

# Informe técnico

OT N° 66805 Único  
Página 1 de 9

**Fecha de Informe:** 28/11/2017

**Solicitante**

**MUNICIPALIDAD DE SALSIPUEDES**

Avenida Belgrano 385  
(5113) Salsipuedes  
Córdoba - Argentina

**Elemento**

No Aplica

**Determinaciones requeridas**

Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)  
según Norma IRAM 29523.

**Fecha de Muestreo**

2 al 8 de septiembre de 2017

**Fecha de ensayo**

2 al 8 de septiembre de 2017

**Lugar de realización**

Corralón de Servicios Públicos de la Municipalidad de Salsipuedes

## **Metodología empleada**

### **Introducción**

La ciudad de Salsipuedes, en el Departamento Colón de la Provincia de Córdoba, cuenta con una población residente superior a los 12 mil habitantes. Durante los meses de verano (enero a marzo) la población se ve incrementada por la afluencia de turistas.

La recolección de los residuos sólidos urbanos (RSU) en Salsipuedes es de gestión municipal. La municipalidad cuenta con dos camiones prensa compactadores (IVECO y Volkswagen) con capacidad de caja de 14 m<sup>3</sup>, y dos camiones de caja abierta (Ford 350 e IVECO chico) para el servicio de recolección de residuos domiciliarios puerta a puerta. La frecuencia de recolección de residuos domiciliarios es de dos a tres veces por semana en barrios residenciales y seis veces por semana en la zona céntrica comercial. El servicio de recolección de residuos domiciliarios comprende siete recorridos fijos y un recorrido suplementario (a demanda) según el siguiente esquema:

**RECORRIDO 1** (IVECO compactador – Lunes, Miércoles y Viernes): Centro, La Reconquista, Cangallo, Ariel, El Progreso, Oro Verde, El Bosque y B° Gral. Paz.

**RECORRIDO 2** (Volkswagen compactador – Lunes, Miércoles y Viernes): Cerro del Sol, Villa Sol e Imos.

**RECORRIDO 3** (Ford 350 – Lunes, Miércoles y Viernes): Centro, Antena (Oro Verde), Almacor, Valig, Vado de Yonki, Nido del Aguila, Iguazú, El Sauce.

**RECORRIDO 4** (IVECO compactador – Martes, Jueves): El Talita, Cangallo, Las Tejas, Villa Silvina, Villa las Selvas, Gral. Paz.

