usuarios y con municipios menores a este rango.

La regulación actual no ha desarrollado un valor para plantas de tratamiento mayores a 300 toneladas, sin embargo, es claro que cualquier alternativa a la disposición final de residuos puede trasladarse a la tarifa del usuario desde que su valor no supere el cobro por disposición final que se tiene para los municipios.

En esta resolución también se consideró realizar el descuento del aporte bajo condición al tener en cuenta que estas infraestructuras normalmente pueden ser financiadas por el municipio o por un ente territorial de carácter departamental y por lo tanto se ha considerado lo establecido en el artículo 157 el cual se cita a continuación:

**ARTÍCULO 157. Costo de Tratamiento con Aporte Bajo Condición (CT<sub>z</sub>\_ABC).** Cuando una entidad pública realice aportes bajo condición sobre el valor total o parcial de los activos asociados a la actividad de tratamiento, el CT<sub>z</sub> con aportes bajo condición se define de acuerdo con la siguiente función:

$$CT_{z\_ABC_d} = (1 - \rho_d * fCK_d) * CT_d$$

Donde:

CT<sub>z</sub>\_ABC<sub>d</sub>: Costo de Tratamiento con Aporte Bajo Condición (pesos de julio de 2018/tonelada).

CT<sub>d</sub>: Costo de Tratamiento (pesos de julio de 2018/tonelada).

ρ<sub>d</sub>: Proporción del costo total que corresponde al costo de capital, definido para el CT en el ARTÍCULO 122 de la presente resolución:

| Tipo de Planta | Promedio toneladas/día último año fiscal | % Reducción Costo de Capital ( ρ <sub>d</sub> ) |
|----------------|--|---|
| T1             | ≥ 5,9                                    | 21%   |
| T2             | Desde 1,3 hasta 5,8                      | 23%   |
| T3             | ≤ 1,2                                    | 28%   |

fCK<sub>d</sub>: Fracción del costo de capital aportado bajo condición del CT, el cual se determinará de acuerdo con la siguiente expresión:

$$fCK_d = \frac{VA_{CT\_ABC_d}}{VA_{CT_d}}$$

Donde:

VA<sub>CT</sub>\_ABC<sub>d</sub>: Valor del total de los activos aportados para la actividad de Tratamiento (pesos de julio de 2018).

VA<sub>CT</sub><sub>d</sub>: Valor del total de los costos de la actividad de Tratamiento (pesos de julio de 2018), entiéndase esto como la suma de los activos con que se contaba previamente y los nuevos que le sean aportados.

En consecuencia, la Consultoría comparó los valores establecidos por costo de tratamiento en esta norma con el valor de la disposición final de estos municipios para así tomar un valor válido de referencia con el que se puedan cobrar las toneladas de residuos orgánicos para aprovechamiento que se recibirán en una planta.

**Tabla 4-14 Costos de disposición final y de tratamiento - \$ constantes 2018**

| COMPONENTE - AÑO        | 2021    | 2022    | 2024    | 2026    | 2031    |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| CDF                     | 40.534  | 40.432  | 40.230  | 39.929  | 39.532  |
| CT Alt. 1               | 91.364  | 85.667  | 82.963  | 81.929  | 81.213  |
| CT Alt. 2 Subregional 1 | 108.285 | 94.152  | 86.038  | 83.323  | 81.788  |
| CT Alt. 2 Subregional 2 | 144.893 | 112.926 | 104.738 | 105.270 | 106.625 |
| CT Alt. 2 Subregional 3 | 114.302 | 96.102  | 88.001  | 85.156  | 83.342  |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

El componente de disposición final y tratamiento de residuos sólidos es menor en comparación con los costos de tratamiento en cualquiera de las alternativas y por lo tanto es este el valor que se debe tomar como referencia para poder remunerar la recepción de toneladas de residuos orgánicos para aprovechamiento en una planta regional, en cualquiera de las alternativas.

Asimismo, al considerarse el cálculo del costo del tratamiento incluyendo el aporte bajo condición del 100 % por parte de un ente territorial o un ente departamental, el valor de disposición final sigue siendo menor en cualquiera de las alternativas, como se ilustra a continuación:

**Tabla 4-15 Costos de tratamiento incluyendo aportes bajo condición- \$ constantes 2018**

| CT Y ALTERNATIVAS       | 2021    | 2022   | 2024   | 2026   | 2031   |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| CT Alt 1                | 72.177  | 67.677 | 65.541 | 64.724 | 64.158 |
| CT Alt. 2 Subregional 1 | 83.380  | 72.497 | 67.970 | 65.238 | 64.612 |
| CT Alt. 2 Subregional 2 | 104.323 | 86.953 | 80.648 | 65.825 | 82.101 |
| CT Alt. 2 Subregional 3 | 88.013  | 73.999 | 69.521 | 81.058 | 65.840 |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

Al aplicar el valor de CDF, el cual está expresado en \$/t de 2018, utilizando las toneladas aprovechables que se reciben en cada alternativa, los ingresos que se generan por este cobro de recepción de residuos son los siguientes:

**Tabla 4-16 Ingresos por recepción de residuos orgánicos- \$ constantes 2018**

| INGRESOS CT             | 2021       | 2022        | 2024        | 2026        | 2031          |
|-------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| CT Alt 1 Con Armenia    | 94.171.355 | 192.672.464 | 382.673.881 | 614.828.523 | 1.058.034.400 |
| CT Alt 1 Sin Armenia    | 70.365.701 | 144.922.909 | 282.188.468 | 443.364.278 | 705.510.294   |
| CT Alt. 2 Subregional 1 | 37.335.879 | 75.097.505  | 179.425.268 | 336.211.889 | 662.995.868   |
| CT Alt. 2 Subregional 2 | 16.193.052 | 31.953.743  | 42.424.617  | 41.315.307  | 38.704.490    |
| CT Alt. 2 Subregional 3 | 30.739.031 | 65.862.180  | 134.009.618 | 210.616.085 | 329.968.927   |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

En el cálculo de los ingresos por tratamiento de residuos orgánicos de la alternativa 1, se discrimina la posibilidad de contar o no con las toneladas generadas en el municipio de Armenia dado que este es el mayor productor de residuos y se analiza la viabilidad de la alternativa conociendo el impacto de excluir o incluir los residuos de esta área.

Otro concepto adicional para los ingresos es la venta del material aprovechado o compost el cual se estima en la simulación a un precio de \$350 pesos por kilogramo obteniendo los siguientes resultados, incluyendo el valor de estas ventas y los cobros de tratamiento detallados en la tabla anterior:

**Tabla 4-17 Ingresos por tratamiento de residuos y venta compost - \$ constantes 2018**

| INGRESOS VENTA COMPOST + CT | 2021           | 2022           | 2024           | 2026             | 2031             |
|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| Alt 1 Con Armenia           | \$ 213.704.776 | \$ 437.848.079 | \$ 872.070.128 | \$ 1.405.070.348 | \$ 2.435.057.647 |
| Alt 1 Sin Armenia           | \$ 159.682.171 | \$ 329.337.239 | \$ 643.075.333 | \$ 1.013.222.350 | \$ 1.623.726.257 |
| CT Alt. 2 Subregional 1     | \$ 84.726.991  | \$ 170.659.044 | \$ 408.889.722 | \$ 768.346.520   | \$ 1.525.879.648 |
| CT Alt. 2 Subregional 2     | \$ 36.747.189  | \$ 72.614.866  | \$ 96.680.863  | \$ 94.418.055    | \$ 89.078.072    |
| CT Alt. 2 Subregional 3     | \$ 69.756.644  | \$ 149.671.771 | \$ 305.392.634 | \$ 481.321.872   | \$ 759.420.827   |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

#### 4.5.2 Conceptos Constitutivos de Egreso

Los conceptos constitutivos de egreso son los costos de administración, operación inversión y mantenimiento de cada una de las alternativas con base en la adquisición de equipos y adecuaciones en general de la infraestructura requerida, así como de los costos operativos propiamente de la planta y el transporte en cada

una de las alternativas. En consecuencia, los egresos por AOIM en las alternativas de orgánicos se totalizan de la siguiente manera:

**Tabla 4-18 Costos AOIM alternativa 1**

| AOM                     | 2021          | 2022          | 2024           | 2026           | 2031           |
|-------------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Alt 1 Con Armenia       | \$ 46.197.049 | \$ 94.755.005 | \$ 189.140.929 | \$ 305.411.155 | \$ 532.189.320 |
| Alt 1 Sin Armenia       | \$ 34.518.859 | \$ 71.272.099 | \$ 139.474.868 | \$ 220.237.662 | \$ 354.870.356 |
| CT Alt. 2 Subregional 1 | \$ 37.101.298 | \$ 76.568.919 | \$ 168.841.528 | \$ 294.337.393 | \$ 558.321.611 |
| CT Alt. 2 Subregional 2 | \$ 31.912.031 | \$ 63.395.445 | \$ 85.307.089  | \$ 84.201.723  | \$ 81.587.234  |
| CT Alt. 2 Subregional 3 | \$ 18.729.234 | \$ 39.446.341 | \$ 91.029.304  | \$ 161.773.098 | \$ 275.766.345 |

| INVERSIONES             | 2021              | 2022 | 2024 | 2026           | 2031 |
|-------------------------|-------------------|------|------|----------------|------|
| Alt 1 Con Armenia       | -\$ 3.270.050.000 | \$ - | \$ - | -\$ 76.730.000 | \$ - |
| Alt 1 Sin Armenia       | -\$ 3.270.050.000 | \$ - | \$ - | -\$ 76.730.000 | \$ - |
| CT Alt. 2 Subregional 1 | -\$ 2.610.050.000 | \$ - | \$ - | -\$ 76.730.000 | \$ - |
| CT Alt. 2 Subregional 2 | -\$ 551.875.000   | \$ - | \$ - | -\$ 44.490.000 | \$ - |
| CT Alt. 2 Subregional 3 | -\$ 1.213.875.000 | \$ - | \$ - | -\$ 44.490.000 | \$ - |

Fuente: CYDEP SAS, 2019

#### 4.5.3 Determinación y Valoración de la Estructura Económica

Una vez descritos los elementos constitutivos de ingreso y egreso para cada alternativa, la estructura económica a partir de la cual se elaboran los flujos de caja para evaluar financieramente su viabilidad, es la siguiente:

**Figura 4-7 Estructura económica**



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Esta estructura lleva a que existan dos posibles fuentes de ingreso dependiendo el canal de venta que se utilice para las toneladas efectivamente aprovechadas. En el caso de los egresos, los costos AOIM surgen para realizar la actividad y no dependen del canal de venta.

Para la formulación de las alternativas se consideraron criterios económicos como la posibilidad de generar economías de escala, economías de aglomeración, economías de densidad e integración vertical de las actividades del aprovechamiento.

## **4.6 Estudio Financiero**

El estudio financiero se realiza a partir de la estimación de los flujos de caja netos y su evaluación con el uso de indicadores financieros aplicados a cada una de las alternativas. Ver Anexo N° 11.

### **4.6.1 Descripción de los Indicadores de Evaluación**

#### **4.6.1.1 Valor presente neto VPN**

Es el método más usado para evaluar proyectos de inversión a largo plazo ya que permite determinar si una inversión puede incrementar o reducir el valor de empresa, este caso una ECA regional o subregional.

Si su valor es positivo, significará que el valor de la ECA tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que se reducirá su valor.

#### **4.6.1.2 Tasa Interna de Retorno TIR**

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés o de rentabilidad que genera un proyecto y asimismo mide la rentabilidad de una inversión. Es una herramienta complementaria del Valor Presente Neto.

Este indicador se aplicará a los flujos netos usando una tasa de descuento del 13,92%; su valor no se indicará en el presente estudio cuando no sea matemáticamente posible determinarlo debido a flujos positivos o negativos en todos los periodos analizados.

#### **4.6.1.3 Relación beneficio-costos**

La relación Beneficio-Costo (B/C) compara de forma directa los beneficios y los costos. Se puede calcular periodo a periodo en los flujos de caja del proyecto para conocer su valor unitario en cada periodo, sin embargo, también se calcula hallando la suma de los ingresos o beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costos también descontados a la misma tasa de descuento.

Por lo anterior, cada flujo de cada alternativa considerará este indicador.

#### 4.6.2 Supuestos de Cálculo para las Proyecciones

En relación con el crecimiento de la demanda, éste corresponde a la proyección de cantidades de material que ingresa a las plantas y el material que posteriormente se ofrece como compost; estas cantidades se presentaron previamente en este informe.

La tasa de descuento utilizada en estos cálculos corresponde al valor calculado por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para el servicio público de aseo (13,92% anual).

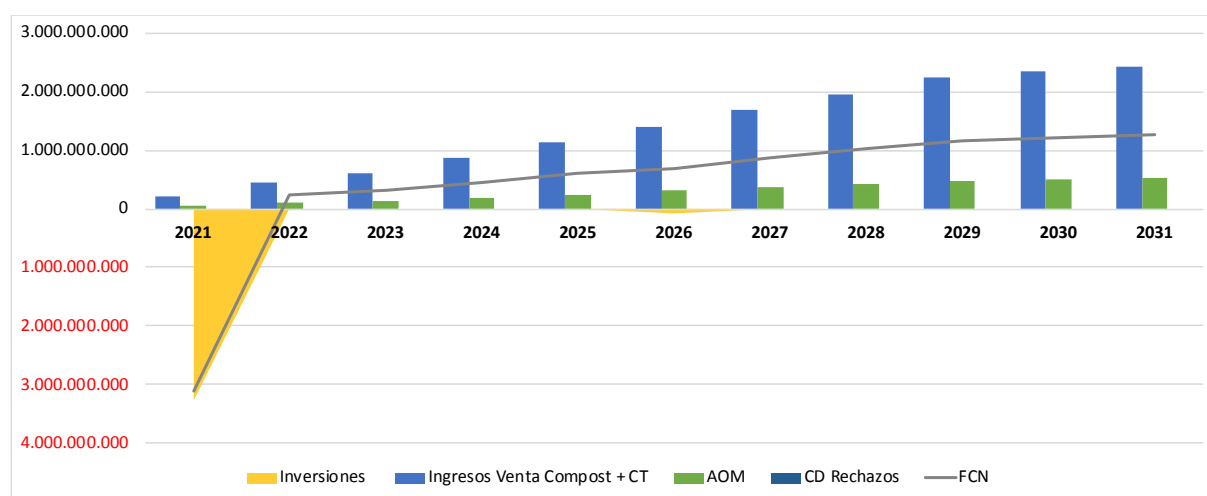
Como se explicó previamente en los conceptos constitutivos de ingreso, el valor del componente CDF es el utilizado para la proyección de los ingresos por tratamiento y este costo de referencia decrece ligeramente a una tasa anual de -0,25%.