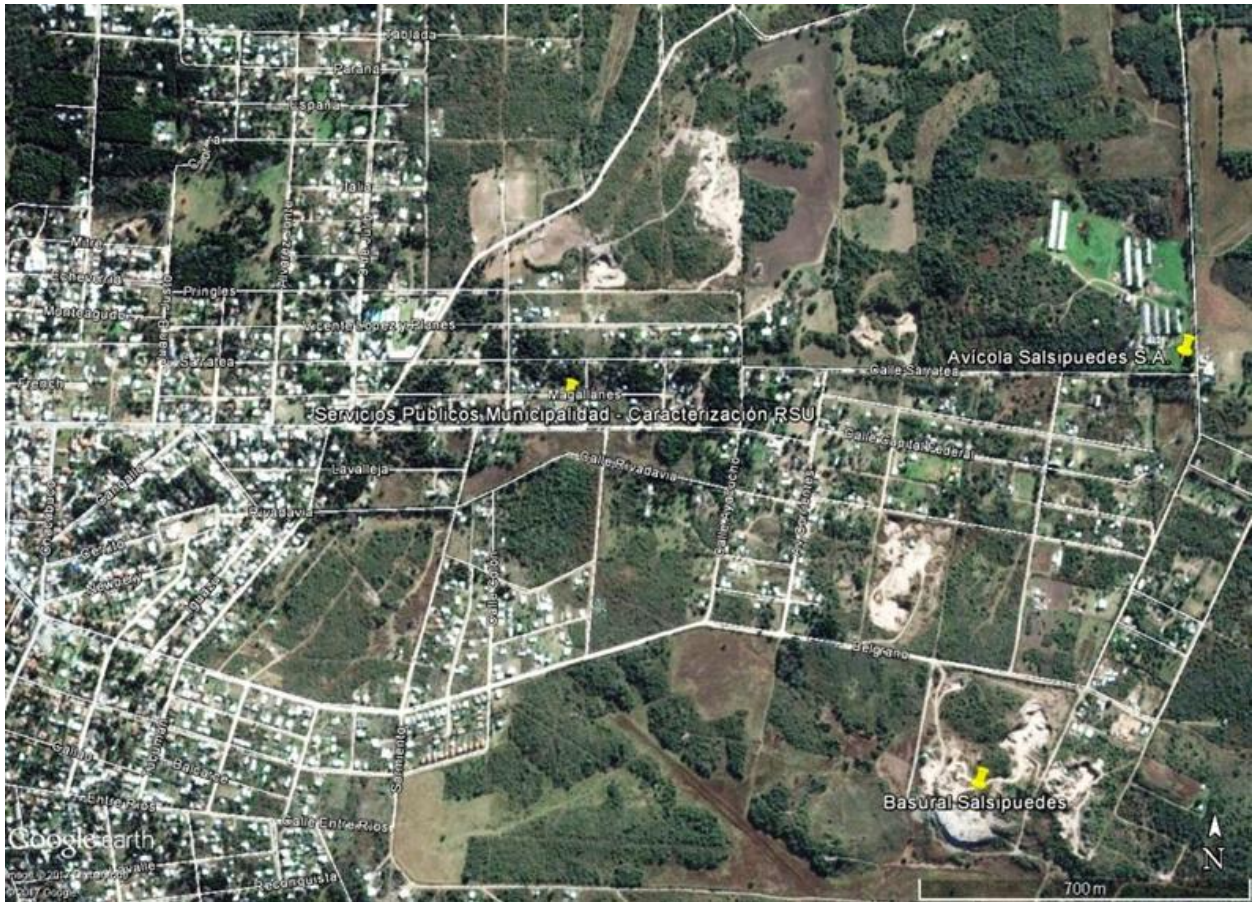
**RECORRIDO 5** (Volkswagen compactador – Martes y Jueves): El Pueblito.

**RECORRIDO 6** (Ford 350 – Martes, Jueves y Sábado): La Gruta (El Pueblito), El Sauce, El Waico, Las Mercedes, Cabañas Von Liss, Atelier El Faro, Villa Silvina (Ruta), Villa Sol – Ariel (detrás de Imos), Cancha Grande.

**RECORRIDO 7** (IVECO/ Volkswagen compactador – Sábado): El Pueblito, Las Tejas, Villa Silvina, Villa las Selvas.

**RECORRIDO 8** (IVECO Chico): A demanda.

Los residuos recolectados son dispuestos en un basural a cielo abierto ubicado un kilómetro al este de la zona urbanizada de Salsipuedes (Figuras 1 y 2).



**Figura 1.** Basural Salsipuedes; Avícola Salsipuedes S.A. y Servicios Públicos de la municipalidad



**Figura 2.** Basural Salsipuedes

La Municipalidad de Salsipuedes ha decidido avanzar hacia la implementación de la Gestión Integral de RSU (GIRSU) tomando como premisa la valorización de residuos y la consecuente disminución de la cantidad de residuos a disponer. Para poder diseñar una estrategia de GIRSU se decidió realizar un estudio de generación y caracterización de residuos con el objetivo de determinar la cantidad y tipos de residuos sólidos que se generan en Salsipuedes. El alcance de este estudio se limita a los residuos domiciliarios recolectados por la municipalidad a través de su flota de vehículos recolectores. Este estudio se realizó durante la temporada baja (septiembre de 2017) y se deberá repetir el mismo durante la temporada turística para medir su impacto.

### Metodología

En septiembre de 2017 se realizó un estudio de generación y caracterización de residuos sólidos urbanos para determinar la cantidad y tipo de residuos que ingresan al Basural de Salsipuedes.

Para la estimación de la generación de los RSU se realizó el pesaje de la totalidad de los residuos domiciliarios que ingresaron al basural durante la semana de estudio, entre el 2 y el 8 de septiembre de 2017. Para el pesaje de los residuos provenientes de la recolección municipal se utilizó la báscula de la granja Avícola Salsipuedes S.A. ubicada en la calle Sarratea s/n de Salsipuedes (Figura 1).

Se registró la tara de los camiones al inicio de la campaña, antes de iniciar los recorridos de recolección. Luego se registró el peso de los camiones cargados de residuos, antes de la descarga en el basural, durante todo el período de tiempo que comprendió la campaña.

Se calculó la Tasa de Generación (TG) de los RSU en kg de residuos generados por habitante por día partir del cálculo de la población proyectada para el año 2017, calculada a partir de una proyección lineal teniendo en cuenta los datos poblacionales de los Censos 2001 y 2010:

$$\text{Población 2017} = \text{Pob}_{2010} + 7 * (\text{Pob}_{2010} - \text{Pob}_{2001}) / 9$$

$$\text{TG} \frac{\text{kg}}{\text{hab. día}} = \frac{\text{cantidad de residuos generados en una semana (kg)} / 7 \text{ días}}{\text{Población 2017 (hab)}}$$

Para el estudio de caracterización de residuos se tomaron doce muestras de los ocho recorridos de recolección de residuos y se caracterizaron siguiendo la Norma IRAM 29.523: “*Calidad Ambiental – Calidad de Suelo – Determinación de la composición de residuos sólidos urbanos sin tratamiento previo*” (IRAM 29523 , 2003). Las muestras de residuos, de aproximadamente 100 kg, fueron tomadas de la descarga de los recorridos en el basural y llevadas al predio de Servicios Públicos de la municipalidad donde se montó un gazebo para aislarse de las condiciones climáticas (Figuras 1, 3 y 4).

Las muestras de residuos fueron caracterizadas separando los residuos en veinticinco (25) categorías, una de ellas, “*Líquidos*”, corresponde a líquidos contenidos en envases que fueron descartados con el resto de los residuos sólidos.

Las categorías fueron agrupadas según su potencial de valorización material o energética en:

- 1) residuos *reciclables* (potencialmente comercializables en el mercado local);
- 2) residuos *orgánicos biodegradables* factibles de ser compostados o digeridos anaeróticamente;
- 3) *otros combustibles* no reciclables con buen poder calorífico que pueden ser valorizados energéticamente;
- 4) *rechazos líquidos*, inertes y materiales compuestos no reciclables;
- 5) *peligrosos* domiciliarios como residuos electrónicos, pilas, patógenos, envases de pintura, solventes, etc. que deberían gestionarse por separado.





**Figuras 3 y 4:** Estudio de caracterización de residuos

Los residuos reciclables comprenden plásticos como envases de PET (polietileno tereftalato), envases PEAD (polietileno de alta densidad), polietileno film (PE de alta y baja densidad), PP (polipropileno), telgopor (poliestireno expandido), envases de poliestireno (PS) y PVC (policloruro de vinilo); celulósicos como papel, cartón y envases tetra-pack; vidrio; y metales ferrosos (hierro, hojalata) y no ferrosos (aluminio, cobre, bronce, etc.).

Los residuos orgánicos biodegradables comprenden restos de comida y residuos del jardín (hojas, pasto, ramitas).

Dentro de los residuos “otros combustibles” se incluyen film plásticos sucios o contaminados, maderas, textiles, sanitarios celulósicos (papel higiénico, servilletas de papel), pañales descartables y toallitas femeninas.

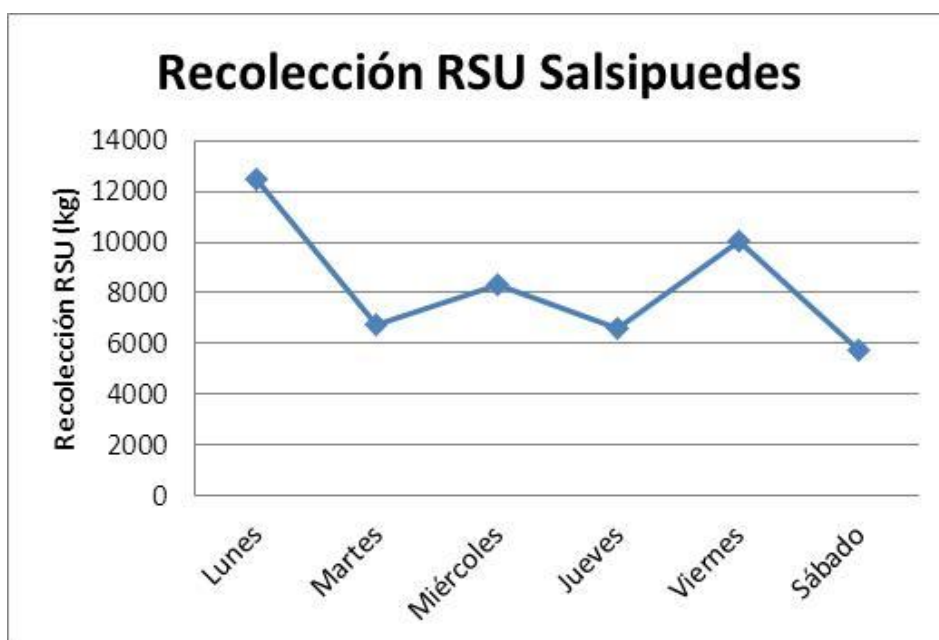
Los residuos agrupados como “rechazos” comprenden líquidos, inertes (cerámicos, tierra, escombros, etc.) y otros materiales compuestos como envases de alimentos con una capa de aluminio interior (algunos podrían ser valorizados energéticamente).