Frente a los impuestos, se parte bajo el supuesto que en los periodos en que se generan excedentes, se paga un 33% de renta. En relación con los costos de operación, administración y mantenimiento, su proyección se trabaja a pesos constantes de 2018 con base en los presupuestos entregados; de igual manera los ingresos se proyectan a pesos constantes de este mismo periodo.

#### 4.6.3 Flujo de Caja Alternativa 1

La planta de tratamiento regional de residuos en la alternativa 1 genera un flujo de caja superavitario que se ilustra a continuación:

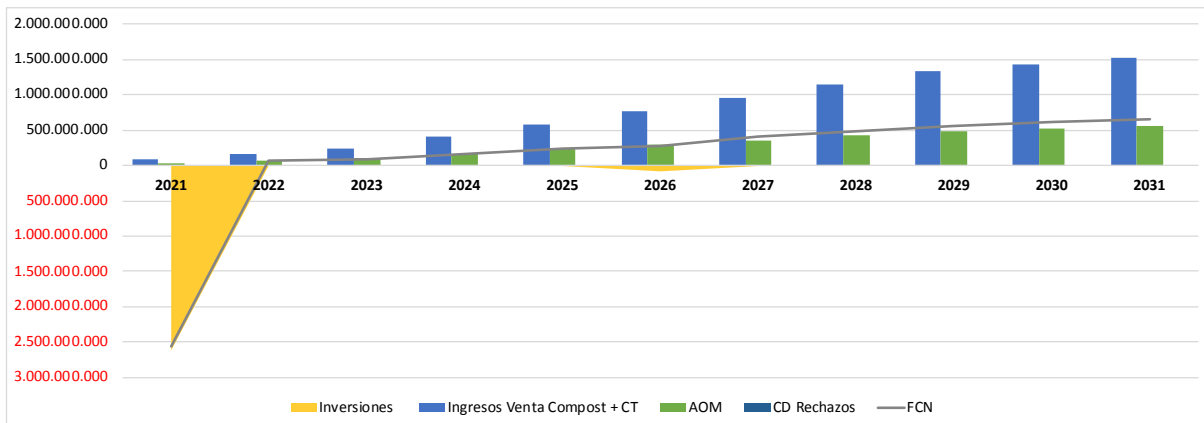
Figura 4-8 Flujo de caja alternativa 1



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

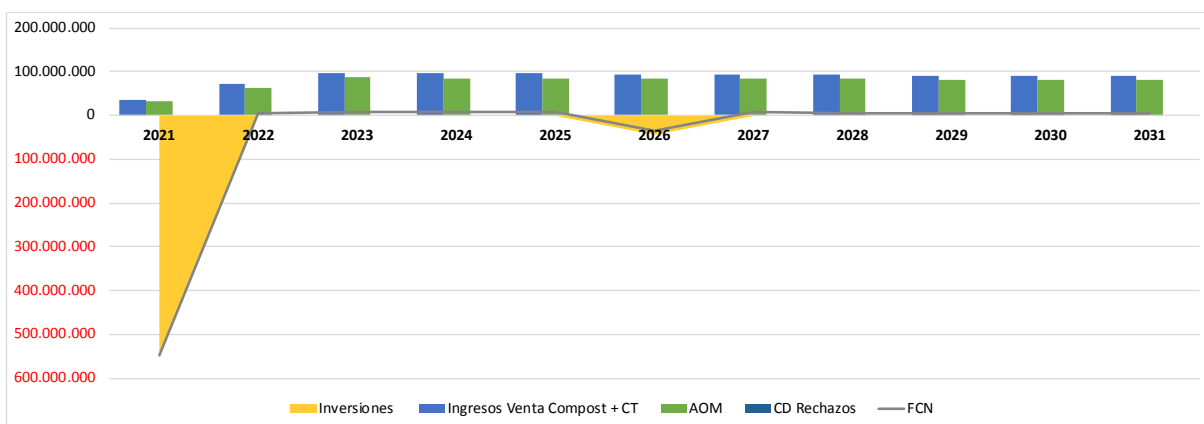
#### 4.6.4 Flujos de Caja Alternativa 2

Figura 4-9 Flujo de caja alternativa 2 Subregional 1



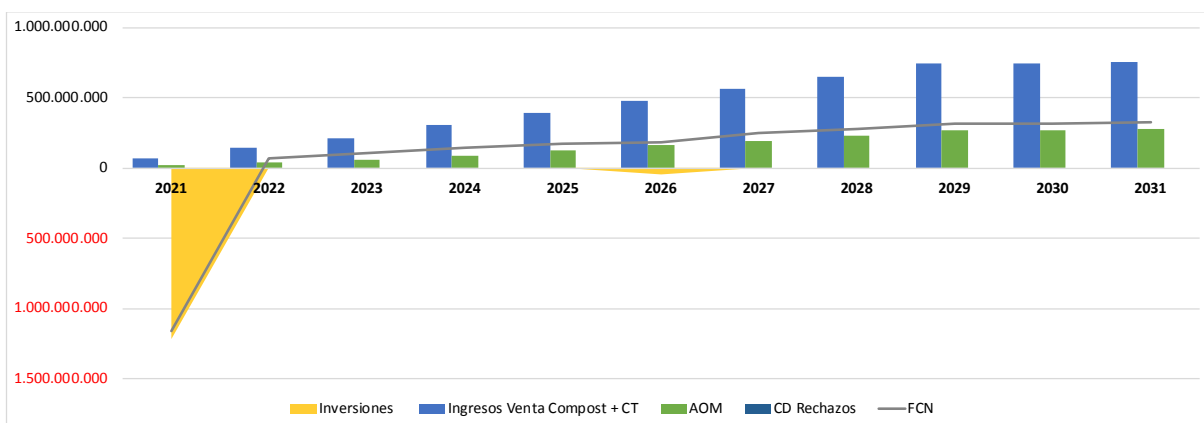
Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Figura 4-10 Flujo de caja alternativa 2 Subregional 2



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Figura 4-11 Flujo de caja alternativa 2 Subregional 3



Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

En resumen, los flujos de caja neto de las alternativas es el siguiente teniendo en cuenta que su valor ya tiene descontado el pago de impuestos de renta:

**Tabla 4-19 Flujos de caja netos alternativas - \$ constantes de 2018**

| ALTERNATIVA          | 2021           | 2022        | 2023        | 2025        | 2026        | 2028          | 2031          |
|----------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| Alt 1 Con Armenia    | -3.102.542.273 | 229.872.360 | 319.526.929 | 595.947.087 | 685.362.560 | 1.021.696.345 | 1.274.921.779 |
| Alt 1 Sin Armenia    | -3.144.886.688 | 172.903.644 | 241.531.138 | 433.305.533 | 479.890.641 | 729.537.565   | 850.133.454   |
| Alt. 2 Subregional 1 | -2.562.424.306 | 63.040.384  | 85.076.027  | 238.497.517 | 266.177.015 | 481.617.705   | 648.263.885   |
| Alt. 2 Subregional 2 | -547.039.842   | 6.177.012   | 8.018.336   | 7.229.341   | -34.273.668 | 6.095.699     | 5.018.861     |
| Alt. 2 Subregional 3 | -1.162.847.590 | 73.851.038  | 106.978.971 | 178.609.560 | 184.289.379 | 281.677.678   | 324.048.503   |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

#### 4.6.5 Evaluación Financiera de las Alternativas

**Tabla 4-20 Indicadores de evaluación financiera alternativas 1 y 2**

| ALTERNATIVA          | VPN          | TIR    |
|----------------------|--------------|--------|
| Alt 1 Con Armenia    | 275.574.265  | 15,81% |
| Alt 1 Sin Armenia    | -619.775.555 | 9,2%   |
| Alt. 2 Subregional 1 | -977.058.377 | 4,6%   |
| Alt. 2 Subregional 2 | -468.225.800 | -32,1% |
| Alt. 2 Subregional 3 | -168.039.221 | 10,5%  |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

La alternativa 1 es la única viable financieramente al obtener un valor presente neto positivo y una tasa interna de retorno apenas superior a la tasa de descuento; las demás alternativas no son viables al evaluar sus flujos de caja neto.

#### 4.6.6 Análisis de Sensibilidad y Riesgos

##### 4.6.6.1 Escenario Optimista

Este escenario supone incrementar el precio de venta del compost a 500 pesos por kilogramo para obtener los siguientes resultados para cada una de las alternativas:

**Tabla 4-21 Indicadores evaluación financiera alternativas 1 y 2 escenario optimista**

| OPTIMISTA            | FCN           | TIR    |
|----------------------|---------------|--------|
| Alt 1 Con Armenia    | 1.252.634.253 | 21,9%  |
| Alt 1 Sin Armenia    | 81.191.809    | 14,5%  |
| Alt. 2 Subregional 1 | -451.216.039  | 10,0%  |
| Alt. 2 Subregional 2 | -389.837.673  | -16,1% |
| Alt. 2 Subregional 3 | 160.286.868   | 16,9%  |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

##### 4.6.6.2 Escenario Pesimista

Este escenario supone un precio de venta del compost de 200 pesos por kilogramo para obtener los siguientes resultados para cada una de las alternativas:



**Tabla 4-22 Indicadores de evaluación financiera alternativas 1 y 2 escenario pesimista**

| PESIMISTA            | VPN            | TIR            |
|----------------------|----------------|----------------|
| Alt 1 Con Armenia    | -701.485.723   | 8,6%           |
| Alt 1 Sin Armenia    | -1.320.742.919 | 2,8%           |
| Alt. 2 Subregional 1 | -1.502.900.715 | -2,6%          |
| Alt. 2 Subregional 2 | -562.666.806   | No determinada |
| Alt. 2 Subregional 3 | -496.365.310   | 2,3%           |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

Para lograr los resultados de un escenario optimista la venta de material debe diferenciarse por su calidad, presentación, obtención de certificados ICA y un buen mercadeo que pueda garantizar que los clientes puedan valorar el producto y pagarlo a \$500/Kg. En las modelaciones, se encontró que la alternativa 1 al vender el producto a \$308/Kg, se obtiene un valor presente neto de cero y una TIR igual a la tasa de descuento de 13,92%, es decir, este precio significa que el proyecto se ejecuta sin ninguna ganancia y sin ninguna pérdida monetaria.

#### 4.6.7 Concepto de Factibilidad y Viabilidad Mejor Alternativa

La alternativa 1 es la recomendada al tener en cuenta los ingresos provenientes de todos los municipios del Departamento y los niveles de rentabilidad que, si bien no son altos, superan el valor de la TIR. Esta alternativa está condicionada a la participación de todos los municipios y especialmente de Armenia con el fin de lograr economías de escala que puedan generar costos más eficientes, mejor aprovechamiento de los recursos a invertir y poder ofrecer un sustituto parcial de la disposición final en el departamento.

### 4.7 Selección de alternativas

#### 4.7.1 Metodología de evaluación

Para la evaluación y selección de alternativas de aprovechamiento mediante la técnica de tratamiento biológico de residuos orgánicos se aplica el mismo modelo de calificación (matriz multicriterio) explicado para las alternativas de MPR en el numeral 3.7.1 Metodología de evaluación.

A continuación, se evalúa cada una de las alternativas propuestas de manera cuantitativa, destacando criterios de selección claves con el fin de obtener la mejor alternativa de acuerdo con el análisis de aspectos técnicos, legales, ambientales, institucionales, financieros y sociales.

#### 4.7.2 Matriz de evaluación

A continuación, se definen los parámetros y criterios de evaluación para las alternativas planteadas.

**Tabla 4-23 Criterios de selección alternativas**

| TIPO           | PARÁMETRO   | FORMA DE CÁLCULO  | UNIDAD                       | CRITERIO |
|----------------|---|---|------------------------------|----------|
| TÉCNICO        | Capacidad y vida útil   | m <sup>3</sup> y años   | N                            | Max      |
| TÉCNICO        | Distancia media del municipio al sitio descargue                    | Menor distancia entre Punto I/Punto F   | Km                           | Min      |
| LEGAL          | Autorizaciones y trámites ambientales                               | # trámites ambientales  | N                            | Min      |
| LEGAL          | Confiabilidad predial   | Requerimientos de saneamiento del predio  | Corto, mediano y largo plazo | Min      |
| LEGAL          | Complejidad jurídica  | Problemas jurídicos en curso  | Presente/ausente             | Min      |
| AMBIENTAL      | Adaptabilidad del proyecto a las condiciones ambientales            | Facilidad de adaptación del proyecto a las condiciones naturales                  | Alto, medio y bajo           | Max      |
| AMBIENTAL      | Gestión ambiental (Sostenibilidad ambiental)                        | Evalúa los requerimientos de gestión ambiental                                    | Alto, medio, bajo            | Min      |
| INSTITUCIONAL  | Capacidad institucional del operador (sostenibilidad institucional) | Evalúa la experticia del operador   | Alto, medio, bajo            | Max      |
| INSTITUCIONAL  | Complejidad del sistema   | # componentes prestados directamente  | N                            | Min      |
| ADMINISTRATIVO | Complejidad de la gestión administrativa                            | # actores involucrados  | N                            | Min      |
| SOCIAL         | Empleos generados en la región                                      | Nº empleos  | N                            | Max      |
| SOCIAL         | Aceptación de la comunidad  | Evalúa el nivel de aceptación del proyecto  | Alto, medio, bajo            | Max      |
| ECONÓMICO      | Adaptación a la política de gestión de residuos                     | Nivel de Regionalización según cantidad de toneladas+ distancia y economía escala | Alto, medio, bajo            | Max      |
| ECONÓMICO      | Costo variable de referencia  |   | /t                           | Min      |
| FINANCIERO     | Inversión inicial   | CAE   |                              | Min      |
| FINANCIERO     | VPN   | VP Ingresos, VP Egresos   | MM                           | Max      |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

### 4.7.3 Resultados

**Tabla 4-24 Aplicación matriz de selección orgánicos**

| PARÁMETRO   | CRITERIO | EVALUACIÓN   | ALT. 1     | ALT. 2     |
|---|----------|--------------|------------|------------|
| Capacidad de las PARSO                                | Max      | Valor        | Sin Límite | Sin límite |
|   |          | Calificación | 3          | 3          |
| Distancia del centro de masas de la región a la PARSO | Min      | Valor        | km         | km         |
|   |          | Calificación | 1          | 3          |
| Autorizaciones y trámites                             | Min      | Valor        | 1          | 3          |
|   |          | Calificación | 3          | 1          |
| Cercanía al mercado (Comercialización)                | Min      | Valor        | 1          | 0          |

| PARÁMETRO                                | CRITERIO | EVALUACIÓN   | ALT. 1           | ALT. 2           |
|--|----------|--------------|------------------|------------------|
|  |          | Calificación | 1                | 3                |
| Impactos sociales negativos              | Min      | Valor        | Alto             | Medio            |
|  |          | Calificación | 1                | 3                |
| Impactos ambientales Negativos           | Min      | Valor        | Alto             | Medio            |
|  |          | Calificación | 3                | 2                |
| Capacidad de negociación                 | Min      | Valor        | Baja             | Media            |
|  |          | Calificación | 1                | 2                |
| Nivel de inversiones                     | Min      | Valor        | -\$2.929.078.867 | -\$3.617.967.982 |
|  |          | Calificación | 3                | 1                |
| Costos de Operación                      | Mín      | Valor        | \$1.293.561.035  | \$1.370.656.534  |
|  |          | Calificación | 3                | 1                |
| Economía de Escala                       | Min      | Valor        | \$9.160.492      | \$14.054.776     |
|  |          | Calificación | 3                | 1                |
| Generación de Empleo directo en la PARSO | Máx      | Valor        | 16               | 28               |
|  |          | Calificación | 2                | 3                |
| TIR                                      |          | Valor        | 15,81%           | n/d              |
|  |          | Calificación | 3                | 1                |
| B/C (VPN)                                | Max      | Valor        | 1,76             | 0,68             |
|  |          | Calificación | 3                | 1                |
| <b>Total</b>                             |          |              | <b>30</b>        | <b>25</b>        |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

De acuerdo con la calificación de alternativas resulta más conveniente para el proyecto desarrollar la alternativa No. 1, esto considerando su carácter regional, su nivel de rentabilidad y viabilidad financiera, su concordancia con la política nacional de regionalización y manejo de residuos aprovechables, y la generación de economías de escala.

## 4.8 Descripción de beneficios e impactos generales

### 4.8.1 Empleos generados

Se generan 16 empleos en la alternativa 1 en una planta regional.

### 4.8.2 Beneficios ambientales generales

Las plantas de tratamiento de residuos orgánicos son una alternativa a la disposición final, debido que su manejo puede generar un efecto de sustitución positivo en suelo. Teniendo en cuenta que la descomposición de estos produce materia orgánica que sería aprovechada para la cadena de nutrientes que requieren las primeras capas de la tierra, por medio del compost.

Adicionalmente, este tratamiento evita que se aumente la mezcla de los residuos orgánicos con otros en el relleno sanitario, a su vez, evita el aumento de gases derivados de su descomposición, pues entrarían en un ciclo permanente de aireación, permitiendo la disminución de contaminantes en el aire de la región.

Al manejar los residuos orgánicos, se fortalece la cadena productiva de los suelos, el paisaje en los sectores en donde tradicionalmente se veían acumulados, y se controla el manejo de lixiviados producto de la descomposición de estos.

### **4.8.3 Otros beneficios generados**

La valoración económica a los residuos tratados se puede ver representada en las condiciones socio ambientales de la comunidad que estaría aportando los residuos separados.

A partir del tratamiento de los residuos por medio del compost, se motiva a que la comunidad en general fortalezca el proceso con tecnología para producir diferentes productos para los suelos deteriorados o estériles de la región. Es decir, se puede convertir en oportunidad de negocio para que la comunidad genere proyectos de pequeña y gran escala en la biorremediación de suelos.

## 5 ASPECTOS REGULATORIOS – MARCO JURÍDICO APLICABLE

En el presente capítulo se cita el marco jurídico aplicable a las alternativas de residuos orgánicos e inorgánicos, en el marco de la regulación aplicable en servicios públicos domiciliarios dado que el aprovechamiento se enmarca como una actividad del servicio público de aseo.

La regulación disponible relacionada con la actividad de aprovechamiento es la siguiente:

- Ley 142 de 1994 – Ley de servicios públicos Domiciliarios
- Decreto 2981 de 2013 – Reglamenta la prestación del servicio de aseo
- Resolución 754 de 2014 – Metodología PGIRS
- Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015 – Compila Decreto 2981 de 2013 – Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio
- Decreto 1784 de 2017, “Por el cual se modifica y adiciona e Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público de aseo”
- Documento CONPES 3874 de 2016 – Política Nacional para la gestión Integral de residuos sólidos
- Decreto 596 de 2016 – Modifica y adiciona al Decreto 1077 de 2015 – Esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y régimen transitorio para la formalización de recicladores de oficio
- Resolución 276 de 2016 - Reglamentaria del Decreto 1077 de 2015 – Lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento
- Resolución CRA 720 de 2015 – Marco tarifario aseo para mayores a 5.000 usuarios
- Circular CRA 001 de 2017 – Aplicación del marco tarifario para mayores a 5.000 usuarios
- Circular conjunta 001 de 2017 CRA/SSPD/MIN – Esquema operativo de la actividad de aprovechamiento y transición para implementarlo
- Resolución CRA 779 de 2016 – Porcentajes de distribución del incremento del componente CCS
- Resolución CRA 788 de 2017 – Porcentajes de provisión a aplicar sobre el recaudo para el fortalecimiento empresarial del aprovechamiento
- Resolución CRA 853 de 2018 –Marco tarifario aseo para menores a 5.000 usuarios

Se considera que el marco normativo actual es suficiente para estructurar ingresos para la actividad de aprovechamiento y para crear mercados regulados del material reciclable, así como también para regular los costos de tratamiento de los residuos orgánicos.

Al analizar la evolución de las normas expedidas que guardan relación directa o indirecta con la actividad de aprovechamiento, se aprecia que desde el año 2015 el servicio público de aseo ha evolucionado en regular esta actividad e incorporarla de

manera más presente y más específica a las actividades que componen este servicio público domiciliario.

El aprovechamiento como actividad independiente persiste hoy en día para muchos actores tanto compradores como vendedores, los cuales únicamente han sido regulados por normas básicas relacionadas con el comercio del material, la inscripción de sociedades en cámaras de comercio y su respectivo reporte de impuestos ante la Dirección de aduanas e impuestos Nacionales - Dian. Con el nuevo marco normativo, es la superintendencia la entidad que más agrupa las funciones de registro y control de la actividad, al ser esta parte del servicio público de aseo, sin embargo, en materia de impuestos y de relaciones comerciales, las otras entidades conservan sus funciones y su competencia en la vigilancia y control de estos temas.

En la formulación de alternativas del presente estudio, se han considerado estos aspectos normativos para tener en cuenta en la formalización de la actividad, la cual implica un registro ante la superintendencia de servicios públicos domiciliarios cumpliendo lo establecido en el Decreto 276 de 2016 y todas sus normas concordantes que han reglamentado esta norma.

Todo lo anterior ha generado una base normativa suficiente para que existan estaciones de clasificación y aprovechamiento ECA regionales que puedan conformarse como una entidad pública o privada autorizada para ejercer la actividad con base en un registro formal que la superintendencia de servicios públicos vigilará.

---

## 6 CANVAS "QUINDÍO BASURA CERO"

La Consultoría presenta un modelo de negocio bajo la metodología CANVAS de conformidad con los alcances acordados y definidos con la Interventoría en reunión del día 23 de octubre de 2018 en la cual se aclararon los alcances de cada aspecto relacionado con el informe 5.

El modelo canvas o business model canvas es una herramienta creada por Alex Osterwalder y es la base de su libro Generación de Modelos de Negocio y en la formulación de las alternativas del presente estudio se presentará un lienzo por cada de las alternativas recomendadas para cada tipo de residuos, orgánicos e inorgánicos.

Este modelo de negocio se divide en 9 módulos en los cuales se pretende resumir el enfoque a considerar para poder tener una estructura de negocio bien planeada y acordé con las necesidades del mercado. La manera de presentar estos 9 módulos se denomina lienzo y en ellos se escribe cada uno de los aspectos a tener en cuenta para las alternativas seleccionadas en el presente estudio.

### ***Análisis para residuos inorgánicos***

La alternativa 1, supone en el contexto del modelo CANVAS, poder definir e identificar aspectos como los clientes, la oferta, la estructura del negocio y la viabilidad económica del proyecto. Estos aspectos ya se han definido previamente en el presente documento, sin embargo, se sintetizan a continuación.

La oferta: Actualmente existen bodegas que reciben el material reciclado o potencialmente reciclable en el Departamento del Quindío, principalmente comercializando en un mercado no regulado, es decir, en un mercado en donde los precios se fijan libremente.

Ante los cambios normativos recientes, previamente explicados en el presente documento, la actividad de aprovechamiento se ha regulado en el contexto de los servicios públicos domiciliarios, estableciendo una manera de remunerar a sus actores con tarifas reguladas que pagan los usuarios del servicio público de aseo. Esta remuneración se otorga a quienes cumplan unos requisitos de formalización y reporte de información y usando una Estación de Clasificación y Aprovechamiento ECA para la entrega y reporte de las toneladas del material aprovechado. En este contexto, la oferta estará conformada por las ECA que se puedan crear, ya que actualmente existe solo una ECA ubicada en la ciudad de Armenia, pero está aún no cubre todo el mercado de la ciudad o del departamento.

Los clientes: Están representados por los usuarios del servicio público de aseo de los doce municipios del Departamento del Quindío a quienes se les recoge el material separado en la fuente. Posteriormente, cuando el material ya ha sido alistado, empacado y procesado para su efectiva recuperación, los clientes son la industria que compra el material según su calidad y volumen.

La estructura: La estructura del negocio consiste en aprovechar los centros de acopio ya construidos en el departamento y que se encuentran disponibles en cada municipio, excepto Armenia, con el fin de agrupar el material para posteriormente transportarlo a la ECA departamental ubicada en el Municipio de Calarcá.

La viabilidad económica del proyecto: Está representada por los indicadores de evaluación financiera, tales como la TIR o el Valor presente Neto, lo cuales fueron descritos y calculados en el numeral 3.6.1 del presente documento.

**Tabla 6-1 Lienzo canvas alternativa residuos orgánicos**

|  |   |   |  |   |
|--|---|---|--|---|
| <b>Problema</b><br>Lograr asocio población recicladora<br>Apoyo de los Entes territoriales a la actividad de aprovechamiento | <b>Solución</b><br>Estrategias para aumentar cantidad y calidad MPR<br>Mejorar las condiciones de trabajo | <b>Proposición de valor</b><br>Evitar uso indebido espacio público<br>Mayor vida útil relleno sanitario | <b>Ventaja especial</b><br>La regionalización<br>Economía de aglomeración<br>Economías de escala | <b>Segmento de clientes</b><br>Población de cada municipio<br>Industria que compra materiales reciclables |
| <b>Estructura de costos</b><br>AOIM<br>Reserva<br>Pagos VBA  | <b>Métrica</b><br>Q Recolectadas por municipio<br>Q Aprovechadas por fracción                             |   | <b>Flujo de ingresos</b><br>Tarifas<br>Ventas material<br>Apalancamiento                         |   |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

En el lienzo se puede apreciar que el problema a resolver se enfoca en lograr asocio con la población recicladora y al mismo tiempo recibir apoyo de los entes territoriales para la actividad de aprovechamiento ofreciendo una solución que permita aumentar la cantidad y calidad del material potencialmente reciclable mejorando las condiciones de trabajo de esta población.

La ventaja especial de la alternativa 1 se sintetiza en poder obtener economías de aglomeración y de escala mediante la regionalización de la actividad en el Departamento, pudiendo segmentar la operación en cada municipio utilizando infraestructura existente como los centros de acopio siendo esto una ventaja competitiva frente a otras alternativas dado que en ellos no es necesario invertir altos recursos dado que solamente se destinan recursos adicionales para la consecución de equipos y adecuaciones necesarias.

La estructura de costos se basa en la discriminación de los costos por administración, operación, inversión, mantenimiento, pago de la reserva establecida en el decreto 296 de 2016 y los pagos propios de la tarifa que reciben quienes reporten el material en la ECA; lo anterior se garantiza con un flujo de ingresos basado en las tarifas reguladas que pagan los usuarios y en la venta de material, aspectos que logran generar apalancamiento a la operación de la ECA.

Con lo anterior se logra un flujo de caja superavitario el cual después de impuestos puede ser repartido a los socios o afiliados de la ECA quienes pueden acceder a esta condición, trabajando en la recolección del material y el reporte de este y así obtener un ingreso por su actividad y la posibilidad de participar activamente en un esquema cooperativo en donde a mayor productividad, se generan mayores ingresos.



En relación con el análisis de riesgos de la alternativa, debe ser claro que el buen desarrollo de ésta depende de la integración regional de los municipios, todos en su conjunto a través de la Gobernación dado que se requiere el acopio de materiales provenientes de los 12 municipios con el fin de generar las economías de escala necesarias para la sostenibilidad de esta, tal y como se demostró en la evaluación financiera realizada.

En este sentido, se ha identificado que la centralización de una ECA Regional que vincule a diferentes organizaciones de recuperadores y trabajo de la mano con los municipios y el Departamento, es la manera más efectiva para compensar, mitigar y controlar la operación de aprovechamiento ya que garantiza condiciones dignas para esta población al dotar las instalaciones con todo el sistema de seguridad industrial, salud ocupacional y medio ambiente requerido para estas actividades, tal y como se describe en el capítulo 7 del presente documento.

De igual manera, debe ser claro que la alternativa estructurada, evaluada y seleccionada bajo un claro modelo administrativo, técnico, económico, social, cultural y ambiental, permite el fomento de la actividad de aprovechamiento con las comunidades vulnerables que se quieran organizar en cualquiera de las formas legales establecidas en la Ley 142 de 1994 y en concordancia con el Decreto 596 de 2016 y la Resolución 276 de 2016 la ser éste el marco normativo imperante que debe guiar la asociatividad y el desarrollo de e la actividad de aprovechamiento.

### ***Análisis para residuos orgánicos***

La alternativa 1, supone en el contexto del modelo CANVAS, poder definir e identificar aspectos como los clientes, la oferta, la estructura del negocio y la viabilidad económica del proyecto. Estos aspectos ya se han definido previamente en el presente documento, sin embargo, se sintetizan a continuación.