Por último los residuos considerados “peligrosos” incluyen residuos electrónicos y otros residuos potencialmente patógenos (jeringas, etc.), tóxicos (medicamentos vencidos, venenos, latas de pintura), corrosivos (envases de solventes abrasivos, quitaesmaltes, etc.), inflamables o explosivos.

## Resultados

### Estudio de Generación de RSU

El pesaje de los vehículos municipales que ingresaron al basural durante la semana de estudio arrojó los resultados que se presentan en la Figura 5.



**Figura 5:** Recolección de residuos Salsipuedes (kg)

Durante la semana de estudio ingresaron 49.880 kg de RSU provenientes de la recolección de residuos domiciliarios (no incluye poda, escombros ni chatarra) lo que equivale a un promedio diario de **7,126 t/día**.

Teniendo en cuenta que los censos de población y viviendas de los años 2001 y 2010 arrojaron una población residente en Salsipuedes de 6.411 y 9.842 habitantes respectivamente; la proyección lineal de la población para el año 2017 se estima en 12.511 habitantes.

La tasa de generación de residuos sólidos urbanos domiciliarios, sin contar residuos industriales, poda, chatarra ni escombros se estima en **0,57 kg/hab.día**. Hay que tener en cuenta que no se incluyeron los residuos domiciliarios transportados por particulares al basural.

En la Tabla 1 se presenta el resumen de la carga de residuos de cada vehículo recolector durante la semana de estudio para evaluar la eficiencia en el transporte de residuos al sitio de disposición final.

Vehículo recolector	Carga de RSU en kg			
	Promedio	Desvío	Max	Min
Iveco Compactador	3432	1038	5350	2520
VW Compactador	2418	1092	4190	540
Ford 350	791	280	1160	300
Iveco Chico	797	281	1190	370

**Tabla 1.** Carga de residuos por vehículo recolector.

Los camiones compactadores, con una capacidad de carga de 14 m<sup>3</sup>, se estima que pueden transportar hasta 6 o 7 toneladas de residuos. El estudio arroja que estos vehículos están transportando en promedio menos de la mitad de su capacidad, lo que implica una capacidad ociosa considerable que permitiría rediseñar las rutas de recolección para hacer más costo-eficiente la recolección y el transporte de los residuos.

### Caracterización Física

En la Tabla 2 se presenta el resumen de la composición de los residuos por cada recorrido de recolección. Las categorías de residuos se agruparon por su composición química y potencial de valorización. Los residuos reciclables fueron desagregados según su composición química.

CATEGORÍA	Porcentaje de residuos por Recorrido de Recolección							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
<b>RECICLABLES</b>	<b>28,7%</b>	<b>26,3%</b>	<b>30,9%</b>	<b>20,9%</b>	<b>26,5%</b>	<b>48,9%</b>	<b>24,9%</b>	<b>32,8%</b>
<b>PLÁSTICOS reciclables</b>	5,1%	5,2%	8,3%	3,2%	5,4%	7,3%	7,3%	9,8%
<b>CELULÓSICOS reciclables</b>	15,8%	14,6%	12,0%	8,2%	13,9%	11,6%	9,7%	13,3%
<b>VIDRIO RECICLABLE (envases)</b>	5,5%	5,2%	9,1%	8,4%	4,3%	29,0%	4,7%	7,4%
<b>METALES reciclables</b>	2,2%	1,3%	1,4%	1,2%	2,9%	1,0%	3,3%	2,2%
<b>ORGÁNICOS biodegradables</b>	<b>31,4%</b>	<b>31,7%</b>	<b>31,4%</b>	<b>43,7%</b>	<b>31,8%</b>	<b>27,1%</b>	<b>43,5%</b>	<b>35,2%</b>
<b>OTROS combustibles</b>	<b>33,6%</b>	<b>21,3%</b>	<b>24,6%</b>	<b>29,7%</b>	<b>23,9%</b>	<b>13,7%</b>	<b>22,3%</b>	<b>19,6%</b>
<b>RECHAZOS</b>	<b>6,2%</b>	<b>18,7%</b>	<b>11,9%</b>	<b>1,9%</b>	<b>16,9%</b>	<b>9,5%</b>	<b>7,4%</b>	<b>10,0%</b>
<b>PELIGROSOS</b>	<b>0,1%</b>	<b>2,1%</b>	<b>1,2%</b>	<b>3,8%</b>	<b>1,0%</b>	<b>0,8%</b>	<b>1,9%</b>	<b>2,4%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Tabla 2.** Composición de residuos por recorrido de recolección

Se puede apreciar que los residuos reciclables varían entre el 21 y el 49%, mientras que los orgánicos biodegradables varían entre el 27 y el 44%. Hay entre un 14 y un 34 % de residuos no reciclables con potencial energético, y el rechazo comprende entre el 2 y el 19 %. Los residuos electrónicos y peligrosos varían entre un 0,1 y un 4%.

En la Tabla 3 se presenta el resumen de la composición de residuos de todo Salsipuedes donde se presenta el promedio ponderado de todas las categorías de residuos, asignándole a cada muestra el peso estadístico que le corresponde según la cantidad de residuos que se pesaron para cada recorrido muestreado.

En esta tabla se puede apreciar que en promedio los residuos reciclables comprenden cerca del 29% de los residuos, con preponderancia de los materiales celulósicos (13 %), vidrio (6,7 %) y plásticos (6,2 %).

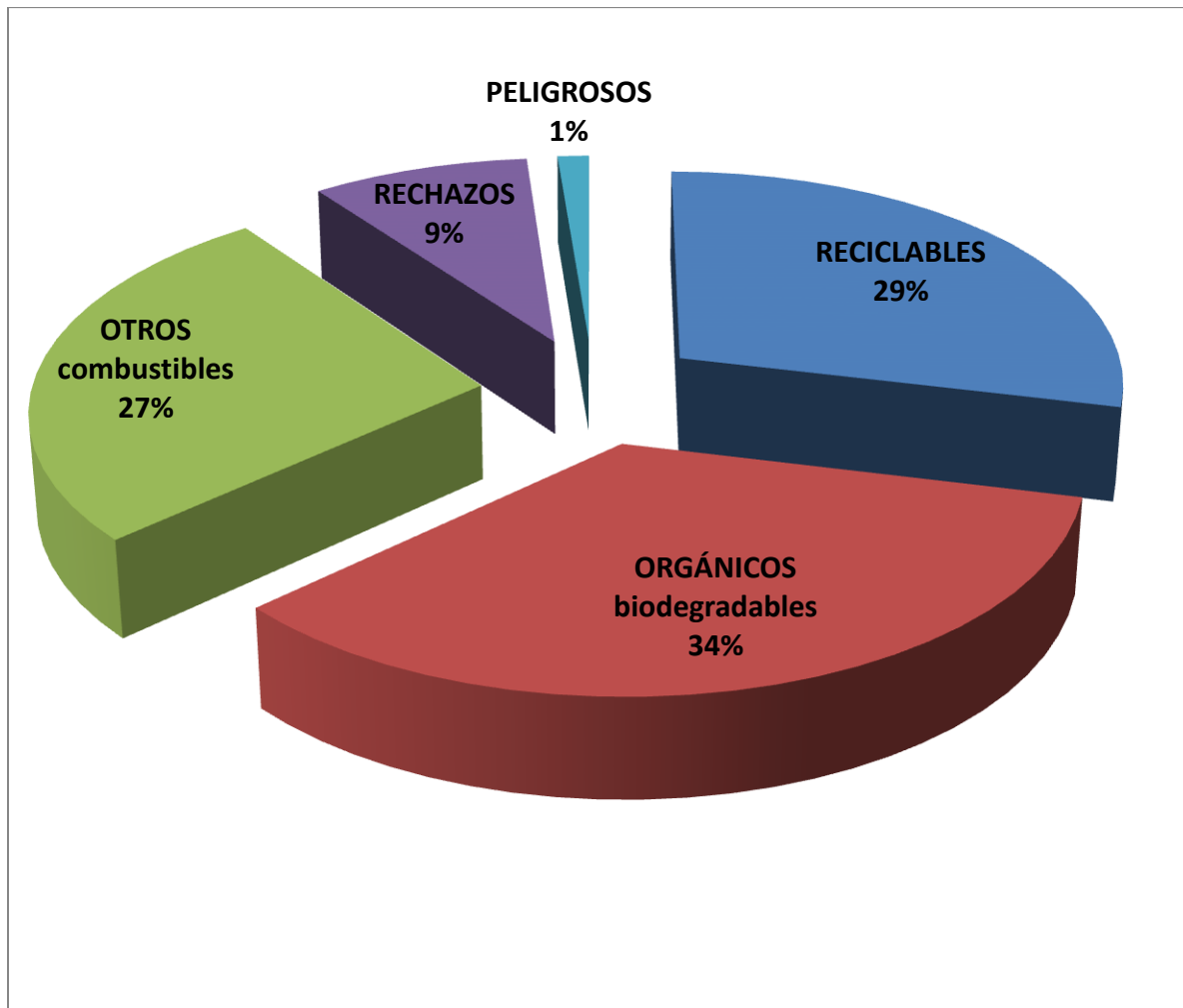
Los residuos orgánicos biodegradables componen cerca del 35 % de los residuos; cerca del 27 % son residuos no reciclables con potencial energético; cerca del 9% son considerados rechazos y poco más del 1 % son residuos electrónicos y peligrosos.

CATEGORIA	% en peso		% desvío
<b>RECICLABLES</b>		<b>28,7%</b>	<b>8,1%</b>
<b>PLÁSTICOS reciclables</b>		<b>6,2%</b>	<b>2,0%</b>
Envases PET	1,6%		0,6%
Envases PEAD	0,6%		0,2%
PE film	1,4%		1,7%
PP	1,0%		0,7%
PS expandido (Telgopor)	0,2%		0,1%
Envases PS	1,1%		1,6%
PVC	0,2%		0,4%
<b>CELULOSICOS reciclables</b>		<b>13,3%</b>	<b>3,5%</b>
Papel p/reciclado	6,1%		3,7%
Cartón p/reciclado	6,5%		1,8%
Envases Tetra	0,8%		0,6%
<b>VIDRIO RECICLABLE (envases)</b>	6,7%	<b>6,7%</b>	6,9% <b>6,9%</b>
<b>METALES reciclables</b>		<b>2,5%</b>	<b>1,9%</b>
Ferrosos	2,1%		2,0%
No ferrosos	0,4%		0,1%
<b>ORGÁNICOS biodegradables</b>		<b>34,5%</b>	<b>6,7%</b>
Restos de comida	26,8%		8,1%
Residuos de jardín	7,7%		4,7%
<b>OTROS combustibles</b>		<b>26,7%</b>	<b>5,4%</b>
Otros plásticos	9,0%		2,6%
Madera	0,7%		0,8%
Textiles	5,6%		3,4%
Sanitarios celulósicos	2,9%		0,9%
Pañales	8,5%		3,6%
<b>RECHAZOS</b>		<b>8,8%</b>	<b>4,7%</b>
Inertes	2,8%		2,0%
Líquidos	1,0%		1,2%
Otros	5,0%		5,2%
<b>PELIGROSOS</b>		<b>1,3%</b>	<b>1,1%</b>
Electrónicos	0,9%		1,2%
Otros peligrosos	0,3%		0,4%
<b>TOTAL</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	

**Tabla 3:** Composición promedio de residuos de Salsipuedes



En la Figura 3 se presenta el resumen del estudio de caracterización de residuos.



**Figura 6:** Composición promedio de los residuos domiciliarios de Salsipuedes

Los resultados contenidos en el presente informe corresponden a las condiciones en las que se realizaron las mediciones y/o ensayos.

---

**Fin del Informe**