**La oferta:** No existen plantas de aprovechamiento mediante la técnica de tratamiento biológico de residuos orgánicos en el Departamento del Quindío.

**Los clientes:** Están representados por los usuarios del servicio público de aseo de los doce municipios del Departamento del Quindío a quienes se les recoge el material separado en la fuente. Posteriormente, cuando el material ya ha sido alistado, empacado y procesado para su efectiva recuperación, los clientes son la agroindustria, fincas, y clientes que requieran abono certificado.

**La estructura:** La estructura del negocio consiste en establecer rutas de separación de residuos orgánicos en cada uno de los municipios del departamento con el fin de transportar los residuos a la planta de tratamiento aprovechando la reciente regulación mediante la cual se estableció un costo de referencia para la actividad de tratamiento, siendo esta un sustituto de la actividad disposición final.

**La viabilidad económica del proyecto:** Está representada por los indicadores de evaluación financiera, tales como la TIR o el Valor presente Neto, lo cuales fueron descritos y calculados en el numeral 4.6.1 del presente documento.

**Tabla 6-2 Lienzo canvas alternativa residuos orgánicos**

|   |  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
| <b>Problema</b><br>Dar sostenibilidad a la actividad<br>Manejo técnico de las plantas<br>Bajos precios por mala calidad<br>Apoyo de los Entes territoriales a la actividad de aprovechamiento | <b>Solución</b><br>Estrategias para aumentar la calidad y certificar el producto<br>Mejorar las condiciones de trabajo | <b>Proposición de valor</b><br>Evitar impactos ambientales de la planta<br>Mayor vida útil relleno sanitario<br>Menor impacto ambiental en el relleno | <b>Ventaja especial</b><br>La regionalización<br>Economías de escala<br>Generar economía circular | <b>Segmento de clientes</b><br>Población de cada municipio<br>Agroindustria y compradores locales |
| <b>Estructura de costos</b><br>AOIM   | <b>Métrica</b><br>Q Recolectadas por municipio<br>Q Aprovechadas por tipo de generador                                 | <b>Flujo de ingresos</b><br>Tarifas<br>Ventas material<br>Apalancamiento  | <b>Canales</b><br>Medios de comunicación masiva<br>Canales directos<br>Redes sociales             |   |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2019

En relación con el análisis de riesgos de la alternativa, también depende de la integración regional de los municipios y con la colaboración activa de las empresas de aseo y la promoción y canales de distribución con la agroindustria del Departamento.

Sigue siendo una necesidad generar economías de escala y más cuando la comercialización del material aprovechado no posee el mismo dinamismo que los residuos inorgánicos. Por esta misma razón, esta alternativa debe poder apreciar como una manera efectiva para compensar, mitiga y controlar la vida útil de los rellenos sanitarios de la región y como un aporte positivo al medio ambiente.

## 7 SISTEMA DE GESTIÓN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO – SG–SST

Teniendo en cuenta los factores de riesgo que intervienen en los centros de acopio de residuos sólidos potencialmente recuperables y las actividades de recolección, cargue y clasificación de este material por parte de los recicladores de oficio, se presenta el componente del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST. De acuerdo con la Resolución 1111 del 2017, del Ministerio del Trabajo, *“Por la cual se definen los estándares mínimos del sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo para empleadores y contratantes”* la Resolución aplica a las organizaciones de economía solidaria y del sector cooperativo, a las agremiaciones u asociaciones que afilian trabajadores independientes al sistema de seguridad social integral, a trabajadores dependientes o independientes, entre otros.

Es de aclarar, que para este producto se identifican en forma general los posibles factores de riesgo que se pueden presentar a nivel locativo y operacional en un centro de acopio o una ECA; considerando que las alternativas propuestas en el componente de aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos parten del manejo de material reciclado en una ECA.

El centro de acopio departamental ubicado en el Municipio de Calarcá actualmente cuenta con instalaciones de infraestructura necesaria y algunos elementos o equipos de operación, sin embargo, no se encuentra en funcionamiento y no cumple todos los requerimientos establecidos por la normatividad para ser un ECA, por lo cual requiere intervenciones locativas. Dada esta condición, se realiza el análisis de riesgos y la valoración de peligros sobre las actividades y tareas previstas para efectuar la operación de aprovechamiento de residuos potencialmente reciclables, sin considerar información detallada como la identificación o razón social de la empresa operadora, número de trabajadores y demás aspectos administrativos que a la fecha no están disponibles.

### 7.1 Referencia legal

La normatividad en Colombia con relación a los temas de integridad y salud de los trabajadores es bastante extensa, dentro de esta normativa se especifican los lineamientos que se deben estructurar antes de identificar, evaluar y seleccionar las alternativas de manejo de riesgos laborales dentro de un SG-SST. La principal fuente normativa se presenta a continuación:

- **Decreto 1443 del 2014:** *“Por medio del cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)”*. Este Decreto le da un giro total al esquema de salud ocupacional en el país, se implementa el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), reconocido anteriormente como el *“Programa de Salud Ocupacional”*. El nuevo SG-SST debe convertirse en la guía de una política a la cual se hace seguimiento y mejora continua según lo menciona el Ministerio del Trabajo.
- **Decreto único 1072 de 2015:** *“Por medio del cual se modifica el Decreto 1443 de 2014, que comprende la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad*

y Salud en el Trabajo (SG-SST)”. En él se define que, a 31 de enero de 2017, todas las empresas deben culminar la totalidad de presentación del sistema.

El nuevo Sistema creado mediante Decreto 1443 de 2014, incorporado en el Decreto único 1072 de 2015, antes conocido como Programa de Salud Ocupacional (Resolución 1016 de 1989), busca identificar los peligros, evaluar y valorar los riesgos y establecer los respectivos controles, mediante la mejora continua del Sistema en las empresas y cumplir con la normatividad en materia de riesgos laborales.

- **Decreto 52 de 2017:** El Ministerio del Trabajo amplió el plazo inicialmente otorgado para cumplir con el Programa de Salud Ocupacional (Resolución 1016 de 1989), por el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST, hasta el 1º de junio de 2017.
- **Resolución No. 1111 de 27 de marzo de 2017:** *“Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para Empleadores y Contratantes”.*
- **GTC 45 del 2012:** Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. Esta guía técnica colombiana proporciona directrices para identificar los peligros y valorar los riesgos de seguridad y salud ocupacional. Las organizaciones podrán ajustar estos lineamientos a sus necesidades, tomando en cuenta su naturaleza, el alcance de sus actividades y los recursos establecidos.

## 7.2 Definiciones

Con el fin de comprender el desarrollo de un análisis de riesgos, se dará claridad a los siguientes conceptos:

**Análisis de riesgo:** *“Proceso para propender la naturaleza del riesgo”* (GTC 45 de 2010).

**Matriz legal:** *“Es la compilación de los requisitos normativos exigibles a la empresa, acorde con las actividades propias o inherentes de su actividad productiva los cuales dan lineamientos normativos y técnicos para el desarrollo del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo”.* Numeral 24, artículo 2 Decreto 1443 de 2014.

**Normas de seguridad:** De acuerdo con la Gestión de Talento Humano (GTH-P-24), se define como *“las reglas que deben seguirse para evitar daños que puedan derivarse de la ejecución de un trabajo. Especifican o determinan detalladamente las instrucciones a seguir en la operación, manipulación de máquinas y herramientas”.*

**Política de seguridad y salud en el trabajo:** *“Es el compromiso de la alta dirección del contratista con el acompañamiento del departamento de seguridad y la salud en el trabajo, divulgado formalmente, lo que define su alcance y su compromiso con la empresa”.* Decreto 1443 de 2014.

**Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo:** *“Es el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua y que incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los*

*riesgos que puedan afectar la seguridad y salud en el trabajo*". (Artículo 1 de la Ley 1562 de 2012 *salud ocupacional*), esto se relaciona con el SISOMA de los TdR, y que actualmente es llamado Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. (SG-SST).

**Valoración del factor de riesgo:** *"Proceso de evaluar el riesgo que surge de un peligro, teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes y de decidir si el riesgo es aceptable o no"*. GTC 45 de 2010.

**Vigilancia de la salud en el trabajo o vigilancia epidemiológica de la salud en el trabajo:** *"Comprende la recopilación, análisis, interpretación y difusión continuada y sistemática de datos a efectos de la prevención. La vigilancia es indispensable para la planificación, ejecución y evaluación de los programas de seguridad y salud en el trabajo, el control de los trastornos y lesiones relacionadas con el trabajo y el ausentismo laboral por enfermedad, así como para la protección y promoción de la salud de los trabajadores"*. Decreto 1443 de 2014.

### 7.3 Presentación de la empresa

La tabla a continuación indica el modelo de ficha de presentación que debe diligenciar el centro de acopio o ECA, con el propósito de suministrar datos básicos de la conformación administrativa de la empresa.

**Tabla 7-1 Identificación del centro de acopio o ECA**

| DATOS BÁSICOS DE LA IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA O ECA |  |
|--|--|
| Nombre de la organización                              |  |
| NIT  |  |
| Dirección  |  |
| Ciudad/Municipio                                       |  |
| Departamento   |  |
| ARL  |  |
| Representante legal                                    |  |
| Clase de riesgo  |  |
| Actividad económica                                    |  |
| Código actividad económica                             |  |
| Número de trabajadores                                 |  |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018.

**Responsabilidad integral:** Será uno de los procesos que aplique el centro de acopio o ECA, para que de manera permanente identifique, evalúe y mitigue los riesgos que puedan presentarse en el desarrollo de su actividad laboral. Debe mitigar los daños o pérdidas sobre sus actividades, su infraestructura, sus trabajadores y su imagen en general, la afectación sobre cualquiera de los frentes de trabajo.

### 7.4 Roles y responsabilidades

La responsabilidad del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST debe estar liderada por el representante legal de la empresa y la dirección interna de las agrupaciones de recicladores de oficio, y son estos representantes

quienes asignen y comuniquen las responsabilidades dentro del SG-SST en todos los niveles jerárquicos.

Adicionalmente, se establecerán responsabilidades individuales, a través de los diferentes grupos de trabajo que integran la ECA o el centro de acopio; sus procedimientos e instructivos evaluarán el seguimiento a la gestión durante las auditorías internas programadas.

En forma semestral se realiza la evaluación de desempeño y se revisa el cumplimiento de estas responsabilidades, definiéndose los apoyos que cada persona puede requerir para su logro.

Se debe nombrar un responsable del SG-SST ante la Gerencia quien debe ejercer las funciones de “*Vigía Ocupacional*” a quien se le entrega la autoridad suficiente y los recursos humanos, técnicos y presupuestales requeridos para lograrlo.

La rendición de cuentas está en los procesos, y va desde los niveles de supervisión hasta llegar a la alta dirección.

## 7.5 Organización

**Responsabilidades de la empresa:** El representante legal, con la aprobación de los asociados (si los hay), es responsable directo de la Salud, Seguridad y bienestar de todos sus colaboradores durante la jornada laboral o en cumplimiento de las tareas designadas; adicionalmente la gerencia debe estar comprometida con el cumplimiento de la normativa vigente y es consciente de las sanciones que acarrea no dar cumplimiento. Por tal razón, es de compromiso organizacional:

- Liderar con autoridad el desarrollo del SG-SST.
- Garantizar que el SG-SST sea considerado como una responsabilidad directa de los dirigentes.
- Comunicar a los miembros de la organización la responsabilidad y obligación de rendir cuentas y la autoridad de las personas que supervisan y evalúan los peligros que tienen relación con el SG-SST.
- Disponer la supervisión para asegurar la protección y seguridad de sus trabajadores.
- Promover la comunicación de todos los miembros de la organización, incluyendo los trabajadores y sus representantes para así cumplir con todos los elementos del SG-SST.
- Cumplir con los lineamientos normativos del SG-SST.
- Establecer y aplicar la política en materia del SG-SST con objetivos medibles.
- Generar disposiciones para identificar y minimizar el riesgo y peligros relacionados con el trabajo, para así promover la salud laboral.
- Establecer programas de Prevención y Promoción de la Salud.
- Adoptar medidas que garanticen la participación de todos los trabajadores en la ejecución de la política de SG-SST.

- 
- Proporcionar todos los recursos para garantizar que el SG-SST pueda llevar a efecto todas las actividades.
  - Desarrollar, examinar y evaluar periódicamente el SG-SST.
  - Promover la participación de todos los miembros de la empresa.

**Prohibiciones de la organización:** La ECA o centro de acopio, debe mantener las prohibiciones establecidas en la Ley, entre las cuales se describen las siguientes:

- Que los trabajadores sean obligados a realizar acciones para lo cual no han sido previamente capacitados.
- Ordenar la realización de actividades o trabajos en los que se adviertan riesgos inminentes de accidentes, cuando no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos.
- Permitir que los servicios de transporte para los trabajadores no sean en vehículos adecuados para este efecto.
- Permitir que el personal se movilice en los vehículos operativos de un municipio a otra en horario nocturno a no ser que se presente alguna situación de emergencia.
- Permitir al trabajador el desempeño de sus labores sin el uso correcto del equipo de protección personal y de la ropa de trabajo dotada por la organización.

**Participación de los trabajadores:** La responsabilidad en la gestión de la prevención de Riesgos Laborales incluye a toda la organización empresarial y en consecuencia, todos los trabajadores deberán asumir el compromiso de incorporar la gestión preventiva en sus actividades, así como aquellos que tienen bajo su responsabilidad grupos de personas o áreas de trabajo.

**Responsabilidades del trabajador/ recicladores de oficio:** Dentro de las instalaciones y en los frentes de trabajo, los trabajadores están directamente involucrados en cada uno de los procesos para la ejecución del SG-SST y tienen las siguientes responsabilidades:

- Cumplir las normas y procedimientos del SG-SST establecidos por la organización.
- Informar a sus superiores o al Coordinador del SG-SST, sobre condiciones y/o actos no permitidos en los lugares de trabajo y presentar sugerencias para su corrección.
- Participar activamente en las charlas y cursos de capacitación del SG-SST a que haya sido invitado.
- Aplicar las leyes y normas de las entidades oficiales relacionadas con los SG-SST.
- Procurar a toda costa el cuidado integral de su salud y la de sus compañeros de trabajo.
- Suministrar información clara, veraz y completa sobre su estado de salud.

- 
- Cumplir las normas, reglamentos e instrucciones del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa.
  - Informar oportunamente al representante legal o contratante acerca de los peligros y riesgos latentes en su sitio de trabajo.
  - Utilizar todos los equipos de seguridad personal y de maniobra, incluida la ropa de trabajo, en la ejecución de sus labores específicas.
  - Participar y contribuir al cumplimiento de los objetivos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST.

**Prohibiciones del trabajador:** Los recicladores de oficio y demás trabajadores de la ECA o centro de acopio, deben mantener las prohibiciones establecidas en la ley, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Efectuar trabajos sin el debido entrenamiento o capacitación previa, para la labor que van a realizar.
- Realizar trabajos en los cuales corra peligro su vida o la de sus compañeros.
- Ingresar a las instalaciones de la empresa o al sitio de trabajo en estado de embriaguez o habiendo ingerido cualquier tóxico o sustancia alucinógena.
- Ingerir bebidas alcohólicas en horario establecido de trabajo.
- Manifestar expresiones de irrespeto a los clientes y ciudadanos en general.
- Fumar o prender fuego en sitios señalados como peligrosos para no causar incendios, explosiones o daños en las instalaciones de la organización.
- Alterar las condiciones de armonía laboral con los compañeros de trabajo.
- Distraer la atención en sus labores con juegos, riñas o discusiones que puedan ocasionar accidentes.
- Alterar, modificar, reparar o accionar máquinas, instalaciones, sistemas eléctricos, etc., sin conocimiento técnico o sin previa autorización superior.
- Modificar o dejar inoperantes mecanismos de protección en maquinarias o instalaciones.
- Dejar de observar las reglamentaciones divulgadas para la prevención de riesgos.
- Realizar cualquier tipo de trabajo sin el uso de los implementos de seguridad personal y de maniobra, y otros requerimientos que garanticen su seguridad que estén definidos en los procedimientos e instructivos internos de la institución.
- Destruir las señales y avisos de seguridad, ubicados en sitios estratégicos de las instalaciones de la empresa, Centro de acopio o ECA.



## 7.6 Metodología utilizada para el panorama de riesgos

El Panorama General de calificación de factores de riesgos, fue realizado de acuerdo con la metodología propuesta en la GTC45 de 2012.

Como ya se mencionó, es de aclarar que para efectos del presente producto se abordará en forma general la identificación de los posibles factores de riesgo que se pueden llegar a presentar a nivel locativo y operacional en los centros de acopio o en la ECA, a su vez, la identificación general de los peligros a los que se exponen las personas recicladoras de oficio; lo anterior por motivos del alcance en información que se tiene respecto al centro de acopio en Calarcá, el cual no se encuentra actualmente en operación y para realizar un estudio específico, se requiere información detallada, incluyendo la operación, maquinaria utilizada, administración y personal laboral del establecimiento, entre otras.

## 7.7 Metodología matriz de riesgos – probabilidad

En función de la frecuencia e intensidad de la exposición, el número de expuestos y la sensibilidad de las personas al factor de riesgo, la falta de procedimientos, falta de controles en la fuente, en el medio y en el trabajador, entre otras, los riesgos se clasifican en:

- **Baja:** El daño ocurre raras veces.
- **Media:** El daño ocurre en algunas ocasiones.
- **Alta:** El daño ocurre siempre.

**Consecuencias:** Se estiman según el potencial de gravedad de las lesiones y se clasifican en:

- **Ligeramente dañino:** Lesiones superficiales, de poca gravedad, usualmente no incapacitantes o con incapacidades menores.
- **Dañino:** Todas las EP (enfermedades profesionales) no mortales, esguinces, torceduras, quemaduras de segundo o tercer grado, golpes severos, fracturas menores (costilla, dedo, mano no dominante, etc.).
- **Extremadamente dañino:** Lesiones graves, EP graves, progresivas y eventualmente mortales, fracturas de huesos grandes o de cráneo o múltiples, trauma craneoencefálico, amputaciones, etc.

### 7.7.1 Matriz de riesgo

Las recomendaciones para la intervención se establecen de acuerdo con el grado de Nivel del Riesgo (ND) identificado en el centro de acopio o ECA. El modelo de matriz se presenta en el (Anexo N° 12 – Matriz del SG-SST).

### 7.7.1.1 Identificación de actividades y tareas comunes en la operación del centro de acopio, ECA o bodega para material aprovechable inorgánico.

La identificación, valoración y el análisis de los posibles factores de riesgo, se puede materializar dentro del SG-SST para organizaciones, bodegas o empresas recicladoras que se encuentren constituidas y operando en las labores respectivas a este tipo de oficio. Para el alcance del presente documento, se deja indicada la calificación de la matriz de riesgo para las actividades y tareas descritas en esta labor de aprovechamiento.

Las actividades y tareas más comunes que se presentan en la labor de clasificación de material potencialmente aprovechable son:

**Tabla 7-2 Actividades y tareas comunes en operación de ECA o centros de acopio**

| ACTIVIDAD            | TAREA  |
|----------------------|--|
| Separación           | Manipulación de residuos.<br>Descargue de Material Potencialmente Reciclable – MPR en el vehículo.<br>Conducción de vehículo automotor hasta el sitio de almacenamiento.<br>Conducción de carretilla hasta el sitio de almacenamiento.<br>Ubicación del MPR en un sitio temporal (ECA, bodega o centro de acopio). |
| Compra               | Conducción de vehículo automotor<br>Manejo de maquinaria<br>Cargue y descargue de MPR en la (ECA o centro de acopio).  |
| Pesaje               | Carga de MPR<br>Realización del pesaje (tanto en el ingreso como en la salida para su posterior comercialización)  |
| Clasificación        | Manipulación de MPR y rechazos.<br>Manejo de maquinaria.<br>Separación clasificada de MPR.<br>Cargue de MPR.<br>Almacenamiento temporal de los MPR.  |
| Molido               | Manipulación de papel y plástico.<br>Cargue de MPR.<br>Operación de molino.<br>Embalaje del material molido.<br>Cargue de MPR hasta su sitio de almacenamiento temporal.<br>Almacenamiento del material molido.  |
| Triturado            | Manipulación del vidrio.<br>Cargue del MPR.<br>Operación de la trituradora de vidrio.<br>Embalaje del material triturado.<br>Cargue de MPR hasta su sitio de almacenamiento temporal.<br>Almacenamiento del material triturado.  |
| Peletizado           | Manipulación del plástico.<br>Cargue del MPR.<br>Operación de peletizadora.<br>Manipulación de escamas de plástico.<br>Embalaje del material peletizado.<br>Cargue de MPR hasta su sitio de almacenamiento temporal.<br>Almacenamiento del material peletizado.  |
| Cortado y enderezado | Manipulación de metal.<br>Cargue del MPR.<br>Operación de figuradora, cortadora y enderezadora.<br>Cargue de MPR hasta su sitio de almacenamiento temporal.  |

| ACTIVIDAD               | TAREA   |
|-------------------------|---|
|                         | Almacenamiento del metal cortado y enderezado   |
| Embalaje                | Operación de empacado o embalaje manual.<br>Empaque en sacos o lonas del MPR organizado.                |
| Almacenamiento temporal | Manejo de maquinaria.<br>Manipulación de cargas pesadas.  |
| Comercialización        | Manejo de maquinaria de cargue.<br>Manipulación de cargas pesadas.<br>Conducción de vehículo automotor. |

Fuente: Basado en (Corredor, 2013).

### 7.7.1.2 Identificación de riesgos y peligros relacionados con la operación del componente de aprovechamiento.

Luego de identificar las actividades y tareas operativas, se realiza la identificación de peligros y valoración de los riesgos a partir de los controles previos que en dicha labor existan, permitiendo conocer los riesgos más significativos según los resultados que se obtengan de los (niveles y aceptabilidad de los riesgos) - basado en la GTC 45 del 2012.

La matriz de identificación de peligros y valoración de los riesgos es una herramienta dinámica en la cual la organización empresarial debe garantizar su actualización permanente.

El proceso de identificación de riesgos debe ser efectuado mediante: observación, encuestas y probabilidades, entre otros. La organización empresarial determina el riesgo y el nivel de riesgo para los peligros psicosociales a través de la aplicación de la matriz.

**Control de cambios:** Antes de introducir cambios en procesos y actividades, se realiza la identificación de peligros y evaluación de riesgos que puedan derivarse de estos y adoptar las medidas de mitigación y control necesarias. Para que la organización empresarial pueda realizar esta identificación, es importante conocer algunos términos como:

- **Riesgo:** Combinación de la probabilidad de que ocurra(n) un(os) evento(s) o exposición(es) peligroso(s), y la severidad de lesión o enfermedad, que puede ser causado por el (los) evento(s) o la(s) exposición(es) (NTC-OHSAS 18001).
- **Riesgo aceptable:** Riesgo que ha sido reducido a un nivel que la organización puede tolerar, respecto a sus obligaciones legales y su propia política en seguridad y salud ocupacional (NTC-OHSAS 18001).
- **Valoración de los riesgos:** Proceso de evaluar el(los) riesgo(s) que surge(n) de un(os) peligro(s), teniendo en cuenta la suficiencia de los controles existentes y de decidir si el(los) riesgo(s) es (son) aceptable(s) o no (NTC-OHSAS 18001).
- **VLP. “Valor Límite Permissible”:** se define como la concentración de un contaminante químico en el aire, por debajo del cual se espera que la mayoría de los trabajadores puedan estar expuestos repetidamente, día tras día, sin sufrir efectos adversos a la salud. En Colombia, los niveles máximos

permisibles se fijan de acuerdo con la tabla de Threshold Limit Values (TLV), establecida por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), a menos que sean fijados por alguna autoridad nacional competente (Resolución 2400 de 1979 del Ministerio del Trabajo y Seguridad Social, art. 154).

- **Riesgo biológico:** El riesgo biológico consiste en la presencia de un organismo, o la sustancia derivada de un organismo, que plantea, sobre todo, una amenaza a la salud humana. Esto puede incluir los residuos sanitarios, muestras de un microorganismo, virus o toxina de una fuente biológica que puede resultar patógena.
- **Riesgo químico:** es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos, la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades. Los productos químicos tóxicos también pueden provocar consecuencias locales y sistémicas según la naturaleza del producto y la vía de exposición.

En forma general, se indica a continuación algunos de los peligros y riesgos potenciales en la operación de actividades de aprovechamiento:

**Tabla 7-3 Identificación peligros y riesgos relacionados con operación del MPR.**

| ACTIVIDAD     | TAREA   | PELIGRO   | RIESGO  |
|---------------|---|---|---|
| Separación    | Manipulación de residuos.<br>Descargue de Material Potencialmente Reciclable – MPR en el vehículo.<br>Conducción de vehículo automotor hasta el sitio de almacenamiento.<br>Conducción de carretilla hasta el sitio de almacenamiento.<br>Ubicación del MPR en un sitio temporal (ECA, bodega o centro de acopio) | Polvos orgánicos e inorgánicos<br>Bacterias.<br>Fluidos.<br>Enfermedades respiratorias<br>Manipulación manual de cargas.<br>Sobrecarga laboral,<br>Roedores<br>Orden y aseo | Biológico<br>Físico<br>Psicosociales<br>Biomecánico<br>Locativo |
| Compra        | Conducción de vehículo automotor.<br>Manejo de maquinaria.<br>Cargue y descargue de MPR. en la (ECA, bodega o centro de acopio).  | Manejo de equipos, máquinas y herramientas manuales.<br>Otras posturas (hiperextensión, cuclillas, posiciones incómodas, etc).<br>Transporte de mercancías.                 | Mecánico<br>Carga Física<br>Transito<br>Biomecánico             |
| Pesaje        | Carga de MPR.<br>Realización del pesaje: (tanto en el ingreso como a la salida del MPR para su comercialización).   | Fatiga muscular y lumbar.<br>Sobreesfuerzos.  | Biomecánico   |
| Clasificación | Manipulación de MPR y rechazo.<br>Manejo de maquinaria<br>Separación selectiva de MPR.<br>Cargue de MPR.<br>Almacenamiento temporal de  | Manipulación manual de residuos entre los que se pueden encontrar objetos cortantes o punzantes.<br>Manejo de equipos, máquinas y herramientas                              | Mecánico<br>Biomecánico   |

| ACTIVIDAD            | TAREA  | PELIGRO  | RIESGO                                    |
|----------------------|--|--|---|
|                      | los MPR.   | manuales.<br>Golpes / cortes por objetos o herramientas.<br>Proyección de fragmentos o partículas.   |   |
| Molido               | Manipulación de papel y plástico.<br>Operación de molido.<br>Embalaje del material molido.<br>Cargue de MPR molido hasta su sitio de almacenamiento temporal.  | Material particulado.<br>Gases.<br>Manipulación de recipientes y sistemas de presión.<br><br>Roedores.<br><br>Orden y aseo.<br><br>Enfermedades respiratorias, irritación de ojos y nariz. | Físico.<br><br>Biológico<br><br>Locativo. |
| Triturado            | Manipulación del vidrio.<br>Operación de la trituradora de vidrio.<br>Embalaje del material triturado.<br>Cargue de MPR triturado hasta su sitio de almacenamiento temporal.   | Tendinitis, la tenosinovitis y el síndrome del túnel carpiano.<br><br>Golpes, heridas, contusiones.  | Biomecánico.<br><br>Mecánico.             |
| Peletizado           | Manipulación del plástico<br>Cargue del MPR.<br>Operación de peletizadora.<br>Manipulación de escamas de plástico.<br>Embalaje del material peletizado.<br>Cargue de MPR hasta su sitio de almacenamiento temporal.<br>Almacenamiento del material peletizado. | Enfermedades respiratorias, irritación de ojos y nariz.  | Físico                                    |
| Cortado y enderezado | Manipulación de metal<br>Cargue del MPR<br>Operación de figuradora, cortadora y enderezadora.<br>Cargue de MPR hasta su sitio de almacenamiento temporal.<br>Almacenamiento del metal cortado y enderezado.  | Ruido - Fatiga auditiva  | Físico                                    |
| Embalaje             | Operación de empaclado o embalaje manual.<br>Empaque en sacos o lonas del MPR organizado.  | Tétano, enfermedades gastrointestinales<br>Cortaduras, laceraciones.   | Biológico.<br><br>Mecánico.               |

Fuente: basado en (Corredor, 2013).

### 7.7.1.3 Medidas de mitigación y control para el manejo de residuos sólidos inorgánicos

Los factores de riesgo que se identifiquen y valoren con un nivel de riesgo muy alto, se deben atender con prioridad por tener mayor probabilidad de generar accidentes y enfermedades laborales, por tal razón, se les debe establecer el plan de acción respectivo y un tiempo de seguimiento trimestral o según sea el alcance de la actividad.

A continuación, se presentan algunas medidas encaminadas a mejorar las condiciones que inciden en el factor de riesgo, y que son más comunes de encontrar en la operación del componente de aprovechamiento, las cuales se enfatizan en atender los niveles de riesgo **I (No aceptable)** y **II (Aceptable con control específico)**, debido a que este tipo de rangos requieren control y atención con urgencia para así mejorar las condiciones laborales de los trabajadores.

**Tabla 7-4 Alternativas de atención de riesgo industrial y salud ocupacional.**

| PELIGRO  | RIESGO                                 | MEDIDAS  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | MITIGACIÓN   | CONTROL  |
| Polvos orgánicos e inorgánicos.                                    | Físico                                 | Instalar sistemas de ventilación   | Dotar con mascarillas de protección respiratoria.  |
| Conducir vehículos desplazándose a los sitios requeridos.          | Seguridad vial                         | Capacitación en Seguridad vial. Fomentar el autocuidado.   | Mantenimiento vehicular preventivo.  |
| Carga estática sentado. Trabajos prolongados en la misma posición. | Biomecánico                            | Realizar pausas activas durante el desarrollo de la jornada laboral, fomentar el auto cuidado  | Reducción del tiempo de exposición   |
| Conexiones eléctricas, equipos, herramientas.                      | Condiciones de seguridad - tecnológico | Realizar inspecciones preoperacionales. Supervisión adecuada.  | Realizar mantenimientos a equipos y herramientas.  |
| Carga dinámica por movimientos repetitivos.                        | Biomecánico                            | Los trabajadores deben realizar pausas activas.  | Reducción del tiempo de exposición, rotación de puestos de trabajo.  |
| Uso de herramientas manuales y equipos.                            | Condiciones de seguridad - mecánico.   | Que los trabajadores Reportar herramientas y equipos en mal estado. Inspecciones preoperacionales. Orden y aseo en el sitio de trabajo. Asegurar herramientas al ser utilizadas. | Mantener orden y limpieza en el sitio de trabajo.<br>Programar mantenimiento preventivo.<br>Capacitaciones.  |
| Caídas, contusiones  | Locativo                               | Mantener las zonas de tránsito de personas ordenadas y libres de obstáculos.   | En el almacenamiento se debe evitar organizar pilas muy altas de material para evitar caída de objetos.<br>Verificación del uso adecuado de casco y botas con punta reforzada. |

Fuente: Basado en (Corredor, 2013).

Adicional a las medidas mencionadas en la tabla anterior, se propone como medida de compensación, asignar días laborales compensatorios para el personal operativo del centro de acopio o ECA, con el propósito de minimizar los peligros y factores de riesgo asociados a esta actividad.

#### **7.7.1.4 Medidas complementarias para las instalaciones de reciclaje Centro de acopio o ECA:**

- Contar con equipos de extinción de incendios, los cuales deben tener fecha de vencimiento y de última recarga.

- Disponer de señalización de seguridad y salidas de emergencia adecuada.
- La ECA y/o centro de acopio debe tener demarcación de áreas y secciones de trabajo.
- Establecer un programa de estrategias de seguridad y salud en el trabajo, compuesto por subprogramas de: medicina preventiva y del trabajo, vigilancia epidemiológica a la salud de los trabajadores, actividades con la colaboración de entidades (cajas de compensación familiar), inspecciones planeadas de seguridad, análisis de incidentes de trabajo, mantenimiento preventivo, programas de inducción, higiene y seguridad industrial, orden y aseo.
- Identificar los peligros y riesgos propios de cada bodega de reciclaje.
- Tener un manual de emergencias que incluya un análisis de vulnerabilidad, plan de emergencias, evacuación y procedimientos operativos y guías de actuación frente a las posibles emergencias que se puedan presentar.
- Realizar programas de capacitación al personal sobre el control de riesgos asociados a las diferentes tareas desarrolladas dentro de la bodega.
- Adicionalmente el personal debe contar con una dotación acorde a la labor realizada.
- Establecer un ordenamiento de los esquemas de trabajo y su duración relativa a las exposiciones a los riesgos.

#### 7.7.1.5 Dotación de equipos y elementos de protección personal

Los Elementos de Protección Personal (EPP) tienen como función principal la de proteger diferentes partes del cuerpo, para evitar que un trabajador tenga contacto directo con factores de riesgo que le puedan ocasionar una lesión o enfermedad.

**Tabla 7-5 Medidas preventivas para el personal reciclador, uso de EPP.**

| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EL PERSONAL RECICLADOR, USO DE EPP.</b>   |   |
|---|---|
|  <p><b>PROTECCIÓN DE LA CABEZA</b></p>     | <p><b>Cachuchas o Gorros:</b> Empleado cuando el trabajador se expone a sol, bacterias o humedad.</p>   |
|  <p><b>PROTECCIÓN PARA OJOS Y CARA</b></p> | <p><b>Gafas de seguridad:</b> Cuando se exponga a proyección de partículas en oficios como triturados, peletizados o molindas o trabajo en lugares externos a la ECA.</p> <p><b>Monogafas de seguridad:</b> Cuando tenga exposición a salpicaduras de productos químicos, líquidos o ante la presencia de gases, vapores y humos.</p> |

| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EL PERSONAL RECICLADOR, USO DE EPP.</b>   |   |
|---|---|
|  <p><b>PROTECCIÓN PARA EL APARATO RESPIRATORIO</b></p> | <p><b>Mascarilla desechable:</b> Cuando esté en ambientes donde hay partículas suspendidas en el aire tales como el polvo y otras partículas derivadas del pulido de piezas</p> <p><b>Respirador purificante (con material filtrante o cartuchos):</b> Cuando en su ambiente tenga gases, vapores, humos y neblinas. Solicite cambio de filtro cuando sienta olores penetrantes de gases y vapores.</p> |
|  <p><b>PROTECCIÓN PARA OÍDOS</b></p>                   | <p>El ruido en el lugar de trabajo es un riesgo que se puede controlar utilizando elementos de protección auditiva, Se colocan dentro del conducto auditivo externo, evitando que el ruido llegue al oído medio.</p>  |
|  <p><b>PROTECCIÓN PARA MANOS</b></p>                  | <p>La seguridad de la mano en el trabajo depende fundamentalmente de la eficacia del guante que la protege. En cada oficio es preciso definir el guante en función de los imperativos de protección, de ergonomía y de confort.</p>   |
|  <p><b>PROTECCIÓN PARA EL CUERPO</b></p>             | <p>Ropa de dotación: cómoda, acondicionada para el clima de la región, con colores distintivos, reflectivos y alusivos a la empresa.</p>  |
|  <p><b>PROTECCION PARA ESFUERZOS FUERTES</b></p>     | <p>Cinturones ergonómicos: como medida de prevención de lesiones y dolores de espalda en la manipulación de objetos pesados.</p>  |
|  <p><b>PROTECCIÓN PARA PIES</b></p>                  | <p>Para evitar lesiones en los pies por caída de materiales o piezas pesadas (aplastamiento) y/o atrapamiento, deben usar zapatos o botas de protección con refuerzo de acero en la puntera.</p>  |
|  <p><b>PROTECCIÓN ANTE PRESENCIA DE LLUVIA</b></p>   | <p>Elemento de protección para el cuerpo usado en los días lluviosos, debe ser de material sintético anti-desgarro.</p>   |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018



La organización empresarial de aprovechamiento está obligada a suministrar a sus trabajadores elementos de protección personal, cuya fabricación, resistencia y duración estén sujetos a las normas de calidad para garantizar la seguridad personal de los trabajadores en los puestos o centros de trabajo que lo requieran. Además, se debe llevar un registro de la entrega de estos por medio de formato.

Entre los elementos de protección que el empleador debe proveer se encuentran: los cascos, botas, guantes y demás elementos que protejan al trabajador permitiéndole desarrollar eficientemente su labor y garantizar su seguridad personal.

Teniendo en cuenta las actividades realizadas en el componente de aprovechamiento, es necesario dotar con elementos de protección individual a los trabajadores de acuerdo con la manipulación de MPR, transporte y manipulación de objetos, el empleador considera que elementos son necesarios para minimizar cualquier clase de riesgo al cual estén expuestos los trabajadores, esta entrega de EPP se hace bajo la supervisión y asesoría periódica de la ARL quien con los conceptos técnicos ayuda la determinación del elemento

## **7.8 Metodología utilizada para el panorama de riesgos en el aprovechamiento de RS orgánicos**

El Panorama General de calificación de factores de riesgos, fue realizado de acuerdo con la metodología propuesta en la GTC45 de 2012.

Es de aclarar, que en el presente capítulo se identifica en forma general los posibles factores de riesgo que se pueden presentar a nivel locativo y operacional en un centro de acopio o ECA; lo anterior, enfocado en el análisis de riesgos para una de las dos alternativas propuestas en el componente de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos, a saber, para la alternativa de interés regional No.1: *“Aprovechamiento de material orgánico de grandes generadores y procesamiento en una planta Departamental PARSO (Planta de Aprovechamiento de Residuos Sólidos orgánicos), a ubicar en el Municipio de Calarcá, en el predio de la ECA Departamental”*.

Este centro de acopio actualmente cuenta con instalaciones de infraestructura necesaria y algunos elementos o equipos de operación, sin embargo no se encuentra en funcionamiento, dada esta condición, se realiza el análisis de riesgos y la valoración de peligros sobre las actividades y tareas previstas para efectuar la operación de compostaje de residuos sólidos orgánicos, discriminando información a detalle como la identificación o razón social de la empresa, número de trabajadores y demás aspectos administrativos que no se pueden aseverar.

Como se mencionó anteriormente, (*sección metodológica para el panorama de riesgos en el aprovechamiento de RS Inorgánicos*), para efectos del presente producto se identifica en forma general los posibles factores de riesgo que se pueden presentar a nivel locativo y operacional en los centros de acopio o ECAS durante el proceso de compostaje de los residuos sólidos orgánicos. A su vez, la identificación general de los peligros a los que se exponen los operarios técnicos en esta actividad.

### 7.8.1 Identificación de actividades y tareas comunes en la operación de una PARSO.

Las recomendaciones para la intervención se establecen de acuerdo con el grado de Nivel del Riesgo (ND) identificado en la operación de actividades dentro de una PARSO. El modelo de matriz se presenta en el (Anexo No.12 – *Matriz del SG-SST*) para la alternativa de aprovechamiento de RS orgánicos.

Las actividades y tareas más comunes que se presentan en la labor de compostaje en un sistema abierto son:

**Tabla 7-6 Actividades y tareas comunes en la operación de ECAS o centros de acopio para realización de compostaje en un sistema abierto.**

| ACTIVIDAD                                      | TAREA   |
|--|---|
| Recepción Materias Primas                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Conducción de vehículo automotor hasta el sitio de almacenamiento.</li> <li>-Tolva de descargue de material orgánico del vehículo.</li> <li>-Recepción y pesaje</li> <li>-Drenaje de lixiviados que permita conducir el escurrido de la tolva hasta el tanque de lixiviados.</li> <li>-Manipulación de residuos con la disposición de rechazo.</li> </ul>   |
| Picado   | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Conducción de vehículo automotor.</li> <li>-Descargue del material orgánico hasta la zona d</li> <li>-Acondicionamiento de los residuos</li> <li>-Picar los residuos hasta obtener un tamaño entre 5 y 10 cm</li> <li>-Manejo de maquinaria.</li> <li>-Realización de la mezcla</li> </ul>  |
| Armado De pilas – Proceso de fermentación      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Carga del material orgánico picado.</li> <li>-Conducción del vehículo hasta la plataforma de descarga.</li> <li>-Disposición del material orgánico en el tanque fermentador de concreto que tiene una altura promedio de 1,50m.</li> <li>-Armado de pilas de fermentación del material orgánico que se deja en reposo durante 5 días.</li> <li>-Aplicación de lixiviado para conservar húmedo el material orgánico.</li> <li>-Cubrimiento de plástico o lona para proteger la pila de orgánicos ante posibles lluvias.</li> </ul> |
| Degradación Materia orgánica (Microorganismos) | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Aplicación de solución preparada con microorganismos.</li> <li>-Completada la digestión, el material será transportado al área de compostaje.</li> </ul>  |
| Volteo De pilas                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Manejo de maquinaria.</li> <li>-Volteo manual mecánico diario por 10 días</li> <li>-Volteo manual o mecánico 2 veces por semana hasta culminar el proceso de homogenización y des compactación del material.</li> <li>-Sistema de riego de lixiviado en baja proporción y por gravedad, en caso de que el material se encuentre muy seco y lo requiera.</li> </ul>  |
| Monitoreo De temperatura Y humedad             | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Verificación diaria de la temperatura por el operario encargado.</li> <li>-Uso de termómetro o varilla metálica</li> <li>-Seguimiento de la humedad de la mezcla por parte del operario, mediante la prueba de puño.</li> </ul>   |
| Estabilización                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>-<b>Realización de pruebas fitosanitarias</b> preferiblemente con plantas de crecimiento rápido como gramíneas (arveja, frijol) y se debe evaluar el porcentaje de germinación.</li> <li>- <b>Verificación de olor:</b> debe ser agradable</li> <li>-<b>Verificación del color:</b> en óptimas condiciones de maduración, debe ser café oscuro.</li> </ul>   |

| ACTIVIDAD               | TAREA   |
|-------------------------|---|
|                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Verificación de textura:</b> Debe ser esponjosa</li> <li>- <b>Verificación de humedad:</b> Humedad 30-35% con capacidad de retención.</li> <li>- <b>Verificación del pH:</b> entre 7 y 8.</li> <li>- <b>Verificación de relación C/N:</b> ideal de 10-12.</li> <li>- <b>Verificación de temperatura:</b> Prueba de jarra (consiste en ponerle un litro de agua a un kilo de compost y dejarlo 24 horas, pasado este tiempo debo verificar si la temperatura aumento, de ser así, el compost está inmaduro y le falta Degradación).</li> </ul> |
| Tamizaje                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Almacenamiento del compost</b> hasta que la humedad disminuya en un 30%.</li> <li>- Cargue con carretilla del producto hasta la bandeja de tamizaje.</li> <li>- aplicación por porciones del material orgánico sobre el tamiz, empleando una pala.</li> </ul>   |
| Embalaje                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operación de empacado o embalaje manual.</li> <li>- Empaque en sacos o lonas del producto (Abono)</li> </ul>   |
| Almacenamiento temporal | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo de maquinaria.</li> <li>- Manipulación de cargas pesadas.</li> </ul>  |
| Comercialización        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manejo de maquinaria de cargue.</li> <li>- Manipulación de cargas pesadas.</li> <li>- Conducción de vehículo automotor.</li> </ul>   |

Fuente: Basado en (Universidad Nacional, UAESP, & Bogotá).

### 7.8.1.1 Identificación de peligros y riesgos relacionados a la operación del componente de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos.

Luego de identificar las actividades y tareas operativas, se realiza la identificación de peligros y valoración de los riesgos a partir de los controles previos que en dicha labor existan, permitiendo conocer los riesgos más significativos según los resultados que se obtengan de los (niveles y aceptabilidad de los riesgos) - basado en la GTC 45 del 2012.

La matriz de identificación de peligros y valoración de los riesgos es una herramienta dinámica en la cual la organización empresarial debe garantizar su actualización permanente.

El proceso de identificación de los riesgos debe ser efectuado mediante: observación, encuestas y probabilidades, entre otros. La organización empresarial determina el riesgo y el nivel de riesgo para los peligros psicosociales a través de la aplicación de la matriz de riesgos.

**Control de cambios:** Antes de introducir cambios en procesos y actividades, se realiza la identificación de peligros y evaluación de riesgos que puedan derivarse de estos y adoptar las medidas de mitigación y control necesarias.

En forma general, se indica a continuación algunos de los peligros y riesgos potenciales en la operación de actividades de aprovechamiento de RSO:

**Tabla 7-7 Identificación peligros y riesgos relacionados con operación de PARSO.**

| ACTIVIDAD                                      | TAREA   | PELIGRO  | RIESGO  |
|--|---|--|---|
| Recepción Materias Primas                      | -Conducción de vehículo automotor hasta el sitio de almacenamiento.<br>-Tolva de descargue de material orgánico del vehículo.<br>-Recepción y pesaje<br>-Drenaje de lixiviados que permita conducir el escurrido de la tolva hasta el tanque de lixiviados.<br>-Manipulación de residuos con la disposición de rechazo.   | Polvos orgánicos e inorgánicos.<br>Uso de herramientas manuales y equipos.<br>Carga dinámica por movimientos repetitivos.<br>Roedores, insectos.<br>Carga estática sentado.<br>Trabajo prolongado en una misma posición.                     | Físico.<br>Condiciones de seguridad.<br>Mecánico.<br>Carga Física.<br>Biológico.<br>Carga Física.<br>Biomecánico. |
| Picado   | -Conducción de vehículo automotor.<br>-Descargue del material orgánico hasta la zona de triturado o picado.<br>-Picado de los residuos hasta obtener un tamaño Entre 5 y 10 cm.<br>-Manejo de maquinaria.<br>-Realización de mezcla.  | Presencia de ruido generado por motor.<br>Cargas sobredimensionadas, mal apiladas.<br>Polvos orgánicos e inorgánicos.<br>Uso de herramientas manuales y equipos.<br>Carga dinámica por movimientos repetitivos.<br>Proyección de partículas. | Biomecánico.<br>Locativo.<br>Físico.<br>Condiciones de seguridad.<br>Mecánico.<br>Carga Física.<br>Biológico.     |
| Armado De pilas – Proceso de fermentación      | -Carga del material orgánico picado.<br>-Conducción del vehículo hasta la plataforma de descarga.<br>-Disposición del material orgánico en el tanque fermentador de concreto que tiene una altura promedio de 1,50m.<br>-Armado de pilas de fermentación del material orgánico que se deja en reposo durante 5 días.<br>-Aplicación de lixiviado para conservar húmedo el material orgánico.<br>-Cubrimiento de plástico o lona para proteger la pila de orgánicos ante posibles lluvias. | Presencia de ruido generado por motor<br>Cargas sobredimensionadas, mal apiladas.<br>Polvos orgánicos e inorgánicos.<br>Uso de herramientas manuales y equipos.<br>Carga dinámica por movimientos repetitivos.<br>Proyección de partículas.  | Biomecánico<br>Locativo<br>Físico<br>Condiciones de seguridad mecánico<br>Carga Física<br>Biológico               |
| Degradación Materia orgánica (Microorganismos) | -Aplicación de solución preparada con microorganismos.<br>-Completada la digestión, el material será transportado al área de compostaje.  | Uso de herramientas manuales y equipos.<br>Carga dinámica por movimientos repetitivos.<br>Microorganismos.   | Biomecánico<br>Locativo<br>Físico<br>Condiciones de seguridad mecánico<br>Carga Física<br>Biológico               |
| Volteo De pilas                                | -Manejo de maquinaria.<br>-Volteo manual mecánico diario por 10 días  | Uso de herramientas.<br>Posturas prolongadas manuales y equipos.   | Biomecánico<br>Locativo<br>Físico   |

| ACTIVIDAD                          | TAREA   | PELIGRO  | RIESGO   |
|------------------------------------|---|--|--|
|                                    | <p>-Volteo manual o mecánico 2 veces por semana hasta culminar el proceso de homogenización y descompactación del material.</p> <p>-Sistema de riego de lixiviado en baja proporción y por gravedad, en caso de que el material se encuentre muy seco y lo requiera.</p>  | <p>Carga dinámica por movimientos repetitivos.</p> <p>Microorganismos.</p>   | <p>Condiciones de seguridad mecánico</p> <p>Carga Física</p> <p>Biológico</p>  |
| Monitoreo De temperatura Y humedad | <p>-Verificación diaria de la temperatura por el operario encargado.</p> <p>-Uso de termómetro o varilla metálica</p> <p>-Seguimiento de la humedad de la mezcla por parte del operario, mediante la prueba de puño.</p>  | <p>Uso de herramientas</p> <p>Posturas prolongadas manuales y equipos</p> <p>Carga dinámica por movimientos repetitivos</p> <p>Microorganismos</p>     | <p>Biomecánico</p> <p>Locativo</p> <p>Físico</p> <p>Condiciones de seguridad mecánico</p> <p>Carga Física</p> <p>Biológico</p> |
| Estabilización                     | <p><b>-Realización de pruebas fitosanitarias</b> preferiblemente con plantas de crecimiento rápido como gramíneas (arveja, frijol) y se debe evaluar el porcentaje de germinación.</p> <p>- <b>Verificación de olor:</b> debe ser agradable</p> <p>-<b>Verificación del color:</b> en óptimas condiciones de maduración, debe ser café oscuro.</p> <p>- <b>Verificación de textura:</b> Debe ser esponjosa</p> <p>-<b>Verificación de humedad:</b> Humedad 30-35% con capacidad de retención.</p> <p>- <b>Verificación de pH:</b> entre 7 y 8.</p> <p>- <b>Verificación de relación C/N:</b> ideal de 10-12.</p> <p>- <b>Verificación de temperatura:</b> Prueba de jarra (consiste en ponerle un litro de agua a un kilo de compost y dejarlo 24 horas, pasado este tiempo debo verificar si la temperatura aumento, de ser así, el compost está inmaduro y le falta Degradación).</p> | <p>Uso de herramientas.</p> <p>Posturas prolongadas manuales y equipos.</p> <p>Carga dinámica por movimientos repetitivos.</p> <p>Microorganismos.</p> | <p>Biomecánico</p> <p>Locativo</p> <p>Físico</p> <p>Condiciones de seguridad mecánico</p> <p>Carga Física</p> <p>Biológico</p> |
| Tamizaje                           | <p><b>-Almacenamiento del compost</b> hasta que la humedad disminuya en un 30%.</p> <p>-Cargue con carretilla del producto hasta la bandeja de tamizaje.</p> <p>- aplicación por porciones del material orgánico sobre el tamiz, empleando una pala.</p>  | <p>Uso de herramientas.</p> <p>Posturas prolongadas manuales y equipos.</p> <p>Carga dinámica por movimientos repetitivos.</p> <p>Microorganismos.</p> | <p>Biomecánico</p> <p>Locativo</p> <p>Físico</p> <p>Condiciones de seguridad mecánico</p> <p>Carga Física</p> <p>Biológico</p> |

| ACTIVIDAD               | TAREA  | PELIGRO  | RIESGO  |
|-------------------------|--|--|---|
| Embalaje                | -Operación de empacado o embalaje manual.<br>-Empaque en sacos o lonas el producto (Abono).                | Tétano,<br>enfermedades<br>gastrointestinales<br>Cortaduras,<br>laceraciones.  | Biológico.<br><br>Mecánico.   |
| Almacenamiento temporal | -Manejo de maquinaria.<br>-Manipulación de cargas pesadas.   | Uso de herramientas<br>Posturas prolongadas<br>manuales y equipos<br>Carga dinámica por<br>movimientos<br>repetitivos    | Biomecánico<br>Locativo<br>Físico<br>Condiciones de<br>seguridad mecánico<br>Carga Física |
| Comercialización        | -Manejo de maquinaria de cargue.<br>-Manipulación de cargas pesadas.<br>-Conducción de vehículo automotor. | Uso de herramientas.<br>Posturas prolongadas<br>manuales y equipos.<br>Carga dinámica por<br>movimientos<br>repetitivos. | Biomecánico<br>Locativo<br>Físico<br>Condiciones de<br>seguridad mecánico<br>Carga Física |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

### 7.8.1.2 Medidas de mitigación y control para la alternativa de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos

A continuación, se presentan algunas medidas encaminadas a prevenir los factores de riesgo y mejorar las condiciones laborales en la operación del componente de aprovechamiento de RSO, las cuales se enfatizan en los niveles de riesgo I (**No aceptable**) y II (**Aceptable con control específico**), debido a que este tipo de resultados requieren control de riesgos con urgencia y así mejorar las condiciones de salud de los trabajadores.

**Tabla 7-8 Alternativas de atención de riesgo industrial y salud ocupacional.**

| PELIGRO  | RIESGO                            | MEDIDA   |   |
|--|-----------------------------------|--|---|
|  |                                   | MITIGACIÓN   | CONTROL   |
| Carga estática sentado. Trabajo prolongado en una misma posición. Malas posturas rol de la tarea. Trabajo sin cambio de posición | Biomecánico                       | Programa de capacitación sobre compostaje con el fin de contribuir en la eficacia y desempeño de la labor.   | Los trabajadores deben realizar pausas activas y antes de iniciar las labores respectivas, es recomendable dirigir una actividad de calistenia. |
| Conducir vehículos desplazándose a los sitios requeridos.  | Seguridad vial                    | Capacitación en Seguridad vial. Fomentar el autocuidado.<br><br>Proveer a las cabinas de los vehículos empleados (volteadora, pala cargadora, etc) de ventilación a través de filtros que impidan la entrada de microorganismos al interior. | Mantenimiento vehicular adecuado y preventivo.  |
| Uso de herramientas manuales y equipos   | Condiciones de seguridad mecánico | Los trabajadores deben reportar herramientas y equipos en mal estado.<br>Inspecciones  | Diseño de protocolos para el manejo y procesamiento de residuos.<br>Mantener orden y  |

| PELIGRO   | RIESGO   | MEDIDA  |   |
|---|--|---|---|
|   |  | MITIGACIÓN  | CONTROL   |
|   |  | preoperacionales.<br>Orden y aseo en el sitio de trabajo. Asegurar herramientas al ser utilizadas.<br>Programa de educación sanitaria y bioseguridad. | Mantener orden y limpieza en el sitio de trabajo.<br>Programar mantenimiento preventivo.<br>Capacitaciones. |
| Carga dinámica por movimientos repetitivos.                               | Carga Física                                   | Los trabajadores deben realizar pausas activas.   | Reducción del tiempo de exposición, rotación de puestos de trabajo.   |
| Trabajo sobre pila, ubicándose el trabajador a más de 1.50 mts de alturas | Condiciones de seguridad<br>Trabajo en alturas | Dotación de calzado con suela de agarre e instalación de un sistema de anclaje que permita sujetar al operario con un elemento de apoyo.              | Control y supervisión de uso de EPP   |

Fuente: Basado en (Corredor, 2013).

Adicional a las medidas mencionadas en la tabla anterior, se propone como medida de compensación, asignar jornadas laborales rotativas para disminuir el tiempo de exposición del operario técnico, con el propósito de minimizar los peligros y factores de riesgos asociados a esta actividad. A su vez, de implementar la vacunación a los trabajadores expuestos a agentes biológicos.

### 7.8.1.3 Medidas complementarias de prevención de riesgos en una PARSO:

- Realizar mediciones ambientales de emisiones de gases y microorganismos en el ambiente locativo interno y externo.
- Implementar los elementos de protección personal adecuados para el proceso de compostaje.
- Mantener la infraestructura y maquinaria en adecuadas condiciones.
- Realizar seguimiento y evaluación de mediciones con registro de datos.
- Contar con equipos de extinción de incendios, los cuales deben tener fecha de vencimiento y de última recarga.
- Establecer protocolos para el manejo y procesamiento de residuos.
- Realizar monitoreos de las características físicoquímicas y control de olores.
- Disponer de señalización de seguridad y salidas de emergencia adecuada.
- La ECA o centro de acopio debe tener demarcación de áreas y secciones de trabajo.
- Establecer un programa de estrategias de seguridad y salud en el trabajo, compuesto por subprogramas de: medicina preventiva y del trabajo, vigilancia epidemiológica a la salud de los trabajadores, actividades con la colaboración de entidades (cajas de compensación familiar), inspecciones planeadas de seguridad, análisis de incidentes de trabajo, mantenimiento preventivo, programas de inducción, higiene y seguridad industrial, orden y aseo.
- Tener un manual de operación en caso de emergencias, que incluya un análisis de vulnerabilidad, evacuación y procedimientos y guías de actuación frente a las posibles emergencias que se puedan presentar.

- Realizar programas de capacitación al personal sobre el control de riesgos asociados a las diferentes tareas desarrolladas dentro de la bodega.
- Establecer un ordenamiento de los esquemas de trabajo y su duración relativa a las exposiciones a los riesgos.

#### 7.8.1.4 Dotación de equipos y elementos de protección individual en la operación de una PARSO

Los Elementos de Protección Personal (EPP) tienen como función principal la de proteger diferentes partes del cuerpo, para evitar que un trabajador tenga contacto directo con factores de riesgo que le puedan ocasionar una lesión o enfermedad.

**Tabla 7-9 Medidas preventivas para el personal técnico operativo de la PARSO, uso de EPP.**

| MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EL PERSONAL RECICLADOR, USO DE EPP.  |   |
|---|---|
|  <p><b>PROTECCIÓN DE LA CABEZA</b></p>                  | <p><b>Cachuchas o Gorros:</b> Empleado cuando el trabajador se expone a sol, bacterias o humedad.</p> <p>Para el personal operativo que se exponga a trabajos en altura superior o igual a 1.5m, debe usar casco como medida de protección.</p>   |
|  <p><b>PROTECCIÓN EN ALTURA</b></p>                    | <p><b>Caídas de personas a distinto nivel:</b> Este riesgo es el más peligroso puesto que los trabajos se realizan en alturas mayores o iguales a 1,5m y las consecuencias pueden ser mortales. Por este motivo, es de vital importancia el estado de los equipos y materiales empleados, la existencia de puntos de anclajes suficientes y una buena planificación en seguridad.</p> |
|  <p><b>PROTECCIÓN PARA OJOS Y CARA</b></p>             | <p><b>Gafas de seguridad:</b> Cuando se exponga a proyección de partículas en oficios como triturados o moliendas o trabajo en lugares externos a la ECA.</p> <p><b>Monogafas de seguridad:</b> Cuando tenga exposición a salpicaduras de productos químicos, líquidos o ante la presencia de gases, vapores y humos.</p>   |
|  <p><b>PROTECCIÓN PARA EL APARATO RESPIRATORIO</b></p> | <p><b>Mascarilla de Silicona RSG 300:</b> Mascarilla buco-nasal de doble filtro RSG Serie 300 fabricada en silicona hipoalergénica; ideal cuando esté en ambientes donde hay gases, vapores, humos y neblinas. Solicite cambio de filtro cuando sienta olores penetrantes de gases y vapores.</p>   |



| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EL PERSONAL RECICLADOR, USO DE EPP.</b>   |   |
|---|---|
| <br><b>PROTECCIÓN PARA TORSO</b>                 | <b>Delantal peto PVC amarillo calibre 16 impermeable:</b> con forro interno, adaptable al cuerpo, tira en el cuello y espalda ajustable. Ideal para proteger de salpicaduras líquidas, procesos industriales de alimentos, entre otros (Múltiples Funciones). |
| <br><b>PROTECCIÓN PARA MANOS</b>                 | <b>Guantes de PVC largos:</b> La seguridad de la mano en el trabajo depende fundamentalmente de la eficacia del guante que la protege. En cada oficio es preciso definir el guante en función de los imperativos de protección, de ergonomía y de confort.    |
| <br><b>VESTUARIO LABORAL</b>                    | Ropa de dotación: cómoda, acondicionada para el tipo de labor y clima de la región, con colores distintivos, reflectivos y alusivos a la empresa.   |
| <br><b>PROTECCION PARA ESFUERZOS FUERTES</b>   | Cinturones ergonómicos: como medida de prevención de lesiones y dolores de espalda en la manipulación de objetos pesados.   |
| <br><b>PROTECCIÓN PARA PIES</b>                | Para evitar lesiones en los pies por caída de materiales o piezas pesadas (aplastamiento) y/o atrapamiento, deben usar zapatos o botas de protección con refuerzo de acero en la puntera.   |
| <br><b>PROTECCIÓN ANTE PRESENCIA DE LLUVIA</b> | Elemento de protección para el cuerpo usado en los días lluviosos, debe ser de material sintético anti-desgarro.  |

Fuente: CYDEP S.A.S., 2018

La organización empresarial de aprovechamiento está obligada a suministrar a sus trabajadores elementos de protección personal, cuya fabricación, resistencia y duración estén sujetos a las normas de calidad para garantizar la seguridad personal de los trabajadores en los puestos o centros de trabajo que lo requieran. Además, se debe llevar un registro de la entrega de estos por medio de formato.

Teniendo en cuenta las actividades realizadas en la alternativa de compostaje, es necesario dotar con elementos de protección individual (EPI) a los trabajadores de acuerdo a la manipulación de residuos sólidos orgánicos, transporte y operación de objetos, el empleador considera que elementos son necesarios para minimizar cualquier clase de riesgo al cual estén expuestos los trabajadores, esta entrega de EPP se hace bajo la supervisión y asesoría periódica de la ARL quien con los conceptos técnicos ayuda la determinación de estos elementos.

---

## 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Residuos inorgánicos

El estudio de mercado realizado por UNICEF, el SENA y la CRQ en el mes de septiembre de 2006 dio un marco de referencia para la actividad de aprovechamiento en el Departamento del Quindío, sin embargo, en el momento en que fue realizado la normatividad sobre la materia era muy escasa, a la fecha se han expedido nuevas normas que regulan esta actividad y por lo tanto en el presente documento, la consultoría actualiza este estudio con el fin de formular nuevas alternativas de aprovechamiento de residuos sólidos, tanto para los residuos orgánicos, como inorgánicos.

Las nuevas alternativas involucran principios de regulación establecidos en las normas actuales los cuales se relacionan con la capacidad de regionalizar la actividad de aprovechamiento para así generar economías de escala, una mayor cobertura en la actividad en todos los municipios del Departamento, aprovechar las infraestructuras existentes como los centros de acopio y generar integralidad en la actividad de aprovechamiento de residuos con el fin de consolidar una cadena de reciclaje con los diferentes actores involucrados.

Con lo anterior, las alternativas planteadas tomaron elementos existentes desde el estudio de mercado de 2006, nuevas fuentes de información como los PGIRS 2G, productos previos desarrollados por esta Consultoría, tales como, estudios de caracterización de residuos sólidos y la actualización del censo de recicladores. Lo anterior llevó a la formulación de alternativas las cuales poseen nuevas fuentes de financiamiento, especialmente a través del cobro de esta actividad en la tarifa de los usuarios del servicio público de aseo, todo enmarcado en un contexto en el cual la comercialización de los materiales aprovechados va en aumento ya que cada día las industrias toman mayor conciencia para generar economías circulares al reincorporar material en sus procesos productivos.

Después de realizar la evaluación financiera, la alternativa 1 es la recomendada al tener en cuenta su integración regional, la generación de economías de escala, economías de aglomeración, mayor cobertura de la actividad de aprovechamiento, mejores condiciones para difundir la política de aprovechamiento del Departamento del Quindío obteniendo una rentabilidad suficiente para emprender un proyecto que aproveche la infraestructura de los centros de acopio existentes y que pueda cubrir los costos de inversión administración y operación con los ingresos derivados de la tarifa y de la comercialización de los materiales aprovechados.

Los diferentes escenarios modelados muestran que la viabilidad del esquema depende de la sensibilidad de los precios y de los márgenes que se puedan obtener por cada tipo de material comercializado. Lograr los resultados de un escenario optimista, con mayores precios de venta, depende de comercializar el material con mayor efectividad aplicando estrategias por volúmenes, por calidad y con una comercialización ágil generando una red de proveedores y de vendedores del material. Éste no es un escenario muy lejano de la realidad, pero depende de las condiciones de mercado y de los incentivos que se puedan generar a posibles socios afiliados, teniendo presente que se requiere generar eficiencia en los

---

procesos y tecnificación de la actividad logrando cumplir los planes de inversiones que se proponen en el presente documento.

En la alternativa seleccionada, cabe destacar que se requiere de la participación del Municipio de Armenia para lograr una tasa de rentabilidad suficiente al involucrar parte de las toneladas de residuos de esta ciudad. De igual manera, se requiere un esquema mixto de ingresos; de una parte, el pago de la tarifa regulada cobrada a los usuarios, la cual genera un ingreso estable pero insuficiente; de otra parte, se sigue dependiendo de la venta y comercialización por medio del canal tradicional, sabiendo que existe sensibilidad con los precios y por lo tanto prevalece un riesgo por volatilidad de estos.

Recomienda al Departamento del Quindío socializar la alternativa seleccionada con todos los actores involucrados, especialmente los recicladores, a quienes se les debe informar los posibles beneficios de ser parte activa del esquema, con el fin de generar una retroalimentación por parte de esta población.

A los municipios del Departamento se les recomienda incluir en los PGIRS programas que fortalezcan la separación en la fuente de estos residuos y promuevan el conocimiento de la actividad desempeñada en los centros de acopio con el fin de que sean los propios ciudadanos quienes apoyen la actividad y logren cercanía con los recuperadores, sabiendo que, al entregarles sus residuos de manera separada, los están apoyando y están contribuyendo a generar un ambiente más sano en su municipio.

A los municipios, a través del Plan Departamental de Agua PDA, se les recomienda realizar reuniones con los operadores del servicio de aseo, para formalizar los pagos que se deberán hacer a los recicladores a través de los convenios que se suscriban con la ECA regional y se establezcan las reglas para el pago de estos recursos a través de los comités de conciliación mensuales.

Finalmente se recomienda a los municipios formalizar la propiedad y uso de los centros de acopio ya que estos son fundamentales para el desarrollo de la alternativa seleccionada en el presente documento; asimismo, estos centros son una herramienta necesaria para la viabilidad del proyecto y al involucrarlas en el proyecto, terminan siendo infraestructuras necesarias que adicionalmente evitan que se decreten detrimentos patrimoniales al quedar en desuso.

## **8.2 Residuos orgánicos**

El tratamiento y valoración de los residuos orgánicos no es una actividad de alta utilización en Colombia dado que esta actividad no genera rentabilidad si no existe un esquema de ingresos fijos que respalde los costos de operación, mantenimiento y administración, incluyendo los costos de inversión de las infraestructuras necesarias para realizar adecuadamente una actividad que no genere impactos ambientales.

Es claro que los productos derivados del tratamiento de residuos sólidos orgánicos, tales como el compost, para poder lograr una venta sostenible deben tener un esquema de comercialización fuerte que llegue a suficientes clientes tales como

---

fincas, agroindustrias y clientes menores, de los cuales se requiere una venta constante al garantizarles volúmenes y calidad del producto el cual debe ser certificado por una Entidad oficial como el ICA, hecho que se constituye en una herramienta de venta y marca diferencia con posibles competidores de menor escala.

Con la expedición de la Resolución CRA 853 de 2018, es posible cobrar el recibo de material orgánico proveniente de rutas selectivas de todos los municipios, al ser esta actividad un sustituto de los rellenos sanitarios, trasladando así el cobro de la actividad a la tarifa del usuario. El valor por tonelada que se puede cobrar es insuficiente para dar sostenibilidad a la planta de tratamiento, sin embargo, genera una base de ingresos estables que subvencionan en parte el pago de los costos fijos y brindan seguridad ante la incertidumbre que generan las ventas del compost.

La alternativa seleccionada es deseable desde un punto de vista ambiental y como una iniciativa regional, sin embargo, su sostenibilidad requiere esfuerzos institucionales para que los municipios accedan a entregar los residuos en la planta, así como también se requiere de la voluntad de los usuarios para que colaboren con la separación en la fuente de este tipo de residuos, y un esfuerzo adicional para lograr ventas sostenibles de Compost, hecho que implica asumir un riesgo alto dado que el proyecto depende del logro de estas ventas.

Es necesario contemplar lo establecido en el Decreto 2412 de 2018 frente al incentivo a la actividad de aprovechamiento y tratamiento del servicio público de aseo, el cual corresponde a un mayor valor del costo de disposición final, equivalente al 0.80% de un SMLV, estimado a la fecha en \$6.625/ton, es decir cerca de 795 millones anual. Se recomienda que estos recursos se administren en una cuenta especial para destinación específica en proyectos de aprovechamiento, tales como los expuestos en este documento, los cuales requieren fuentes de financiación adicional a las establecidas en los PGIRS, siendo este incentivo una oportunidad para financiar parte del proyecto de aprovechamiento de orgánicos o eventualmente la alternativa de inorgánicos, estos según los recursos que cada alternativa pueda conseguir en el momento de presentar la alternativa correspondiente.

Por lo anterior se recomienda al Departamento del Quindío socializar ampliamente la alternativa seleccionada con el fin de lograr un amplio sondeo sobre posibles clientes y las cantidades que estos requieren, así como lograr acuerdos sobre la ubicación más conveniente de la planta y conocer la disposición de los municipios frente a la entrega separada de los residuos orgánicos.

De igual manera se recomienda incluir en los PGIRS de cada uno de los municipios, programas que fomenten la separación de los residuos orgánicos dado que los planes y programas actuales se tienen que fortalecer para educar a la población en este sentido y así poder lograr altas tasas de separación.

## 9 ANEXOS

A continuación, se relacionan los anexos que hacen parte de este informe. Los cuales se presentan en formato digital, dado su tamaño o extensión.

1. Anexo N° 1 - Acta N° 8 – octubre 23 de 2018
2. Anexo N° 2 - Plan de seguimiento Producto 5
3. Anexo N° 3 - Formatos visita centros de acopio
4. Anexo N° 4 - Acta N° 10 – 14 de diciembre de 2018
5. Anexo N° 5 - Resultados de Laboratorio Ambiental de la Universidad de Los Andes
6. Anexo N° 6 - Cantidades MPR
7. Anexo N° 7 - Costos MPR
8. Anexo N° 8 - Modelo Financiero MPR
9. Anexo N° 9 - Cantidades RSO
10. Anexo N° 10 - Costos RSO
11. Anexo N° 11 - Modelo financiero RSO
12. Anexo N° 12 - Matriz del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para actividades de aprovechamiento

## 10 BIBLIOGRAFÍA

- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (Noviembre de 2017).
- Corporación Punto Azul. (Febrero de 2019). *Corporación Punto Azul*. Obtenido de <http://www.cierraelciclo.com/puntos-de-recoleccion/>
- Corredor, A. M. (2013). *Guía ambiental para el manejo de residuos sólidos en las bodegas de reciclaje - caso piloto Bogotá - en le marco de la gestion integral de residuos sólidos*. . Recuperado el 10 de 10 de 2018, de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11314/GU%C3%8DA%20AMBIENTAL%20PARA%20EL%20MANEJO%20DE%20RESIDUOS%20S%C3%93LIDOS%20EN%20LAS%20BODEGAS%20DE%20RECICLAJE%20-%20CASO%20PILOTO%20BOGOT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Datos Abiertos Colombia*. (Febrero de 2019). Obtenido de <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Puntos-de-recoleccion-de-residuos-posconsumo-Lista/m79k-beyn/data>
- Puerta Echeverry, S. M. (Junio de 2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. *Corporación Universitaria Lasallista*, 1, 10.
- U. N., UAESP, & Bogotá, A. M. (s.f.). *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura*. Recuperado el 9 de 11 de 2018, de [www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP\\_SR.pdf](http://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf)