



Indice

PRIMERA PARTE

ANTECEDENTES SOBRE EL DESMENUZADOR

1. Resumen Ejecutivo	2
2. Prólogo	3
3. Introducción.	4
3.1 Descripción del Desmenuzador	6
4. Programa de Gestión de Residuos	9
4.1 Impacto de Residuos en Cloacas	9
5. Reseña Datos Históricos de diferentes estudios	13
6. Penetración de Mercado	15
7. Estudio en Diferentes Ciudades de EE.UU.	16
8. Impacto del Desmenuzador sobre Ciudades	19

SEGUNDA PARTE

PANORAMA INTERNACIONAL

1. Estudio de la Universidad de Lund, Suecia. Resumen.	24
2. Estudio Completo de la Universidad de Lund, Suecia.	26
3. Estudio de la Ciudad de Nueva York.	59
4. Estudio de 5 Sistemas de Disposición.	86

TERCERA PARTE

PANORAMA NACIONAL

1. Areas de Estudio de la Capital Federal y Conurbano	96
2. Servicios de Saneamiento Prestados	98
3. Población del Area de Estudio	103
4. Residuos Generados en el Area Metropolitana	106
5. Análisis de la Situación Actual	124
6. Conclusiones y Recomendaciones Generales	139
7. Bibliografía y Referencias	142

PRIMERA PARTE

ANTECEDENTES SOBRE EL DESMENUZADOR

1. Resumen Ejecutivo

El tema central de la presente tesis, es la técnica de separación en origen de los desechos de comida, a nivel casero e industrial, mediante el uso de un electrodoméstico, denominado **desmenuzador de residuos de alimentos**, como un método alternativo de reducción y eliminación de basura orgánica. Estudiaremos su impacto positivo sobre el ambiente, así como los beneficios económicos para las comunidades que lo utilizan. No se consideran otras técnicas para minimizar y/o recuperar desechos domésticos, como papel y plástico. Para una mejor comprensión del estudio, el mismo ha sido dividido en tres capítulos.

En la Primera Parte, se presenta una reseña histórica del aparato, su creación y la necesidad de su utilización. Se describen sus características, virtudes, beneficios y en general su impacto en beneficio del ambiente. Se menciona un estudio técnico detallado sobre el rango de variación de los principales parámetros, que determinan el desempeño de una red de desagües cloacales y su respectiva planta de tratamiento. Además, se mencionan casos concretos de su aplicación en diferentes estados y ciudades de Estados Unidos de Norteamérica, que es el país donde el desmenuzador alcanzó la mayor saturación de mercado, desde su invención en los años 1930, así como las normativas municipales y las declaraciones de sus respectivos alcaldes, como referentes de la necesidad y obligatoriedad de su instalación y uso.

En la Segunda Parte, se describen dos de los estudios de mayor trascendencia que se hayan llevado a cabo en las últimas décadas, por prestigiosas entidades privadas de investigación, siempre con el fin de demostrar las ventajas emergentes de la utilización de desmenuzadores y descartar toda duda acerca de su eventual interferencia con el buen desempeño de las plantas de tratamiento de aguas servidas. Se presentan los casos del estudio de la Universidad de Lund en Suecia y del estudio de la Ciudad de Nueva York, en EE.UU. Además, se comparan cinco combinaciones de diferentes tipos de sistemas de disposición, y se analizan sus respectivas ventajas y desventajas, siempre desde la óptica del ambiente y de los beneficios económicos comunitarios.

En la Tercera Parte, se enfoca toda esta experiencia mundial, de la técnica de separación de desechos domésticos en origen, hacia el panorama nacional, específicamente al área metropolitana. Se recaban datos sobre cantidad y densidad de población, volúmenes de desechos generados, lugares y métodos de disposición, consumos de agua y plantas de tratamiento de aguas servidas, se seleccionan parámetros y se plantean hipótesis de trabajo y rendimiento similares a las utilizadas en los estudios internacionales. Sobre la base de ello, y con los respectivos costos actuales, se calculan los beneficios económicos que reportaría la difusión y el uso masivo de estos equipos. Se concluye el estudio con recomendaciones y una Matriz de Impacto que resume los efectos más importantes sobre el ambiente.

2. Prólogo

Desde el punto de vista de la higiene ambiental, la generación de basura domiciliaria, en general, ha sido siempre uno de los problemas más acuciantes de nuestras sociedades y su disposición adecuada y sostenible, uno de los mayores desafíos tecnológicos de nuestros tiempos. El problema se agrava en la medida que aumenta la extensión y densidad de los conglomerados urbanos, ya que es aquí, donde se plantea el tema de la generación, recolección y sobre todo disposición, en toda su magnitud.

No hace falta traer a colación ciudades como Sao Paulo, Méjico DC., o Nueva York, para nombrar solamente algunas de las metrópolis más grandes del planeta, veamos tan sólo el caso de nuestra Capital Federal, que genera más de **4.600 toneladas diarias** de basura domiciliaria. Debido a nuevas pautas del packaging, entre otras, y en virtud de la avidez de consumo de nuestras sociedades modernas, la basura domiciliaria urbana tiende a aumentar más en volumen que en peso. Esto nos da una idea del volumen que diariamente debe ser dispuesto de alguna manera. No estamos planteando una hipótesis de conflicto a mediano o largo plazo. Es nuestro problema de cada día.

Entre todos los desmanes ecológicos que genera el hombre, el de la generación de basura domiciliaria e industrial debe ser uno de los más graves y difíciles de resolver. Las tecnologías preventivas, o en su defecto, de remediación, deben tender a reducir los volúmenes generados, más que a disponerlos. El problema de los rellenos sanitarios no es su dimensionamiento, o falta de capacidad suficiente, sino su ubicación física respecto de los centros de generación. Tienen que estar dentro del perímetro de influencia de las grandes urbes, de lo contrario los costos de traslado se tornan insostenibles para la propia sociedad que los genera.

De modo que el Leitmotiv de toda autoridad competente en saneamiento urbano, debe ser, en primer término, la Reducción del volumen de basura generada, luego el Reciclaje de la misma y, por último, el Reuso de ciertos componentes de los residuos sólidos urbanos, teniendo como objetivo las célebres 3Rs, que tanto pregonan las campañas publicitarias ambientales. En zonas rurales el problema no deja de ser preocupante, pero debido a la disponibilidad de mayores extensiones de áreas libres, se torna menos agudo el tema de la disposición, mediante enterramiento en rellenos sanitarios o procesamiento en estaciones de compostaje.

Dentro de la composición de la basura domiciliaria nos encontramos con una buena cuota de residuos de alimentos que han sido desechados como desperdicios o bien no han sido consumidos en su totalidad. Esta fracción de residuos, en su mayoría, de características biodegradables, aumenta el peso y el volumen de la basura domiciliaria que se debe disponer diariamente.

El porcentaje del componente biodegradable varía de acuerdo a las sociedades, y se lo puede considerar como un indicador de las costumbres alimentarias y pautas de consumo de los habitantes, y a los efectos de estudios de evaluación de los potenciales de mercado y

estándar de vida, no deja de ser un parámetro que, de algún modo, marca el grado de evolución de una determinada sociedad.

Esta es, precisamente, la porción de residuos de alimentos biodegradables que puede y debe ser eliminada en origen a fin de reducir el volumen de basura domiciliaria que se tiene que disponer diariamente. La manera más adecuada, efectiva e higiénica para lograrlo, es el empleo de aparatos electrodomésticos “desmenuzadores” de residuos de alimentos del hogar.

Los mismos van conectados a las piletas de desagüe de las cocinas, tanto en el hogar como en la industria gastronómica, son de gran difusión en los países industrializados, son accesibles a la población por su bajo costo y gozan de gran prestigio. En algunos casos, inclusive, se recomienda su uso a través de organismos municipales de salud pública por su beneficio sobre el ambiente en general.

Nuestro estudio tiene por objeto demostrar que el uso masivo de estos electrodomésticos sanitarios tiene un impacto positivo sobre el ambiente, ya que no afecta el funcionamiento de los desagües cloacales, a la vez que beneficia los sistemas de disposición de basura por enterramiento en los rellenos sanitarios, al margen de otras múltiples ventajas que iremos presentando.

3. Introducción

La acumulación y disposición de la basura domiciliaria generada por los conglomerados urbanos ha sido, históricamente, siempre uno de los grandes problemas a resolver. Antiguamente, representaba un problema menor, ya que el impacto demográfico era menor y había grandes cantidades de terrenos disponibles para la asimilación natural de los desechos.

En el siglo 19, los habitantes de grandes ciudades tenían que transportar la basura a enormes barriles ubicados en las calles o en las esquinas, donde la misma se acumulaba hasta rebalsar. Eran épocas de salubridad muy deficiente y las enfermedades y epidemias debidas a bacterias, insectos y todo tipo de alimañas causaban estragos en las poblaciones. Como ejemplo de epidemias locales que azolaron a Buenos Aires, podemos mencionar la de fiebre amarilla de 1858 y la de cólera de 1867/68. Otro ejemplo patético, que refleja la falta absoluta de salubridad de épocas anteriores, es la peste bubónica de 1346 en Europa.

Como dato anecdótico, Victor Hugo (1802-1885), hace referencia a la situación ambiental de la época, cuando menciona los “*horribles baldes fétidos de inmundicia*” en su novela “Los Miserables”. El afán de mejorar las normas de higiene y salubridad dio lugar a que se arrojaran los residuos en las alcantarillas o pozos ciegos que, juntamente con el descubrimiento de desinfectantes, contribuyó a crear un entorno más saludable.

En el año 1927, el arquitecto norteamericano John Hammes inventó el primer artefacto doméstico destinado a desmenuzar los residuos de alimentos que, con el correr de los años se convertiría en el precursor de los modernos equipos electrodomésticos, más conocidos actualmente por las siglas FWD, en idioma Inglés. El invento obedecía a un intento de mejorar el confort y la calidad de vida en los hogares, más que a reducir el volumen de basura, ya que por aquellos años, con menores conglomerados urbanos y menor generación de basura, la disposición de la misma no era un tema tan acuciante y el concepto del cuidado del ambiente no había adquirido el grado de conciencia actual.

El crecimiento demográfico, por un lado, y la disminución de los espacios libres disponibles para la disposición de la basura, por el otro, acompañados por aspectos prácticos de higiene y salubridad urbana, hicieron que estos aparatos fueran requeridos más por su aporte beneficioso al cuidado del ambiente, que por su aspecto de confort hogareño. En este sentido, y luego de haber llevado a cabo estudios e investigaciones exhaustivas y haber comprobado el impacto positivo sobre el ambiente, muchas comunidades, - más de 90 en los EE.UU.-, incentivaron el uso de desmenuzadores en general y emitieron ordenanzas municipales que requerían la instalación de los mismos en toda construcción habitacional nueva.

Desde el punto de vista de la protección del ambiente, el desmenuzador es un elemento ambiental relativamente nuevo, dado que su difusión comercial comenzó recién en la década del 40. Por los años 60, el debate sobre el cuidado del ambiente se centraba principalmente en la contaminación de las aguas en general. Desde esa óptica, los desmenuzadores fueron considerados como una tecnología inconveniente, pues se pensaba que podrían obstruir los conductos cloacales y afectar negativamente el buen funcionamiento de las plantas depuradoras. Por ello, su uso fue restringido y hasta prohibido en muchos lugares de EE.UU y Europa, durante las décadas del 70 y 80.

El problema del manejo de los desechos sólidos se torna acuciante en la década del 90, con rellenos sanitarios llegando al límite de su capacidad, aumento del riesgo de epidemias por la toxicidad de los residuos y la contaminación de las fuentes de aguas por los lixiviados no tratados debidamente. Casi todas las comunidades están actualmente abocados a las tareas de alguna forma de reciclaje de los desperdicios. El desmenuzador es un paso natural en ese sentido y se lo debe considerar como un método de reciclaje de desechos sólidos, a nivel doméstico e industrial.

Según datos estadísticos⁴⁹, el volumen de basura doméstica en EE.UU. se ha estabilizado en aproximadamente 300 kg por persona por año, lo cual constituye un enorme desafío técnico y económico en términos de manejo, disposición y contaminación.

Sobre la base de estas mismas estadísticas, aproximadamente un tercio de toda la basura doméstica está compuesto por residuos de alimentos. Desde el punto de vista de la tan mentada separación de la basura domiciliaria en origen, este hecho significa no solamente una reducción de unos 100 kg per cápita por año, sino también una disminución sustancial de los costos de manejo de recolección y disposición de basura.

3.1 Descripción del Desmenuzador

Se trata de un electrodoméstico, cuya función primordial es la de moler completamente los restos de alimentos de las cocinas, tanto caseras como las de restaurantes, comedores, hospitales, clubes, hoteles, etc., para luego evacuarlos, a través del desagüe cloacal hacia la planta depuradora de la comuna, o en su defecto, al pozo séptico casero, en el caso de viviendas rurales.

Hay muchos fabricantes^{60, 61} y diferentes marcas, cada una con sus características propias, pero en general todas responden a patrones comunes, siendo sus dimensiones aproximadamente 40cm de largo, por 20cm de diámetro, su peso entre 7 y 10 kg y van instalados debajo de la mesada de la cocina, conectados al desagote de la pileta, por un lado, y a la instalación sanitaria de desagüe de la vivienda, por el otro. Se acciona eléctricamente con 110 / 220 V CA. La potencia de los motores varía entre ½ HP y 1HP, para modelos domésticos, de 2 HP o más para fines industriales. Los domésticos suelen consumir en promedio ½ kWh por mes y tienen un consumo promedio de agua de 6 litros por persona por día.

Los residuos de alimentos se arrojan al desmenuzador a través de la abertura superior de 3,5 a 4 pulgadas de diámetro, juntamente con un chorro abundante de agua fría que debe correr durante unos 30 segundos (flujo recomendado 3,79 litros/minuto), para asegurar que todos los residuos fueron arrastrados por el agua y debidamente molidos. Se debe usar agua fría para producir la coagulación de aceites y grasas, evitando que estas se adhieran a las paredes internas de las cañerías, obstruyéndolas. El proceso de desmenuzado propiamente dicho se produce de la siguiente manera.

Los residuos de alimentos caen sobre un plato que gira a gran velocidad, entre 2.000 y 13.000 r.p.m., y que gracias a la fuerza centrífuga, los arroja contra la pared interna de la cámara de molido, revestida con filosos y rugosos elementos de corte.

Por seguridad, se recomienda cubrir el orificio de entrada del desmenuzador con la tapa correspondiente durante el funcionamiento del mismo.

Los restos de alimentos son prácticamente desmenuzados y desintegrados en finisimas partículas, que son arrastradas por el flujo de agua a otra cámara inferior, que luego los evacua a través de la cañería del desagüe. El motor de accionamiento se encuentra ubicado en la parte inferior de estos aparatos.

Contrariamente a la creencia popular, el desmenuzador no tiene cuchillas giratorias, que podrían ser un potencial peligro para el operador, sino tan sólo paredes ásperas y cortantes que desmenuzan todo resto de comida, inclusive huesos de pollo, pato, liebre, cáscara de huevo, cáscara de frutas y verduras. Los desmenuzadores son aparatos robustos, confiables y durables; su manejo es sencillo y prácticamente no requieren mantenimiento.

Durante el funcionamiento, y por seguridad, se recomienda cubrir el orificio de entrada del desmenuzador, con la tapa correspondiente provistas por el fabricante.

No se deben desmenuzar materiales duros y pesados tales como, huesos vacunos, carozos de durazno, además de metal, vidrio, cerámica. No porque no se los pueda desmenuzar, sino porque sedimentan y obstruyen las cañerías de desagüe.

Se calcula que actualmente existen unos 60 millones de aparatos en uso en todo el mundo, mayormente en EE.UU., pero Australia, Gran Bretaña, Europa, Japón y últimamente América de Sur, también constituyen buenos mercados.

3.1.1 Ventas Mundiales

El siguiente listado refleja de algún modo la evolución de las ventas.

Año	Cantidad de Unidades	
1950-1959	600.000	media anual
1960-1969	1.000.000	media anual
1970-1973	2.000.000	media anual
1974	2.553.000	
1975	2.080.000	
1976	2.516.000	
1977	2.941.000	
1978	3.312.000	
1979	3.317.000	
1980	2.962.000	
1981	3.179.000	
1982	2.779.000	
1983	3.526.000	
1984	4.000.000	
1985	4.100.000	
1986	4.200.000	

3.1.2 Penetración del Mercado ^{28, 30}

EE.UU.	50%
América Central	5%
Gran Bretaña	4%
Australia	5%
Brasil	5%

3.1.3 Nivel de Ruido del Desmenuzador

<u>Tipo de Funcionamiento</u>	<u>Decibeles</u> (Ponderación A)
En vacío	60
En marcha con agua fluyendo	63
En marcha triturando huesos con agua fluyendo	90
En marcha triturando residuos blandos con agua fluyendo	63

A continuación se indican los rangos de niveles habituales de otros electrodomésticos.

Electrodoméstico	Rango de Decibeles Ponderados en “A”
Refrigerador	47-67
Lavadora	47-77
Secadora	50-72
Acondicionador de aire	60-72
Aspiradora	60-85
Batidora	65-87
Lavaplatos	64-65

3.1.4 Consumo de Agua del Desmenuzador⁴²

De entre todos los estudios que se han realizado a fin de determinar el aumento de aguas residuales provenientes del uso de desmenuzadores, el de la EPA⁵⁵. (Agencia de Protección del Ambiente) de EE.UU. es el más fehaciente.

Artefacto del hogar	Consumo/pers/día	Porcentaje sobre Total
Descarga inodoro	16,2 gal / 61 L	35,5
Baño	9,2 gal / 35 L	20,2
Lavado de ropa	10,0 gal / 38 L	21,9
Lavado vajilla	3,2 gal / 12 L	7,0
Varios	5,8 gal / 22 L	12,8
Desmenuzador	1,2 gal / 4,5 L	2,6
Total	45,6 gal / 172 L	100,0

4. Programa de Gestión de Residuos Sólidos de los Municipios

A fines de 1940 y principios de 1950, General Electric, el mayor fabricante de desmenuzadores en esa época, montó un laboratorio especial de investigación con el objeto de ayudar a ratificar las bondades del desmenuzador y confirmar los efectos cuantitativos del mismo sobre el sistema cloacal. Estos estudios permitieron luego levantar las prohibiciones de uso que estaban en vigor. De hecho, más de 90 comunidades norteamericanas, tales como Los Angeles, Detroit y Denver, emitieron ordenanzas municipales, requiriendo la instalación de estos aparatos en toda nueva construcción.

4.1 El impacto de desechos sólidos molidos en los sistemas cloacales

La investigación que se describe confirma que prácticamente no existe ningún impacto negativo sobre un sistema cloacal bien diseñado y debidamente mantenido que no haya alcanzado aún su límite de capacidad.

Veamos cómo influye el desmenuzador sobre el sistema de tratamiento de aguas cloacales. Uno de los parámetros más usados para medir este efecto, es la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que es precisamente la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el líquido, que se requiere para estabilizar la materia orgánica adicional, que proviene del procesamiento de restos de alimentos. Cuanto mayor sea su carga orgánica, tanto mayor será la demanda de oxígeno.

Un incremento en la volatilidad de los sólidos es un índice de su contenido orgánico y normalmente estará acompañado por un aumento de su capacidad de putrefacción y la emisión de olores desagradables. Este hecho se debe a la acción de bacterias anaeróbicas.

La bacteria aeróbica toma el oxígeno gaseoso disuelto en el agua y lo usa para actuar sobre sólidos en suspensión y disueltos en los líquidos cloacales; las bacterias anaeróbicas predominan en la ausencia de oxígeno gaseoso y tienden a producir olores muy desagradables, tales como mercaptanos. En cierto modo, un tipo de bacteria contrarresta a la del otro tipo. Dado que un líquido cloacal muy potente requiere una mayor cantidad de oxígeno para estabilizar la masa, puede ocurrir que se le extraiga todo el oxígeno disuelto en el agua. Es en este momento, cuando comienza a actuar la bacteria anaeróbica. Por ello, es fundamental que los sistemas cloacales estén contruidos de modo tal, que puedan manejar la potencia del líquido que transportan. Se han realizado una gran cantidad de estudios, desde mediados de 1940, así como recientemente en el 1990, sobre la carga de DBO, debida al uso de desmenuzadores.

Estudios de data más reciente, (ver pág. 12/13) realizados en la Universidad de Wisconsin, en la Agencia de Protección Ambiental (EPA), en la Fundación Nacional de Ciencia (NSF), en Francia⁴⁰, Alemania³⁸ y Suecia, muestran niveles variables del aumento de DBO, debido al uso de desmenuzadores, que van desde 29% a 48% del DBO total. Sin embargo,

estos estudios han mostrado un incremento promedio de DBO casi idéntico a los estudios previos, que presentan sus resultados en términos de gramos per cápita por día. Al evaluar los resultados en libras (en vez de porcentajes), permite proyectar el impacto a nivel comunitario debido al uso de desmenuzadores, teniendo en cuenta el porcentaje de la saturación del mercado. Los pesos (en libras) multiplicados por la saturación del mercado y la cantidad de hogares en la comunidad, representa la cantidad real de DBO adicional agregado al sistema.

Otro factor usado para medir el impacto de desmenuzadores sobre los sistemas cloacales es el aumento de sólidos en suspensión. Se trata de una masa de sólidos en el líquido cloacal que se determina mediante el filtrado del líquido al entrar a la planta de tratamiento desde la red cloacal.

Tal como ocurrió con la DBO, los sólidos en suspensión han sido medidos dentro de una amplia gama de resultados durante los últimos 40 años. También aquí las unidades son gramos por persona por día. Algunos estudios se llevaron a cabo en sistemas cloacales completamente separados, mientras que otros tuvieron lugar en sistemas cloacales y pluviales combinados, donde, esporádicamente, podría haber habido demasiada agua pluvial debido a tormentas. Si la concentración de sólidos en suspensión se hubieran presentado en términos de un muestreo promedio diario, los parámetros de concentración se habrían reducido simplemente debido al efecto de la dilución. Sin embargo, aun habiendo una cantidad mayor de agua servida diluida, la cantidad de sólidos transportados sería la misma y el flujo, expresado en gramos/cápita/día, sería la medida del total de los desechos sólidos. Por ello, los dos sistemas cloacales, separados y combinados, son comparables en términos de cantidades reales transportadas, antes y después de la instalación de desmenuzadores.

Asimismo, y a semejanza del DBO, cualquier otra información relativa a las proyecciones de sólidos en suspensión en las aguas servidas de la comunidad, debe tener en cuenta la penetración de mercado de estos artefactos domésticos.

El tema del consumo de agua es un factor preponderante en nuestras sociedades de hoy. Uno de los cálculos realizados por la EPA^{32,33} de EE.UU. muestra que el consumo de agua debido al uso cotidiano de los desmenuzadores domésticos equivale a 1,2 galones por hogar por día, equivalentes a 2,6% del consumo de agua total diario de cada hogar. En contraste con ello, el consumo de agua debido a la descarga del inodoro es de 16,2 galones por día (35,5%), por baños y duchas: 9,2 galones por día (20,2%), por lavado de ropa: 10 galones por día (21,2%) y por lavado de vajillas: 3,2 galones por día (7%).

En general, los estudios de la EPA se condicen con otros estudios importantes llevados a cabo por Bennett & Linstedt en EE.UU. , dos en Francia, uno en Alemania y uno en Suecia, en cuanto al consumo de agua debido al uso de desmenuzadores.

Otro parámetro de comparación, es el lavavajillas doméstico que, en términos medios, genera aproximadamente 2,6 veces más agua residual que el desmenuzador.

Otro tema importante a considerar, es la velocidad requerida para transportar los desperdicios de alimentos desmenuzados y prevenir la sedimentación de los sólidos en suspensión en los conductos cloacales. De acuerdo a la Asociación Norteamericana de Obras Públicas, las velocidades habituales usadas en los diseños de conductos cloacales, son suficientes para transportar desperdicios molidos adicionales, ya que se trata de material predominantemente orgánico, mucho menos denso que la arenilla. Los límites mínimos para velocidades son de 2 pies/segundo para sistemas separados y 3 pies/segundo para sistemas cloacales combinados.

Durante los últimos 40 años, los ingenieros sanitarios han detectado un incremento sustancial en la cantidad de grasas que fluyen por las redes cloacales que, supuestamente, sería atribuible tanto al uso de detergentes como de desmenuzadores. Un estudio que data del año 1962 formuló teóricamente la función primordial de los detergentes de mantener las grasas en un estado coloidal disperso, permitiendo así la acción bacteriana enzimática. Esta acción enzimática reduce la molécula de glicerina del ácido grasoso, liberando al ácido para que pueda reaccionar con los iones de calcio y de magnesio, presentes en el flujo cloacal, y formar jabones insolubles de calcio y magnesio, perjudiciales para el sistema cloacal.

Sin embargo, en la práctica, ninguna de estas conjeturas teóricas llega a producir daños mensurables en los sistemas de desagüe. En los manuales de uso de desmenuzadores, los fabricantes recomiendan exclusivamente el uso de agua fría para el proceso de desmenuzamiento, precisamente para evitar los problemas que puede producir la grasa.

El agua fría hace que toda grasa presente en los desperdicios se gelatinice y se aglutine con otras partículas de desechos molidos. El chorro de agua fría no permitirá que la grasa se adhiera a las paredes internas de los conductos. Aun así, los estudios recomiendan no verter gran cantidad de aceites o grasa calientes por el desagüe o al desmenuzador, porque se gelatinizará a temperaturas inferiores de la instalación sanitaria doméstica, obstruyendo las mismas. Por ello, el estudio recomienda gelatinizar primero la grasa mediante agua fría y recién luego desmenuzarla y, finalmente, transportarla por los conductos cloacales.

Las inspecciones hechas en instalaciones sanitarias domésticas han confirmado los beneficios de esta práctica. De hecho, las cañerías que transportaban residuos adicionales de alimentos molidos, se encontraban en condiciones más limpias que aquellas que no contenían restos molidos. Es más, las cañerías que transportaban residuos molidos, producidos por el desmenuzador, no presentaban la típica capa gelatinosa que suele revestir sus paredes internas. Esto permite concluir que el uso de desmenuzadores, lejos de provocar la obstrucción de las cañerías y conductos cloacales en general, contribuye a solucionar el problema de las grasas.

Se puede afirmar que el uso de desmenuzadores tiene, en general, un impacto positivo sobre los sistemas cloacales. Si bien surgen aumentos en los niveles de DBO, sólidos en suspensión y carga hidráulica, los mismos no afectan el buen funcionamiento de las plantas de tratamiento bien diseñadas, que no estén trabajando al límite de su capacidad.

Los estudios relativos al impacto de los desmenuzadores sobre cámaras sépticas datan ya de la década de los 40 y 50. Sin embargo, en los años 60 todavía se dividían las opiniones

respecto de si realmente causaban disturbios o no en el buen funcionamiento de las mismas. Por ello, el Servicio de Salud Pública de EE.UU. encomendó un estudio sobre el tema.

El informe de 90 páginas da cuenta categóricamente de que los sistemas de cámaras sépticas pueden manejar perfectamente la carga adicional debido al desmenuzador, mediante la ampliación de la capacidad del tanque séptico y mayor área de lixiviado. En la opinión de los autores de este estudio y para sistemas de tanque séptico con desmenuzador, se pueden usar las dimensiones estándar que recomienda el manual correspondiente de la Autoridad Federal de la Vivienda (FHA).

La situación acuciante que plantea la creciente tarea de la gestión de desechos sólidos para las próximas décadas, obliga a pensar en soluciones que incorporen algún método de separación de los desechos en origen. Los desmenuzadores son, precisamente, una de las estrategias recomendadas a tal fin. Hace 50 años no había ni la necesidad imperiosa de encarar este problema, ni la experiencia necesaria con el uso de desmenuzadores; hoy contamos con ambos.

Tablas de Aumentos de la Carga de DBO debido al uso de Desmenuzadores⁴⁵

Fuente	Año del Estudio	DBO Total	DBO por Desmenuzador	% del DBO Total
Wisconsin	1976-1984	0,12-0,14 lbs.	54-62 g	n.a.
EPA	1980	0,14 lb / 63,2 g	0,04 lb / 18 g	29%
Francés	1986	0,12 lb / 54 g	0,07 lb / 31 g	57%
Alemania	1984	0,10 lb / 45 g	0,02 lb / 10,4 g	23%
NSF ^{47,48}	1966	0,17 lb / 77 g	0,05 lb / 23,2 g	30%
Sueco	1990	71 g	30 g	48%

Fuente	Año del Estudio	Aumento DBO Lb/persona/día	Gramos/persona/día
A.P.W.A.	1970	0,051	22,7
Babbitt	1944	0,026-0,034	11,8-15,4
Charonte Marine			
Distrito	1983	0,051-0,056	22,7-25,4
Cohn	1946	0,026-0,051	11,8-22,7
Gunderson	1948	0,025-0,051	11,3-22,7

Hazeltine	1950	0,08	36
Rawn	1951	0,054	24,6
Tolman	1947	0,038-0,065	17,2-29,4
Watson&Clark ⁴⁶	1961	0,03	13,6

Fuente	Año del Estudio	SS Total	SS por Desmenuzador	% de SS Total
Wisconsin	1976-1984	0,14-0,15lb 63-69gr	n.a.	-
EPA	1980	156lb / 70,7gr	0,058lb/26,5gr	37,5%
Francés	1986	0,154lb/70 gr	0,075lb/34gr	48,6%
Alemán	1984	0,088lb/ 0,05gr	0,046lb/20,8gr	52%
NSF ^{47,48}	1966	0,199lb/90gr	0,064lb/28,9gr	32%
Sueco	1990	114gr	34gr	42,5%

Fuente	Año del Estudio	Aumento de SS Lb/persona/día	Gramos/persona/día
A.P.W.A.	1970	0,10	45,3
Babbitt	1944	0,064	29
Charonte Marine District	1983	0,047-0,063	21,3-28,5
Cohn	1946	0.20	90,6
Gunderson	1948	0.20	90,6
Hazeltine	1950	0,10	45,3
Rawn	1951	0,047	21,3
Tolman	1947	0,065-0,110	29,4-49,8
Watson & Clark ⁴⁶	1061	0,05	27,7

5. Breve Reseña sobre Datos Históricos Del Desmenuzador

Inventado a mediados de 1930 por un arquitecto norteamericano en Racine, Wisconsin, EE.UU. comenzó a comercializarse recién después de la segunda guerra mundial, pero la mayoría de los municipios no permitía su instalación. Fue cuando General Electric, el mayor fabricante del país, comenzó con su campaña de información e instaló su propio laboratorio de investigaciones ambientales respecto del impacto del desmenuzador.

Entre sus estudios se destaca el de Jasper⁵³, Indiana, EE.UU. donde se instalaron 10.000 aparatos, prácticamente el 70% de los hogares, para evaluar los efectos sobre la red cloacal y su planta de tratamiento de los efluentes. Jasper se convirtió en la primera comunidad de EE.UU. “libre de desechos”. Tal fue el impacto que causó su eficacia en la separación de desechos en origen que se lo asemejó con las funciones revolucionarias del watercloset. Los estudios posteriores relativos a las diferencias químicas entre los sólidos de desechos desmenuzados y los sólidos de desechos fecales, demostraron que no había diferencia entre ambos. Por lo tanto, las plantas de tratamiento de aguas cloacales podían manejar y absorber perfectamente las aguas residuales provenientes de desmenuzadores, sin tener que modificar su proceso normal de tratamiento.

Otros estudios realizados por el Departamento de Saneamiento de la ciudad de Nueva York, relativos a los costos que significarían la instalación de desmenuzadores, mostró que se podrá ahorrar entre US\$24,5 millones y US\$79 millones por año, al eliminar la mano de obra necesaria para separar los residuos de alimentos del resto de desechos sólidos, con fines de reciclaje.

Otra ventaja colateral que proviene del uso de los desmenuzadores como separadores de desechos en origen, es la reducción significativa de los lixiviados. Según el Dr. Philip H. Jones, profesor del Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad de Toronto, Canadá, y toda una autoridad en la materia, los residuos de alimentos son los principales causantes de la contaminación de las napas freáticas debida a los lixiviados provenientes de los rellenos sanitarios, que pueden llegar a ser hasta 100 veces más fuertes que el líquido cloacal doméstico.

La acción bacteriana sobre los residuos de comida, no solamente genera lixiviados carcinogénicos contaminantes, sino que además, produce la emisión a la atmósfera de dióxido de carbono y metano, que son los gases del efecto invernadero. El Dr. Jones estima que la parte húmeda y putrescible de los desechos debería ser separada en origen y debería ser mezclada con desechos secos, fácilmente reciclables. También afirma que los problemas de los rellenos sanitarios serían mucho más leves si se redujeran sustancialmente o eliminaran totalmente el aporte de residuos de alimentos.

En un informe reciente, el Dr. Jones manifestó que si se eliminara los residuos de alimentos, el desecho sólido remanente se convertiría en mucho menos agresivo y más apto para ser almacenado por largo tiempo. De paso, eliminaría la permanente amenaza de paros organizados por el gremio recolector de la basura urbana. En el mismo informe, afirma que los residuos de alimentos que no son debidamente tratados, representan una amenaza de la misma magnitud que los desechos fecales y que, por esa razón, deberían ser tratados de la misma manera, es decir, a través de los sistemas de plantas de tratamiento de líquidos cloacales y aguas servidas.

Los residuos de alimentos generados dentro de los hogares provienen básicamente de dos fuentes, a saber: Restos que quedaron de la preparación de la comida y las sobras de comida propiamente dicha, que no fue consumida y quedó en los platos.

Otro estudio que amerita ser tenido en cuenta. A fines de 1960, la Autoridad de Vivienda Pública de Columbus, Ohio³⁷, EE.UU. llevó a cabo un proyecto cuyo objetivo era determinar si se podían reducir los costos de exterminación de roedores e insectos. Se estudiaron dos asentamientos de residencias, con y sin desmenuzadores respectivamente. El resultado mostró irrefutablemente que se reducían los costos de exterminación pero, más importante todavía que eso, creció considerablemente el nivel de satisfacción entre los residentes, gracias a la disminución de la incidencia de roedores e insectos.

Los costos de las comunidades para combatir las plagas y pestes son significativos. En la Ciudad de Nueva York, en plena campaña de recorte del gasto público, el Departamento de Salud tuvo que incrementarse el presupuesto del año fiscal 1987 en US\$1.500.000, o sea, 8%. Hay un acuerdo unánime, entre los funcionarios de salud pública de más de 50 ciudades grandes en los EE.UU., en el sentido de que los residuos de alimentos son la causa más importante del tamaño de la población de ratas en general.

A su vez, afirman que el desmenuzador de residuos de alimentos es el medio más idóneo para reducir las poblaciones de ratas en sus respectivas ciudades. Los mismo funcionarios de la Ciudad de Nueva York mencionan que una buena parte del presupuesto se gasta en hacer frente a reclamos de la ciudadanía en procura de edificios de alta calidad. En el conocido caso de Jasper, Indiana, se redujo drásticamente el número de casos de infecciones causadas por ratas y, en general, los funcionarios de salud pública afirman que eliminando los residuos de alimentos crudos y sus respectivos olores que emanan, se puede reducir también significativamente la incidencia de insectos.

6. La Penetración de Mercado de los Desmenuzadores vs. el Impacto Ambiental sobre Plantas Depuradoras de Aguas Servidas³⁶

Luego de más de 50 años de marketing intensivo, los desmenuzadores alcanzaron una penetración en el mercado de aproximadamente 51% a través de los EE.UU. En algunas zonas de menores ingresos los niveles rondan los 28%-30%. En otras áreas, como California, puede llegar hasta el 85%, debido a campañas más intensas, mayores ingresos por grupo familiar y también debido a ordenanzas municipales que incentivan y hasta obligan la instalación de estos aparatos en las nuevas viviendas a construirse.

Otras ciudades, como Nueva York, muestran un nivel de penetración relativamente bajo, respecto del resto del país, por falta de marketing por parte de los fabricantes y ordenanzas municipales que, por temores infundados, prohibían el uso masivo de los mismos. Una vez

levantada la prohibición municipal, se espera una penetración del 4% y, a posteriori, un crecimiento sostenido de aproximadamente 1% anual, similar al resto del país.

Este crecimiento tan lento haya sido probablemente la causa por la cual haya pasado relativamente inadvertido por las autoridades sanitarias de la mayoría de los municipios. Para entender mejor el motivo de esta demora, hay que compararlo con los inodoros que comenzaron a ofrecerse en el mercado para fines del siglo 19, para finalmente retirar los desechos fecales de los sistemas de recolección del resto de la basura doméstica.

El crecimiento de la penetración fue lento por la misma razón que lo es para los desmenuzadores: no había fondos públicos para la adquisición del producto. En materia sanitaria, el desmenuzador cumple, en realidad, una función similar al del inodoro; sin embargo, se lo percibe apenas como un elemento de conveniencia y confort hogareño, y no como artefacto sanitario. Por otro lado, en otras comunidades de California, su difusión es tal que se convirtió indiscutiblemente en un artefacto sanitario estándar en toda construcción nueva.

Hoy en día, no hay comunidad norteamericana, sea ésta pequeña, mediana o grande, que no incluya el desmenuzador en su programa de reciclado y separación de desechos en origen. No se han registrado problemas de mal funcionamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales, atribuibles directamente a desmenuzadores, en los últimos 20 años.

7. Experiencias de Desempeño del Desmenuzador en Varias Ciudades de EE.UU. y Canadá

7.1 Boston, Massachussets

El estudio fue realizado por la consultora Konheim & Ketcham en el año 1985. La ciudad tenía las mismas características de tratamiento de aguas servidas que la Ciudad de Nueva York, es decir:

- a. Un problema con desagües cloacales y pluviales combinados.
- b. Un sistema cloacal muy antiguo.
- c. Infiltraciones de las mareas.
- d. Las aguas del océano expuestas a contaminación.

Además, Boston estaba más urgida para cumplir con las normativas federales en cuanto a calidad de aguas portuarias que son 8 veces más estrictas que las de Nueva York, en vista de su objetivo de llegar a convertirse en puerto de pesca de cretáceos.

La penetración de mercado de desmenuzadores era de aproximadamente 30% y la ciudad estaba diseñando tres instalaciones de desagües para manejar entre 1.514.000 y 1.890.000 de m³ por día. Las instalaciones ya existentes estaban diseñadas para servir una población de 800.000 habitantes. El director del Departamento de Cloacas de la Autoridad de Recursos Hídricos de Massachussets expresó su convicción de que los desmenuzadores no tendrían ningún efecto sobre el programa de tratamiento de aguas residuales. La única condición impuesta era que las partículas sólidas residuales no fueran mayores de 12,5mm, de acuerdo con las normativas municipales. Los desmenuzadores de ultima generación desmenuzan los sólidos hasta menos de 3,0mm.

7.2 Philadelphia, Pennsylvania

Philadelphia es otra ciudad con mareas costeras y desagües cloacales combinados. También aquí la penetración de desmenuzadores es del orden de 30%. Esta ciudad, al igual que Boston, estando a favor de estos aparatos, sancionó una nueva ley en este sentido, en 1990. Mediante esta ley, se prohíben disponer los residuos de alimentos que puedan ser desmenuzados. Es más, se tornó obligatorio el uso de desmenuzadores en todas aquellas instalaciones que, de alguna manera, enviaban sus residuos de alimentos a rellenos sanitarios. Las autoridades de Philadelphia consideran que el desmenuzador es una necesidad sanitaria y puso en marcha un plan de mejora de su programa de tratamiento de aguas servidas.

7.3 Chicago Illinois.

Chicago también sufre las consecuencias de derrames de su sistema cloacal mixto, especialmente durante fuertes tormentas. Esta es una de las causas de la contaminación del lago de Michigan. Al igual que Nueva York, Chicago había prohibido el uso de desmenuzadores en los años 50, por temor a afectar el funcionamiento de sus plantas de tratamiento de aguas servidas. Sin embargo, hoy en día, con más de 350.000 aparatos instalados y aproximadamente un 30% de penetración de mercado, no se reportan efectos negativos sobre el sistema sanitario de la ciudad. Por el contrario, se tiene la convicción entre las autoridades competentes que los desmenuzadores han beneficiado al sistema.

7.4 Toronto, Canadá⁵⁸

Toronto es la única gran metrópolis de Canadá que tenía prohibido el uso de desmenuzadores por el temor de incidir negativamente sobre su sistema cloacal-pluvial combinado.

Sin embargo, nombró recientemente una comisión de estudio especial, a cargo de implementar estrategias alternativas aceptables a fin de eliminar por lo menos el 25% de los desechos sólidos de los rellenos sanitarios para el 1992 y el 50% para el año 2000. También se llevaron a cabo estudios especiales, a cargo de los fabricantes y en colaboración con el Instituto de Estudios Ambientales de la Universidad de Toronto para demostrar las bondades de los desmenuzadores.

El estudio se llevó a cabo en la localidad de Penetanguishene, ubicada sobre la bahía Georgian en Ontario, y estuvo supervisada por el Dr. Phillip Jones, profesor de Ingeniería Ambiental en la Universidad de Toronto y experto en tecnologías de tratamiento de aguas servidas. El objetivo del estudio era determinar la magnitud de cualquier carga orgánica adicional al sistema cloacal y tratamiento de aguas servidas, como consecuencia del uso de desmenuzadores.

Penetanguishen es una pequeña comunidad de 5.000 habitantes servida por dos plantas municipales de tratamiento de aguas cloacales. Las plantas que datan de 1960 fueron puestas a disposición de la Universidad de Toronto para fines de investigación. La Municipalidad permitió la instalación de desmenuzadores en un sector de la ciudad a los efectos de monitorear cualquier diferencia eventual que pudiera aparecer, a raíz del uso de estos aparatos. La comunidad está servida por dos plantas de tratamiento de efluentes cloacales municipales que emplean el proceso de estabilización de contacto.

Se pudo aislar una de las áreas para fines de monitoreo, gracias a que los sistemas de desagües cloacales y pluviales están completamente separados. El sector bajo estudio incluía aproximadamente 180 hogares.

Los efluentes cloacales fueron estudiados previamente por unos 30 días, después de los cuales los desmenuzadores fueron entregados sin costo alguno a estos 180 hogares. Solamente 25 hogares aceptaron la propuesta, (equivalente a una penetración de mercado de 14%). Las unidades se instalaron correctamente y se tomaron recaudos para que fueran usados debidamente.

Paralelamente, se pesaban y se registraban semanalmente los cargamentos de desechos sólidos que llegaban a la estación de transferencia, para determinar la variación de peso y volumen, a partir de la instalación de los desmenuzadores. La disminución del peso no fue la esperada pero, en cambio, sí hubo una sensible mejora en cuanto a la calidad de los desechos que se tenían que disponer en los rellenos sanitarios.

Los resultados fueron similares a los que arrojaron los estudios llevados a cabo en Shorewood Hills y Maple Bluff ³², en el estado de Wisconsin, donde las mediciones de DBO y SS disminuyeron durante el período de monitoreo. La carga de sólidos en suspensión disminuyó de un promedio de 76 kg/día a un promedio de 47,4 kg/día. luego del experimento. Las conclusiones del Dr. Jones fueron también similares a las del estudio de la Universidad de Wisconsin: cualquier otra actividad tiene un impacto mucho mayor sobre las características de las aguas servidas que el uso de desmenuzadores.

Como se había mencionado antes, los residuos de alimentos enterrados en los rellenos sanitarios producen un impacto muy negativo sobre el ambiente: el proceso de

descomposición bacteriana de los restos de alimentos reduce el pH y genera lixiviados, hasta 100 veces más contaminantes que un simple efluente cloacal doméstico, que contienen metales pesados y que contaminan los acuíferos subyacentes y finalmente, los cuerpos superficiales en los que estos descargan. El proceso de digestión anaeróbica causa también la generación de gases altamente explosivos y tóxicos, inutilizando enormes superficies de tierra para muchos usos urbanos y naturales.

8. El Impacto de los Desmenuzadores sobre la Calidad de Vida de Ciudades

El mero hecho de separar en origen los desechos de alimentos putrescibles, para luego deshacerse de ellos, vía desmenuzador y desagües cloacales, no sólo mejora sustancialmente la higiene del hogar, sino que además, beneficia al ambiente, cuando se dispone de plantas de tratamiento de líquidos locales.

Este beneficio se hace extensivo también a las calles, lugares de recolección de basura y cordones de veredas, donde ya no habría motivos para atraer, perros, gatos, ratas, pájaros, cucarachas, moscas y demás insectos. Los departamentos donde se utilizan compactadoras, no generarían los líquidos de olores desagradables y, al reducir la población de roedores, podrían eventualmente disminuir también los incendios provocados por las ratas que roen cables eléctricos.

8.1 Repercusiones en Alcaldías

Las siguientes son declaraciones escritas, hechas públicas por alcaldes de diferentes comunidades de Estados Unidos de Norteamérica:

8.1.1. Anaheim, California

“Doy fe de que el uso extensivo de desmenuzadores ha beneficiado en gran medida a nuestra comunidad económica y ambientalmente. No sólo por su aspecto sanitario, al ser mucho más limpia e higiénica la disposición de desperdicios, sino también, porque nos ha permitido reducir nuestros costos de horas hombre en mano de obra de recolección, traslado, compactación, combustible y manipulación en los rellenos sanitarios”.

-W.J. Bill Thom, ex – Alcalde

“Sin lugar a dudas, los desmenuzadores se han convertido en elementos imprescindibles en el estilo de vida Norteamericano, y su instalación se ha vuelto obligatorio debido a sus características sanitarias”.

-Tom Daly, Alcalde

8.1.2. Beverly Hills, California

“La enmienda al Código de Instalaciones Sanitarias del Código Municipal de Beverly Hills prevé la instalación obligatoria de desmenuzadores en zonas residenciales y comerciales nuevas previstas para generar residuos de alimentos. Los beneficios de esta ley comprenden una disminución del volumen de residuos almacenados y la reducción de riesgos sanitarios, debidos a la descomposición de la basura. No nos consta que el uso adecuado de los desmenuzadores hubieran podido causar problemas de obstrucción en las cañerías del sistema cloacal”.

-Marvin Gibson, Director del Dto. de Edificación y Seguridad

8.1.3. Columbus, Ohio

“La enmienda al Código de Instalaciones Sanitarias del Código Edificio de Columbus requiere la instalación de desmenuzadores en toda vivienda residencial. Estos desmenuzadores de residuos de alimentos disminuyen el volumen total de basura a ser recolectada”.

-William J. Denser, Administrador, División de Regulaciones de Desarrollo

8.1.4. Dallas, Texas

“...la mayoría de las construcciones residenciales nuevas en Dallas cuenta con desmenuzadores. Si bien su instalación no es requerida por Código, los mismos se han convertido en elementos estándar de amplia difusión en la construcción y la Ciudad de Dallas reconoce sus bondades para con el ambiente y tiene sus plantas de recolección y tratamiento de aguas servidas diseñadas adecuadamente para este fin”.

-Michael S. Marcotte, Director

8.1.5. Detroit, Michigan

La Ordenanza N° 81F requiere la instalación de desmenzadores como sigue:

“Sección 1: El propósito y la intención, en su sentido más amplio, de esta ordenanza es la de promover la salud, la seguridad y el bienestar general de la comunidad, requiriendo la obligatoriedad de instalar desmenzadores de residuos de alimentos en los respectivos domicilios, eliminando así la generación de focos de infección y la aparición de pestes...”

“Sección N°3: Todos los edificios habitacionales construidos en la ciudad a partir de Enero de 1958,... deberán contar con equipos de desmenzadores...”

Ciudad de Grosse Pointe Farms, Michigan

Código N° 7-14 – Ordenanza de Disposición de Basura

“La Ordenanza requiere la instalación de desmenzadores en toda construcción residencial o comercial nueva donde se generen o acumulen residuos de alimentos...”

8.1.6. Honolulu, Hawaii

“La Ciudad y el Condado de Honolulu requiere, mediante ordenanza, que toda partícula de basura que entre en el sistema de desagüe cloacal sea desmenzada a menos de un cuarto de pulgada, de modo que sea arrastrada libremente bajo condiciones normales del sistema de desagües cloacales públicos. Se entiende por basura todo residuo animal o vegetal que provenga del manipuleo, preparación, cocción y disposición de alimento.”

“La grasa animal o algunos aceites vegetales constituyen un problema para nuestras cañerías de desagüe. Este problema no proviene de la basura residencial sino de negocios u otras fuentes generadoras de grandes cantidades de grasa. Estamos implementado varios procedimientos y programas educacionales para evitar la obstrucción de los sistemas de conducción de aguas cloacales por aquellos que generan grandes cantidades de basura”

“Si bien nuestra ciudad-isla tiene un alto porcentaje de residencias que usan aparatos desmenzadores, la basura de estos hogares no ha causado ningún problema en los sistemas de colectores cloacales públicos.”

-Frank F.Fasi, Alcalde, Ciudad y Condado de Honolulu, Hawaii

8.1.7. Jacksonville, Florida

“La ciudad de Jacksonville no requiere la instalación de desmenuzadores en construcciones nuevas, no obstante no nos constan problemas con su uso y podemos respaldarlos como medio de reducción de basura putrescible.”

-Allan E. Williams, Director

8.1.8. Kansas, Missouri

“El Código de Ordenanzas Generales de la Ciudad de Kansas, prohíbe la descarga de basura a los sistemas cloacales municipales, a menos que se los haya “*desmenuzado adecuadamente*”, es decir, a partículas menores de media pulgada que puedan ser arrastradas por el flujo normal del alcantarillado de la ciudad.” Esta disposición ha estado en vigencia desde 1961 y no hemos experimentado ninguna dificultad en nuestro sistema cloacal que pueda haber sido causada por los desmenuzadores.”

-Diane K. Doran, Gerente Auxiliar de la Ciudad de Kansas

8.1.9. Manhattan Beach, California

“La enmienda al Código de Instalaciones Sanitarias requiere que se instalen desmenuzadores en toda construcción residencial nueva donde se prevé el uso de alimentos o la generación de desperdicios.”

“Si los desmenuzadores instalados son suficientes en tamaño y cantidad, como para reducir eficientemente el tamaño de las partículas de basura a una dimensión adecuada, de modo que puedan ser descargados directamente en el sistema de desagüe cloacal del edificio, no habrá ningún efecto en detrimento del sistema cloacal público o sistema sanitario privado.”

-Dr. Mohamed B. Ganaba, Funcionario de Servicios Públicos

8.1.10 Portland, Maine

“Como Jefe de Inspecciones de la Ciudad, apoyo enfáticamente la instalación de desmenuzadores....ya que tales aparatos proveen beneficios sanitarios y de salud a cualquier comunidad, así como ahorros en impuestos.”

-P. Samuel Hoffses, Jefe de Inspecciones de Servicios

8.1.11 San Antonio, Texas

“La Ciudad de San Antonio está poniendo en vigor el Código de Instalaciones Sanitarias de 1991, con enmiendas locales. Esta ordenanza permite el uso de desmenuzadores instalados bajo código. Asimismo, el Departamento de Inspecciones de Edificios no tiene registrados problemas algunos provenientes del uso adecuado de desmenuzadores.”

-Nelson W.Wolff, Alcalde

8.1.12 San Diego, California

“La Ciudad de San Diego requiere que toda construcción multifamiliar nueva tenga instalados desmenuzadores de residuos de alimentos. Naturalmente, estos se descargan mediante la instalación sanitaria del edificio al sistema de desagües cloacales.”

“Los desmenuzadores instalados correctamente reducen las partículas de residuos a un punto tal que puedan fluir libremente por el sistema de desagües sin ningún efecto negativo. Una vez consultado el Departamento de Edificios, se me informó que no ha habido ningún problema de obstrucción de cañerías ni daños al sistema sanitario cloacal.”

-Susan Golding, Alcalde

8.1.13 San Francisco, California

“En la Ciudad de San Francisco no tenemos evidencias de obstrucciones de cloacas provocadas por residuos de desmenuzadores. Alentamos enfáticamente la instalación de desmenuzadores ya que disminuyen el esfuerzo de recolección de basura mojada y elimina los riesgos sanitarios de los focos de infección mal olientes. Se requiere el flujo de agua corriente para la operación correcta de los desmenuzadores.

-John C.Cribbs, Director de Obras Públicas

8.1.14 San Marino, California

Por orden del Alcalde Gene Dyden, “los desmenuzadores han sido instalados en prácticamente todos los hogares de esta ciudad de 13.000 habitantes desde su introducción en el mercado hace más de 30 años. Ellos no han afectado nuestros sistemas cloacales, y no se han requerido ni modificaciones, ni mantenimiento adicional.”

Ciertamente confirmamos que los desmenuzadores proveen beneficios sanitarios y de salud a nuestra comunidad.”

-David A. Saldana, Director del Dto. de Planificación y Construcción

SEGUNDA PARTE

PANORAMA INTERNACIONAL

1. Estudio del Manejo de Residuos en Lund, Suecia. Resumen

En 1986 la Universidad de Lund, Suecia, inició un estudio global sobre los efectos del uso masivo de desmenuzadores de residuos de alimentos, sobre los sistemas de desagües cloacales, plantas de tratamiento de barros y aguas servidas y rellenos sanitarios. Los resultados fueron publicados en 1990.

El estudio abarcó básicamente las siguientes áreas:

1. **Basura:** volúmenes, composición, recolección, transporte, almacenamiento y tratamiento.
2. **Plantas de tratamiento de aguas cloacales:** calidad de aguas que entran, purificación de aguas residuales y barros.
3. **Separación de residuos:** uso de desmenuzadores.
4. **Sistemas de utilización de aguas servidas:** transporte de desperdicios desmenuzados por los sistemas de desagües convencionales de la comuna.
5. **Niveles de contaminación:** calidad de las aguas cloacales, fluctuaciones.
6. **Cañerías internas:** transporte de desperdicios desmenuzados.
7. **Hogares:** actitudes, pautas de uso, costos, higiene ambiental.

Sin embargo, el tema de fondo que el estudio quería resaltar era la ventaja técnica y económica que significaba el uso de desmenuzadores. Es estudio tuvo lugar en una zona residencial del municipio de Staffanstop, cercano a Malmö, a unos 10 km al sur de Lund, Suecia. La comunidad aloja a 17.000 habitantes, de los cuales 12.000 viven en el centro o en sus alrededores.

El estudio se llevó a cabo en un complejo residencial de viviendas que había sido construido recientemente denominado Glasforyllaren. El complejo comprendía 12 edificios y un total de 100 departamentos: 32 departamentos de un dormitorio, 38

departamentos de 2 dormitorios, 22 departamentos de 3 dormitorios y 8 departamentos de 4 dormitorios. El 31 de marzo de 1988, 211 personas habitaban el complejo.

Los desmenuzadores se instalaron en los 100 departamentos que luego fueron provistos de contadores y medidores para poder medir el número de veces que los desmenuzadores eran puestos en funcionamiento y la duración del mismo. En algunas unidades el estudio fue más minucioso, llegando a monitorear, mediante computadora, el consumo de agua fría y caliente por separado. Se necesitaba saber si los usuarios estaban operando correctamente los aparatos, es decir, usando agua fría. Se realizaron estudios en las propias plantas de tratamiento y en laboratorios externos también.

El volumen de basura se calculó mediante mediciones semanales y el muestreo y tamizado de la misma determinó el contenido y composición.

1.1 Pautas de utilización

Los primeros 100 días del estudio mostraron que los desmenuzadores se usaban tres veces por día a razón de 48 segundos cada vez. En los 280 días siguientes la frecuencia de uso disminuyó a 2,4 veces por día, durante 30 segundos.

1.2 Cañerías

El estudio no mostró ninguna obstrucción de cañerías, ni planteó riesgos de que ello ocurra. Cuando hubo algún estancamiento ocasional de alguna cañería, la proporción de acumulación resultó ser despreciable.

1.3 Planta de tratamiento de desechos

Gran parte de la discusión, en cuanto a las consecuencias del uso de desmenuzadores, se centraba en las plantas de tratamiento de aguas servidas y en los efectos que la mayor carga de materia orgánica tendría sobre el funcionamiento, proceso de purificación y tratamiento de los barros.

El uso de desmenuzadores no mostró ningún incremento importante en el flujo de aguas servidas. En cambio, produjo un considerable aumento (50%) de sólidos en suspensión, básicamente materia orgánica, correspondientes a 12 kg anuales por persona (33 gr diarios por persona). El volumen de barros también aumentó, como así también la calidad de los mismos. Esto es muy beneficioso puesto que el barro de alta calidad es potencialmente un excelente abono natural.

En teoría, el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas cloacales tendría que ser modificada, si todos los hogares instalaran desmenuzadores de residuos. Sin embargo, en la práctica, la mayoría de las instalaciones tiene suficiente capacidad para adaptarse a los cambios de funcionamiento.

2. Separación de Residuos mediante Desmenuzadores

Estudio Completo de Staffanstorp, Suecia , Septiembre de 1990

2.1 Prefacio

El informe fue elaborado con la colaboración de la Fundación Reforsk y la Statens Energiverk (Agencia Nacional de Energía), del Statens Institut Byggforskning (Instituto Nacional Sueco para la Investigación en la Construcción), la Municipalidad de Staffanstorp, el LNTH (Instituto Tecnológico de Lund), los departamentos de Ingeniería Ambiental, Geografía Cultural, Psicología, Administración y Recuperación de Desechos de la Universidad de Lund, Suecia. El estudio se desarrolló en el período 1987-1989²⁷.

2.2 Resumen

Se estudió la posibilidad de usar desmenuzadores como un mecanismo de separación en origen de desechos sólidos. El proyecto, que se desarrolló en 100 departamentos, investigó todos los aspectos de este concepto, como calidad y cantidad de agua desechada, impacto sobre redes cloacales y plantas de tratamiento de aguas servidas, confort, higiene y pautas de conducta de los usuarios.

El efecto de los desmenuzadores resultó en general positivo, tanto para los usuarios como para las autoridades a cargo de las plantas de depuración. Si bien generaban un incremento de carga orgánica, enriquecían los barros provenientes de las aguas residuales, facilitaban la recolección de desechos y su disposición final.

2.3 Introducción

El proyecto comenzó con la simple recopilación de datos existentes en cuanto al uso extensivo de desmenuzadores. Continuó con giras para recabar más información en zonas y países donde estos aparatos ya estaban en uso comercial y continuo y concluyó con un estudio global a gran escala en 1987, con ensayos en laboratorios y trabajos de campo en una zona residencial de 100 departamentos y red cloacal recién construida. El estudio duró 2 años y el informe se publicó en 1990.

2.4 Antecedentes y Descripción del Problema

Históricamente, la tecnología de los desmenuzadores no es nueva en Suecia². Se los introdujo entre los años 40 y 50 como electrodomésticos de conveniencia para las cocinas. Sin embargo, en los años 60, con el debate del cuidado ambiental, centrado en las plantas de tratamiento de aguas servidas, esta tecnología quedó descalificada pues se entendía que potencialmente afectaba la red cloacal y las plantas de depuración y ponía en peligro su

funcionamiento. Como consecuencia de estos conceptos, se prohibió prácticamente el uso de desmenuzadores en los años 78 y 80.

En la década de 1980 el enfoque de los debates ambientales cambió hacia el problema que ocasionaban la generación y acumulación de enormes cantidades de desechos sólidos, su disposición y contaminación ambiental. Los municipios comenzaron a evaluar diferentes métodos de separación de desechos sólidos en origen y, desde esa óptica, el desmenuzador volvió a ser considerado como un elemento útil y necesario para los hogares.

En esa época, había aproximadamente unos 25.000 desmenuzadores domésticos y unos 4.000 industriales instalados en Suecia, mientras que en el resto del mundo occidental existían aproximadamente 60 millones, de los cuales unos 40 millones¹⁰ estaban instalados en EE.UU. La función básica del desmenuzador es la eliminación de los restos de alimentos, desmenuzándolos y descargándolos, con una corriente de agua, al sistema de aguas servidas comunitarias. Si se considera que aproximadamente el 30% de los desechos sólidos^{11, 12} pueden ser molidos y eliminados como agua residual, tendremos 235 gr por persona por día, o 85 kg por persona por año de desechos sólidos. Se entiende por desechos sólidos todo resto de comida elaborada o no consumida, incluyendo: raíces de verduras, cáscaras de sandía y de huevos, huesos de pollo y pescado, frutas, etc.

2.5 Recomendaciones y Mercados

La difusión del uso de desmenuzadores varía con las normativas ambientales de cada país y de cada municipio dentro del país. Hay lugares donde no está permitido su uso, hay lugares que recomiendan su uso y hay lugares donde se exige su instalación. Hay por lo menos 50 países³ donde no está restringido su uso, entre ellos, Inglaterra, Irlanda, Italia, España, Japón, Canadá, Méjico, Brasil, Chile, Australia y Argentina, Nueva Zelandia, Corea.

El mercado dominante es EE.UU. donde el 95% de las ciudades permite su uso, donde se lo considera como equipo estándar en el 86% de las viviendas en construcción, donde el grado de satisfacción ronda los 93% y donde están en operación desde su lanzamiento al mercado, en la década de 1930²⁴. En Francia, por ejemplo, ha estado prohibido por décadas, hasta que un estudio del año 1986 instó al gobierno a levantar la prohibición. En Suecia, la SNV, Agencia Sueca de Protección Ambiental²³, controla y autoriza la instalación restringida de estos aparatos.

2.6 Gira de Estudio en los EE.UU.

Se realizó una gira de estudio de dos semanas de duración, patrocinada por el Consejo para Investigación en Construcción, Gyggforskningrader y la Junta de Desarrollo Técnico Styrelsen¹⁰ for Teknisk Utveckling. El objetivo principal era recabar la mayor cantidad posible de información, sobre los métodos de separación de desechos domésticos en origen, en el país que tenía la más antigua tradición en el uso de desmenuzadores, cuyo inicio data de la década de 1930. Los estudios se realizaron esencialmente en instalaciones principales

en las áreas de aguas residuales y desechos sólidos. Esto permitió también estudiar otras sub-áreas, tales como las técnicas de muestreo y análisis.

Se visitaron las siguientes instalaciones:

Chicago Waste Water Treatment Plant (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chicago), Illinois.

Waste Management Environment Protection Laboratory (Administración de Desechos, Laboratorio de Protección Ambiental), Illinois.

Waste Management, Settler's Hill Landfill (Administración de Desechos, Relleno Sanitario de Settler's Hill), Illinois.

Marin Resource and Recovery Center (Centro de Recolección y Recuperación de Desechos de Marin), San Rafael, California.

Pacific Gas and Electric Company (Compañía eléctrica y de Gas del Pacífico), San Francisco, California.

De acuerdo a los datos disponibles en 1989, había aproximadamente 40 millones de desmenzadores instalados en EE.UU.²⁶ siendo las zonas de mayor saturación California y Chicago, donde la cobertura era de entre 50% y 80%. En muchas ciudades su instalación es obligatoria y en la mayoría de las viviendas nuevas en construcción forma parte de los sanitarios estándares. El incremento constante de la demanda hace que los costos de producción disminuyan permanentemente. Una de las mayores firmas del ramo tiene una producción diaria de 14.000 unidades, cubriendo más del 70% del mercado mundial.

Durante todas las visitas a instalaciones de depuración de aguas, se remarcó el hecho de que el impacto de los desmenzadores sobre el buen funcionamiento de las mismas era mínimo. Según el personal a cargo de la operación y mantenimiento, las áreas ocasionalmente más afectadas eran las instalaciones de desagüe interiores de las viviendas que podían llegar a obstruirse, pero debido al mal empleo de los propios usuarios.

Una de las pocas ciudades en EE.UU. donde continuaba la prohibición de usar desmenzadores era, en esa época, Nueva York, por una cuestión de enorme sobrecarga de los sistemas de desagües cloacales y falta de diseño adecuado para las exigencias del momento. Curiosamente, y pese a la gran difusión y a la evidencia de las ventajas que ofrecía el desmenzador, se seguía considerándolo como un simple electrodoméstico más, juntamente con heladeras, lavaplatos, lavarropas, etc. - que formaban parte de una vida cotidiana más comfortable -, y no como un sistema de separación de desechos domésticos en origen.

Vale mencionar que inclusive en el Centro de Recolección y Recuperación de Desechos de Marin en San Rafael, - donde todos los desechos sólidos de la ciudad son recolectados y separados en once fracciones, manualmente y mediante maquinarias -, a las personas les costaba ver en el desmenzador algo más que un simple electrodoméstico de conveniencia. Nadie pensaba siquiera que este aparato podía tener cierta importancia en la cadena del proceso de separación de desechos en origen.

Sin embargo, se está empezando a tomar conciencia de que un uso adecuado del desmenzador redundará en un impacto positivo sobre el manejo de los desechos, esto es,

menos problemas con olores, menor volumen de desechos sólidos, menos costos de recolección y disposición. En unas 70 ciudades de EE.UU. existen ordenanzas municipales que incentivan y hasta obligan la instalación de estos aparatos.

Otro dato interesante fue el hecho, de que en zonas de alta saturación de desmenuzadores, llegaba gran cantidad de desechos orgánicos a los rellenos sanitarios. Esto demostraría que en la mayoría de los hogares se continuaba considerándolo como un simple electrodoméstico de conveniencia, y no como una herramienta para la separación de residuos domiciliarios en origen.

Las conclusiones más relevantes de las observaciones hechas en EE.UU. respecto del impacto ambiental de los desmenuzadores son las siguientes:

No siempre se lo utiliza en forma óptima y no se le asigna el role de herramienta de separación de residuos en origen; no causan ningún daño ni problemas a las plantas de tratamiento de aguas residuales; los inconvenientes que pudieran ocasionar ocurren en los domicilios debidos a mal uso de los residentes o falta de mantenimiento, fácilmente solucionables; en aquellos lugares donde existen restricciones respecto del uso de los aparatos, éstas se han implementado exclusivamente por la existencia de sistemas deficientes de aguas residuales, con frecuente obstrucción de las cañerías.

2.7 Implementación

El proyecto se implementó utilizando el siguiente plan de acción y horario:

Otoño 1986	Estudio preliminar
Primavera 1987	Planificación y aplicación detallada para el proyecto principal
Otoño 1987	Información a los residentes, instalación del equipo para tomar mediciones
Otoño/Invierno 1988	Mudanza gradual de los residentes hacia la zona
Primavera 1988	Mediciones sin los desmenuzadores
Verano 1988	Instalación de desmenuzadores, informe preliminar
Otoño/Primavera 1988/89	Mediciones con los desmenuzadores
Verano/Otoño 1989	Procesamiento de datos, informe final

Antes de iniciar cada uno de los períodos de mediciones, se incluían unos cuantos meses como para permitir la adaptación a las nuevas circunstancias. Por ejemplo, se sabía que se

requería un cierto tiempo, antes de que los nuevos residentes estuvieran completamente familiarizados con el uso adecuado del nuevo aparato.

El estudio a escala completa se realizó en una zona residencial en Staffanstrop, una de las comunidades alrededor de Malmö, aproximadamente a unos 10 Km al sur de Lund. La comunidad tenía 17.000 habitantes. La zona residencial recién construida comprendía 100 unidades distribuidas en 12 edificios de las siguientes características: 32 unidades de un dormitorio, 38 unidades de 2 dormitorios, 22 unidades de 3 dormitorios y 8 unidades de 4 dormitorios. En marzo de 1988 la población era de 211 habitantes.

El sistema cloacal y aguas residuales estaba dividido en dos conductos de recolección de hormigón de 225 mm de diámetro y una inclinación de 0,3% construido de acuerdo a las normas vigentes. Uno de los pozos de recolección fue remodelado y convertido en una estación de bombeo, con el objeto de poder tomar muestras y medidas del agua residual.

2.8 Situación de los Desechos Sólidos

La municipalidad de Staffanstrop administra sus desechos sólidos en colaboración con otras ocho comunidades en el sudoeste de la provincia de Knane, a través de la corporación SYSAVV AB perteneciente a las comunidades. En la actualidad, todo desecho sólido es transportado a la instalación de SYSAV en Malmö²⁵, donde la mayoría es incinerada.

Durante los últimos años del estudio, la cantidad de desechos sólidos per cápita había aumentado en Staffanstrop y estaban ligeramente por encima del promedio nacional.

2.9 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Staffanstrop

En la discusión, acerca de las consecuencias del uso de los desmenuzadores, se prestó especial atención a la planta de tratamiento de aguas residuales, y a cómo el incremento en la carga afectaría las operaciones, la eficiencia del tratamiento y el manejo de lodos en la planta. A pesar de que el incremento calculado de contaminantes, provenientes de la zona de prueba con los desmenuzadores, fue sólo del orden de 0.5%, se llevaron a cabo estudios minuciosos para investigar la planta de tratamiento desde varios puntos de vista.

La instalación estaba dimensionada para 20.000 personas y la carga del momento era de 14.000 personas, de modo que la planta estaba operando con un 30% de exceso de capacidad. El diseño del flujo contemplaba 500m³/hora. La planta era de un sistema convencional de tres etapas, durante los cuales se extraen el agua y los limos del agua barrosa, antes de depositarse finalmente en las tierras para agricultura.

La eficiencia era elevada y se cumplía con los requisitos de descarga de las normativas municipales, con un buen margen: menos de 10mg DBO₇/L y menos de 0,3 mg Fósforo/L.

2.10 Instalación de los Desmenuzadores

La condición previa para llevar a cabo todo el estudio, era que los desmenuzadores estuvieran realmente instalados en todos los departamentos. Desafortunadamente, las autoridades locales no habían tomado ninguna decisión al respecto cuando se iniciaron las obras de construcción. Hubo que realizar varias reuniones informativas, respecto del motivo del estudio y los efectos de los aparatos sobre el medio ambiente, tanto con los residentes como con las autoridades, como la Asociación Cooperativa (AC) antes de que se pudieran instalarlos. Las reuniones fueron importantes para intercambiar opiniones y dudas.

Los residentes parecían estar más preocupados por los aspectos económicos del proyecto y no por los resultados. Fue significativa la intervención de la oficina habitacional del condado (Lansbostadsnamnedden) que impulsó y apoyó el proyecto desde el inicio y permitió que los costos de adquisición e instalación de los aparatos fueran incluidos en las respectivas hipotecas. Esto significó que los alquileres mensuales también subirían.

Al mismo tiempo la municipalidad negoció en contrato especial con la compañía recolectora de modo que ésta reduciría los honorarios de sus servicios durante los dos años que duraría el proyecto. De este modo, los residentes recibían los desmenuzadores sin ningún costo adicional durante la duración de los estudios. La AC se hacía cargo también de todos los gastos de mantenimiento durante el estudio y se reservaba el derecho de retirar los desmenuzadores de todos los departamentos una vez finalizada la investigación. En la reunión decisiva se obtuvo una mayoría de dos tercios para aprobar la instalación de los aparatos.

Los aparatos fueron instalados durante junio/julio de 1988, por la misma compañía que había hecho la instalación de calefacción, agua corriente y desagües cloacales. Una vez instalados los desmenuzadores, se distribuyeron folletos informativos a los residentes y se los visitaba con frecuencia a fin de ayudarlos a usarlos correctamente.

Como se mencionó anteriormente, las mediciones se centraron básicamente en: a) las instalaciones internas, b) conductos cloacales y planta de tratamiento, c) manejo de desechos sólidos y d) actitud de los residentes.

a) Sistemas de Desagües Internos

Se instalaron medidores en cada vivienda, para monitorear la cantidad de veces que los desmenuzadores eran usados y la duración de las operaciones. Los residentes tenían que llenar los respectivos formularios con las lecturas.

En diez departamentos se llevó a cabo un estudio más minucioso, ya que se instalaron sensores para medir el uso de agua fría y caliente por separado. Los datos de las lecturas se registraban en una computadora ubicada en el edificio.

Paralelamente a estos estudio de campo, se llevaron a cabo trabajos de investigación en laboratorios, donde se simulaba el traslado y flujo de aguas residuales con la misma composición y viscosidad que las producidas por desmenuzadores y se extrapolaban los resultados para obtener pautas de comportamiento de operaciones a 15 años.

b) Conductos Cloacales y Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas

El monitoreo intensivo del consumo de agua se realizaba durante las 24 hs, variando la frecuencia en función de los diferentes horarios diurnos y nocturnos. No se podía medir el agua por unidad de vivienda, puesto que no había medidores individuales. Se medía el transporte de las aguas residuales por los conductos, a través de orificios de acceso. También se filmaba los conductos con equipos de video. También aquí, se realizaron ensayos complementarios en laboratorio, principalmente con el agua proveniente del desmenuzador. Por ejemplo, se calculaba la curva de DBO, se hacían experimentos de sedimentación en columnas y de precipitación, y determinación de la porción orgánica de agua barrosa.

c) Manejo de Desechos Sólidos

La cantidad de desechos sólidos se calculó mediante las medidas semanales regulares del peso y volumen de los contenedores de residuos.

La composición de los residuos se determinó mediante muestreo al azar de las bolsas de basura. En algunos casos el estudio se complementó con un análisis físico-químico. Los efectos en la recolección fueron debidamente evaluados con el personal de la compañía contratada para la recolección de basura.

Se había iniciado un estudio sobre la posibilidad de almacenar los desechos sólidos, que no habían podido ser desmenuzados, por períodos más largos, de una a dos semanas, y reducir así los costos de un servicio diario de recolección de basura.

d) Estudio de Actitudes – Aspectos Sociológicos

Se estudiaron las actitudes de los residentes hacia el uso de los desmenuzadores, con el propósito de evaluar:

- Actitud hacia una nueva tecnología
- Opiniones sobre los desmenuzadores
- Experiencias con la separación de desechos con desmenuzadores

Las encuestas se realizaron con cuestionarios apropiados, el primero antes de la instalación y el segundo después de 6 meses de haberse instalado el aparato.

2.11 Resultados: Sistemas Internos

2.11.1 Medición de Niveles de Ruido

Los desmenuzadores fueron instalados debajo de las mesadas de las cocinas, por un lado conectados a las piletas y, por el otro, al desagüe cloacal, conforme a las instrucciones de uso de los fabricantes y normas municipales. Los desmenuzadores trabajaron en forma continua mientras duraban las mediciones de ruido, introduciendo todo tipo de residuos de alimentos, desde blandos, como restos de verduras y frutas, hasta duros, como trozos de carne con huesos.

El nivel de ruido medido en el departamento vecino fue de:

Operando con y sin agua corriendo	<28 dB(A)
Durante el desmenuzado	32 dB(A)
Con máximos ocasionales de	35 dB(A)

Los valores medidos en la cocina donde estaba instalado el desmenuzador:

Operando en vacío	50 dB(A)
Con agua corriendo	55 dB(A)
Durante el desmenuzado	70 dB(A)

Se observó que el nivel de ruido era tanto menor cuanto más lleno estuviera el aparato.

El tiempo necesario para desmenuzar 10 litros de una mezcla de desechos sólidos fue estimado en un minuto y dependía totalmente de la rapidez con la cual se introducían los residuos. De acuerdo con los SBN (normas de construcción suecas) los niveles de ruido producidos por máquinas domésticas de funcionamiento continuo, no deben pasar los 35 dB(A) en la cocina, y los 30 dB(A) en las habitaciones. Asimismo, el ruido provocado por agua y por instalaciones de aguas residuales no debe exceder los 35 dB(A) en la sala de estar y habitaciones del departamento vecino y no debe exceder los 40 dB(A) en la cocina del departamento adyacente. Afortunadamente, los valores obtenidos durante las mediciones estaban bien por debajo de estos límites y se correspondían con los niveles sonoros de modernos lavarropas y lavavajillas automáticos.

2.12 Patrones de los Usuarios de todos los Departamentos

La medición de la frecuencia de uso de los aparatos se realizó mediante contadores eléctricos que proporcionaban totales acumulativos, mientras que la duración de cada uso se midió con contadores eléctricos para tiempo de operación. Se pudo observar que a medida que pasaba el tiempo, tanto las frecuencias de uso como los tiempos de duración de funcionamiento de los desmenuzadores disminuían, de acuerdo a la siguiente tabla:

Durante los primeros 100 días, el promedio de activación era de 3 por día, con una duración media de 48 segundos cada una. Durante los 230 días subsiguientes se observaron 2,4 activaciones de 30 segundos de duración cada una.

Tabla 1. Frecuencia de Uso

Número de días	Número de Activaciones/día	Tiempo Medio / activación
0-100	3,0	48 segundos
100-330	2,4	30 segundos
0-330	2,4 (0,2-6,3)	38 segundos

2.13 Estudio Especial

En 10 de los departamentos del área se realizaron mediciones exactas computarizadas de la frecuencia del uso y del tiempo de operación de los desmenuzadores.

En especial, se midieron:

- Frecuencia en el uso
- Consumo simultáneo de agua
- Tiempo máximo y medio de operación

Con la ayuda de una computadora y un reloj se pudieron medir, durante 85 días, consumos de agua caliente y fría, como así también las horas de máxima frecuencia de operaciones durante las 24 horas.

Tabla 2. Número de actividades y tiempo de operación durante el período completo de mediciones

Unidad N°	Número de Activaciones	Tiempo total de Operación Seg.	Tiempo Máx. de Operación Seg.	Tiempo medio De Operación Seg.	Activaciones por día
1	88	3958	851	45	1,0
2	105	3325	101	31	1,2
3	37	465	74	13	0,4
4	310	8951	1226	29	3,6
5	27	59	10	2	0,3
6	115	2917	408	25	1,4
7	14	227	57	16	0,2
8	218	7893	663	36	2,6
9	90	3657	165	41	1,1
10	7	61	29	9	<0,1

De acuerdo a la Tabla 3, se registraron un total de 1.011 ocasiones de uso para los 10 departamentos. El valor medio es de aproximadamente 11,9 veces en un período de 24 horas, lo cual, a su vez, nos da un promedio de aproximadamente 1,2 operaciones por unidad durante un período de 24 horas. El tiempo medio de operación para todos los desmenuzadores fue de aproximadamente 25 segundos.

La Tabla 3 muestra el consumo de agua en conjunto con la operación del desmenuzador.

Tabla 3. Uso simultáneo del desmenuzador y de agua

Número total de desmenuzadores	1011	100%
Número de unidades sin agua	93	9%
Número de unidades + agua fría	575	57%
Número de unidades + agua caliente	140	14%
Total de unidades + agua fría + agua caliente	203	20%

El uso de los desmenuzadores se subdividió en frecuencias de 24 horas. Las mediciones muestran que el uso de los desmenuzadores en el período de 24 horas, coincide con la curva de uso anticipada para el uso de agua residual, con picos claramente distinguibles en la mañana y en la noche.

Las mediciones muestran que 6 de los 10 departamentos utilizaron el desmenuzador más de una vez cada 24 horas durante el período de mediciones. Los departamentos restantes tienen una frecuencia muy baja de uso y también tiempos de operación comparativamente menores.

2.14 Estudio a Largo Plazo

2.14.1 Metodología

Para poder evaluar el riesgo de obstrucciones en el sistema de aguas residuales con relación al uso de los desmenuzadores, se realizó un estudio de efectos a largo plazo en el laboratorio de agua y aguas residuales del SIB en Studsvik.

La cantidad de desechos utilizados corresponde a la cantidad de desechos desmenuzables generada en un día por una familia tipo de 5 personas (235 gr/pers/día), un total de 1.175 gr. La composición de los desechos se muestra a continuación:

Manteca	100 gr
Servilletas/papel absorbente	20 gr
Papas (crudas)	500 gr
Repollo (crudo)	300 gr
Pan blanco	115 gr
Margarina	100 gr
Granos de café + filtros	20 gr
Huevos, cáscaras de huevos	20 gr

Los productos se introdujeron en el desmenuzador con flujo simultáneo de agua fría de 0,1 litros/seg (6 L/min.). El agua de desechos generada se recolectó en un recipiente y luego se vertió en el sistema de residuales al apagar el desmenuzador. Las aguas residuales se transportaron por el sistema, en un proceso cíclico de 15 minutos de intervalo. Al concluir dos períodos de 24 horas y aproximadamente 200 ciclos, la mezcla se descartó y se preparó una nueva mezcla de acuerdo con la descripción previa.

Durante la prueba de efectos a largo plazo, realizado durante noviembre-diciembre de 1988, el sistema de aguas residuales fue saturado con desechos de alimentos similares a lo generado por 5 personas durante aproximadamente 15 años de acuerdo con lo siguiente:

$$1.175 \text{ gr} \times 5.500 \text{ ciclos} = 6.462 \text{ kg}$$

$$235 \text{ gr} \times 5 \text{ personas} \times 365 \text{ días} \times 15 \text{ años} = 6.433 \text{ kg}$$

2.14.2 Resultados

Las inspecciones realizadas y las fotografías tomadas después de 1.500 y 3.000 ciclos mostraban tan sólo depósitos distribuidos alrededor de las paredes menores en las tuberías de 50 mm de diámetro y algo más notorias en las tuberías de 100 mm de diámetro. Luego de 5.500 ciclos, los depósitos aislados en la tubería de 100 mm, básicamente pulpa de papel, eran aún más visibles y a punto desprenderse de las paredes por su propio peso.

Las mediciones minuciosas mostraron que los depósitos eran de aproximadamente 300 mm de longitud y 25 mm de espesor. En las tuberías de 50 mm de diámetro los depósitos eran prácticamente despreciables y consistían en una delgada capa de desechos. No hubo ninguna obstrucción significativa durante las pruebas. Las pruebas se realizaron sólo con agua fría⁴, sin la adición de ningún tipo de detergente para lavar vajilla, jabones u otros solventes. Figura 1.

En conclusión: los estudios y pruebas a largo plazo no indicaron ningún riesgo de obstrucción. Los estudios de campo realizados en Staffastrop, bajo condiciones normales de operación, ratificaron los resultados de los tests de laboratorio.

2.15 Sistemas de Agua y de Agua Residual

2.15.1 Consumo de Agua

El consumo de agua de los desmenuzadores se monitoreó mediante medidores conectados en toda el área. Las lecturas de los mismos, arrojaron valores promedio de 183 litros/pers/día, al comienzo del estudio piloto, y 170 litros/pers/día durante el transcurso del estudio. La disminución en el consumo de agua se debió probablemente, al hecho de que con el tiempo, los residentes se habían familiarizado con el manejo correcto de los aparatos. En cambio, los incrementos esporádicos en los consumos, se debían a la estacionalidad. En resumen, resultó evidente que cualquier incremento en el consumo de agua no podía ser atribuida a uso del desmenuzador, y además, resultaba despreciable en las lecturas. Fig. 2.

2.15.1.2 Transporte en las Tuberías Externas

Los estudios se llevaron a cabo con la ayuda de computadoras que registraban y monitoreaban los eventos y también con filmadoras de video que registraban los depósitos de residuos sobre las paredes internas de las tuberías.

Salvo las películas finas de material residual, de varios cm de longitud, que se formaban sobre las paredes internas de los conductos, no se pudo verificar ninguna anomalía que hubiera podido ser producido por el uso de desmenuzadores. Es decir que la situación no se deterioró con el uso de estos aparatos, ya que el crecimiento y acumulación de películas residuales sobre las paredes, era la misma que aparecía en sistemas cloacales sin el uso de desmenuzadores.

2.16 Calidad de las Aguas

El método y el equipo utilizados fueron los siguientes: La toma de muestras de las aguas residuales se concentró enteramente en una zona determinada que sirve el 75% del área en estudio. El acceso a las cloacas fue modificado y convertido en una estación de muestreo. Las muestras fueron recolectadas por un período de 24 horas, en un recipiente de 25 litros, del cual posteriormente se tomaron las pequeñas muestras para ser analizadas en el laboratorio del Departamento de Ingeniería Ambiental de Lund.

2.17 Proceso del Muestreo

En el pozo de Glasforyllaren se tomaron muestras de mezclas de agua residual durante un período de 24 horas, proporcional al flujo. Se analizaron las muestras tanto en términos de masa total y masa disuelta (muestras filtradas) respecto del DQO, DBO, N-tot, $\text{NH}_4\text{-N}$ (N amoniacal), $\text{NO}_3\text{-N}$ (N de nitratos), P-tot, $\text{PO}_4\text{-P}$, Cl, y como masa total de SS (sólidos suspendidos), TS (sólidos disueltos totales), y sólidos sedimentables.

Se efectuaron pruebas de laboratorio para determinar la influencia de la temperatura y el tiempo sobre la tendencia de los contaminantes a introducirse en la solución, especialmente para materia orgánica, nitrógeno y fósforo.

2.18 Resultado de los Análisis

Durante el período de muestreo se tomaron nueve muestras sin desmenuzadores y catorce con desmenuzadores. Los niveles medidos durante el período sin los aparatos fueron, en general, más bajos que los valores indicados en la literatura para el país global¹⁷. La variación de cada parámetro está, por lo tanto, también relacionada con los niveles indicados en dicha literatura (sin desmenuzadores). Los resultados se presentan en números absolutos en la unidad equivalente a gramos por persona y por período de 24 horas (gr/pers/día)

Como se observa en la figura 3, el material orgánico y el material en suspensión mostraron los mayores incrementos. DBO_7 y SS se incrementaron casi el 50%. El material seco se incrementó ligeramente más del 20% y el nitrógeno en un 12%, mientras que el incremento del fósforo fue muy pequeño para poder ser medido.

La cantidad de material orgánico está en proporción directa con el uso de los desmenuzadores, como es de esperarse, puesto que el propósito de los mismos es, precisamente, movilizar la mayor porción posible del material orgánico de la fracción orgánica de los desechos sólidos, hacia las aguas residuales.

Tabla 3. Contenido y cambios en la materia orgánica en gramos / persona / día

Parámetro	Sin Desmenuzador	Con Desmenuzador	Cambio	Literatura	Cambio en % DQO
Total DQO	155	243	88		
Disuelto DQO	42	56	14,0		
DBO total	40	71	31	65	48
DBO disuelto	14,5	25,4	10,9		

El contenido orgánico aumentó 31 gr/pers/día (correspondiente a 11 kg/pers/año) o 200 mg/litro. Por lo tanto, un tercio, es decir, 11 gramos/persona/día estaba presente en forma disuelta. La porción relativa al BS₇, disuelto fue igual en ambos casos. El cambio de DQO se muestra en la figura 4.

La relación DQO/DBO disminuye con los desmenuzadores, lo cual significa que la fracción fácilmente degradable se incrementa con relación a la fracción menos degradable. Ver figura 5. Por lo tanto, la materia orgánica adicional está formada principalmente por fracciones fácilmente degradables como lo remarcan aún más los valores a largo plazo. Ver figura 6. Del contenido total de 600 mg/litro con desmenuzadores, el 42% se había degradado a las 24 horas. Después de 7 días, cerca del 90% se había degradado.

Los niveles de nitrógeno, similares a los niveles del material orgánico, eran considerablemente menores que los valores indicados en la literatura, durante el período sin los desmenuzadores. En cambio, el nivel de fósforo total fue ligeramente más elevado que el valor citado en la literatura para el mismo período.

El nivel total de fósforo disminuyó en 0,8 gramos /persona/día a 0,3 mg/litro. La porción disuelta se incrementó en 0,6 gramos/persona/día. Ver figura 7. Hasta cierto punto, el último cambio puede ser debido a los desmenuzadores. Un experimento de laboratorio mostró que con una temperatura de 15°C en el envase de almacenamiento, la cantidad de fósforo disuelto en el agua proveniente del desmenuzador, se incrementó casi linealmente desde 16 hasta 45 mg/litro, en aproximadamente 4,5 períodos de 24 horas.

Sin embargo, la disminución de la cantidad total de fósforo en el agua residual puede deberse a otros factores externos, como, por ejemplo, por el uso de nuevos detergentes con bajo contenido de fósforo.

La cantidad de SS (sólidos en suspensión) en el agua desechada coincidía bastante con el valor en la literatura.

Como era de esperarse, la cantidad de SS mostró un incremento significativo de un 48% respecto de los valores de la literatura, correspondiendo a 34 gramos /persona/día o 12 kg /persona/año. La sustancia seca (TS) se incrementó en 28 gramos/persona/día, o sea, en números absolutos, casi tanto como los SS. La composición del TS cambió en forma significativa. Originalmente, la porción orgánica (GP) constituía el 47% del TS. Después de la introducción de los desmenuzadores, el GP aumentó al 63%.

En números absolutos, el GP se incrementó en 53 gramos / persona / día, mientras que el nivel de TS se incrementó en 28 gramos / persona / día. Luego, la fracción orgánica TS disminuyó en 25 gramos/persona/día, probablemente debido a que después de transcurrido cierto tiempo después de la construcción de los conductos cloacales, ya no se produce tanto desprendimiento de arena como al comienzo de la puesta en servicio.

Tabla 4. Niveles y Cambios de SS y TS (gramos /persona/día)

Parámetro	Sin Desmenuzador	Con Desmenuzador	Cambio	Literatura	Cambio en %
SS	80	114	34	70	48
TS	210	238	28	130	22

De aquí concluimos que el incremento de SS y de TS consistió exclusivamente en material orgánico. Durante el período de pruebas se midió también el nivel cloro de la muestra filtrada que dio aproximadamente 55 mg/litro, correspondiendo a 10 gramos/persona/día.

Las mediciones en la planta de tratamiento de aguas servidas indicaron que la presencia de desmenuzadores en servicio no había alterado en absoluto el funcionamiento de la misma.

2.19 Experimentos de Desmenuzado

El experimento se realizó en el ámbito de laboratorio, moliendo 235 gramos de desechos domésticos mezclados en combinación con flujos variables de agua corriente, para obtener información acerca de la verdadera función de los desmenuzadores, sobre la influencia del flujo de agua corriente y sobre la composición de desechos molidos, como fracción de agua desechada (agua residual).

Los resultados de la experiencia indicaron que un flujo de agua corriente de aproximadamente 6 litros /minuto, fue el más eficiente, igualando el flujo de 1,5 galones / minuto recomendadas para las condiciones en EE.UU.

Se observó que a mayor flujo de agua, mayores son las partículas de desechos. Con 6 litros / minuto las partículas eran un tanto grandes y con forma de hoja, mientras que con un flujo de 3 litros / minuto, las partículas eran más pequeñas y granosas. De cualquier forma y tamaño que tuvieran, tenían excelentes características para sedimentarse.

2.20 Experimentos con Sedimentación

El experimento se realizó con agua desechada obtenida del pozo de muestreo durante el período con los desmenuzadores. La cantidad de la muestra era de 25 litros de muestras mezcladas días y noches.

El propósito de la experiencia era lograr entender las características de sedimentación y determinar el contenido orgánico del barro sedimentado.

La figura 8 muestra que la mayor parte del contenido de las partículas se sedimenta rápidamente, pero cierta porción permanece suspendida en la superficie y hace que la curva se aplane cuando aún queda algo más del 15% del SS. El nivel de SS era de 12% del valor inicial, después de 2 horas. Es interesante observar que casi el 90% del contenido de barros estaba formado por materia orgánica que se debe descomponer fácilmente.

2.21 Experimento de Precipitación

Se tomó una muestra en un período de 24 horas de la misma forma que para el experimento de sedimentación. Después de agitarse la muestra, se la dejó sin tocar durante 30 minutos, para simular la presedimentación. Luego, el líquido claro fue extraído con una pipeta. El experimento prosiguió en un tubo de ensayo ancho, en el que la mezcla variaba entre 50 y 200 mg/litro.

Debido, entre otras cosas, al valor inicial extremadamente alto de la muestra, casi 15 mg/litro de fósforo disuelto, la dosis más alta no fue suficiente para bajar el nivel a un grado aceptable. La carga en la planta de tratamiento de aguas residuales en la comunidad es de 6-7 mg/litro de fósforo disuelto.

La conclusión extraída del experimento es que las condiciones normales de precipitación no son afectadas sustancialmente por los desmenuzadores.

2.22 Tratamiento – Producción de Barros - Energía

El objetivo de prácticamente todos los estudios y cálculos que se hicieron era elaborar un plan de acciones preventivas en las plantas de tratamiento de aguas cloacales, a fin de anticiparse a los efectos generados por el uso de los desmenuzadores¹⁹.

2.22.1 Pretratamiento y Presedimentación

La presedimentación originó más barros. El incremento medido fue de 33 gramos /persona/día. El cálculo se basó en el SS, en lugar de TS para evitar la influencia de las sales.

El valor que figura en la bibliografía sueca para SS fue de 70 gramos / persona /día. Se asumió que el 70% de SS es separado en presedimentación, sin los desmenuzadores. En el caso del desmenuzador, aproximadamente el 90% del contenido adicional de partículas deben ser separadas, lo cual significa una separación del 80%.

Por lo tanto, la eliminación de barros debió de ser aumentada en 29,9 Gramos /persona /día, en otras palabras, en 57%.

El incremento de la carga hidráulica es prácticamente insignificante y casi no se notó en la planta de tratamiento. Sin embargo, hubo que estar alerta por los efectos marginales que pudieron causar los barros.

2.23 Tratamiento Biológico

En una instalación activa de barros, el incremento de la carga de barros será claramente notorio. En ambos casos la porción disuelta era de 36%. Sin embargo, en los cálculos dio 40%, como porción disuelta.^{15 16} Se optó por tomar 65 gramos /persona/día como valor indicado por la bibliografía.¹⁷

El incremento en la carga fue de 12,2 gramos /persona/día, o el 55% y el nivel total fue de 34,4 gramos /persona/día. La demanda de oxígeno también se incrementó correspondientemente. Calculado para sopladores medianos bajo condiciones normales y colocados bien abajo, la demanda de energía se incrementó aproximadamente en 9 kWh/persona/año¹³.

Para mantener valores entrantes similares con los desmenuzadores, el volumen de las lagunas debió ser aumentado proporcionalmente en un 55%. Sin embargo, el material orgánico adicional se descompone fácilmente y, por lo tanto, es posible que el tiempo de residencia pueda acortarse. En cuanto a la carga de barros en las lagunas de aereación: se asumió que el 75% del SS fue separado en la presedimentación sin los desmenuzadores, y el 80% con los desmenuzadores. Se asumió que la porción restante llegó a las lagunas de aereación.

La carga de barros se incrementó en 34%. Esto significa que para alcanzar la variable recomendada de DBO, la recirculación de barros debía de aumentarse para que el nivel total de SS en la laguna se incremente en un 15% aproximadamente.

Para los barros se hicieron cálculos más sencillos, a efectos de estabilizar de barros por descomposición y por intercambio de energía.

La Tabla 5 contiene un resumen de los cambios calculados en los barros.

Tabla 5. Cantidades y cambios calculados en los Barros, en gramos/persona/día

Fracción	Sin * Desmenuzadores	Con Desmenuzadores	Cambio	Cambio en %
Barros crudos que deben ser tratados	52,5	89,5	37,0	70
Materia Orgánica	35,2	71,6	36,4	103
Barros eliminados por descomposición	21,1	43,0	21,9	103
Barros restantes que deben ser tratados	31,4	46,5	15,1	48

(*) valores de la bibliografía

De acuerdo a los cálculos realizados, la cantidad de barros en descomposición se incrementaría en un 103%, mientras que la cantidad restante que debe ser tratada sólo se incrementará en un 48%.

En los cálculos del intercambio de energía, se había asumido que la generación de gases a partir de la descomposición de los barros sería de $0,6 \text{ m}^3$ por kg de sustancias orgánicas añadidas¹³. Sin desmenuzadores, el intercambio de gases sería entonces de $7,7 \text{ m}^3/\text{persona/año}$, y con desmenuzadores, de $15,7 \text{ m}^3/\text{persona/año}$. Convertido en energía, esto corresponde a $54 \text{ kWh/persona/año}$, sin desmenuzadores, y $109 \text{ kWh/persona/año}$, con desmenuzadores. Es decir, que el intercambio energético se incrementa en la misma proporción que la materia orgánica en los barros. Obviamente que el volumen total del tanque de descomposición tendrá que ser aumentada proporcionalmente a la cantidad de barros a ser digeridos(70%).

2.24 Gestión de los Desechos Sólidos

Los desechos sólidos estudiados en el proyecto estaban formados por desechos caseros generados en su lugar de origen. Sobre la base de esta premisa se intentó esclarecer los siguientes aspectos, con relación a los costos de recolección, transporte y tratamiento de desechos.

1. ¿Cómo cambia la cantidad de desechos?
2. ¿Cómo cambia la composición de los desechos?
3. ¿Cómo cambia la densidad?
4. ¿Cómo cambia el contenido de humedad?

Se efectuaron un total de 27 mediciones semanales sin los desmenuzadores, y 30 con desmenuzadores. El peso se medía una vez por semana en el campo.

Se tomaron las muestras poco antes de que los contenedores fueran vaciados, en conjunto con el proceso de pesaje, con la precisión de 1 gramo, de la basura. Las muestras se tomaron de las bolsas ubicadas más arriba, o sea depositadas más recientemente, a fin de minimizar la transferencia de humedad entre las diferentes fracciones. Los análisis se efectuaron el mismo día en los laboratorios de Lund.

La basura estaba compuesta básicamente de lo siguiente:

- Papel
- Plástico
- Restos de comida, desechos de cocina
- Madera
- Textiles
- Vidrio
- Metal
- Otros

La fracción de restos de comida, desechos de cocina, se define como los residuos orgánicos que se producen en conjunto al cocinar. Ejemplos: cáscaras de huevo, de frutas, pedazos de queso, tocino, etc.

2.25 Densidad y Contenido de Humedad

Para determinar la densidad de las bolsas de basura recolectadas para el análisis, se procedió primero, a pesarlas y luego sumergirlas en agua para establecer el volumen. Las muestras, en las que se determinó el contenido de humedad, fueron pesadas y luego secadas por 24 horas a 105°C.

2.26 Resultado de Mediciones

2.26.1 Cantidad de Desechos

Durante el período de mediciones sin desmenuzadores, la cantidad de desechos para toda el área era de 743 kg/semana, o sea, 35.664 kg/año. Esto corresponde a una producción de desechos de 196 kg/persona /año²¹, con aproximadamente 182 personas participantes.

Con el uso de los desmenuzadores estos avalores se redujeron en 35 kg/persona/año, es decir a 160 kg/persona/año, equivalente a un 18% en peso³.

No obstante ello, la bibliografía al respecto señala que las reducciones potenciales máximas usando desmenuzadores, serían del orden de 35% en peso¹¹.

2.26.2 Composición

La composición de los desechos caseros se modificó después de haber introducido los desmenuzadores^{8,12}, según lo muestra la tabla siguiente:

Tabla 6. Composición de Desechos

	Sin Desmenuzador % en peso	Con Desmenuzador % en peso	Sin Desmenuzador Kg/persona/año	Con Desmenuzador kg/persona/año
Papel	39,05	44,22	76,5	71,2
Papel mojado	4,40	1,51	8,6	2,4
Papel seco	23,22	27,53	45,5	44,3
Cartón leche	4,50	6,34	8,8	10,2
Pañales	6,93	8,84	13,6	14,2
Vidrio	7,34	4,40	14,4	7,1
Desechos de cocina	40,58	33,06	79,5	53,2
Plástico	7,15	11,32	14,0	18,2
Metal	2,16	3,30	5,1	5,3
Textiles	0,94	1,50	1,8	2,4
Madera	0,11	0,03	0,2	0,0
Otros	2,11	0,95	4,1	1,5
Otros Combustible				
Otros No- Combustibles	0,11	1,20	0,2	1,9
Total	100,0	100,0	19,0	161,0

Figura 9. Composición de Desechos, porción molida.

2.26.3 Con desmenuzadores de residuos

Molido 21%
 Madera 0%
 Vidrio 4%
 Papel 36%
 Desechos de cocina 27%
 Plásticos 9%
 Metales 3%
 Textiles 1%
 Otros combustibles 0,1%
 Otros no-combustibles 1%

Desde que se empezaron a usar por primera vez los desmenuzadores, la proporción de desechos de cocina disminuyó del 41% al 33%, comparado con la cantidad de desechos caseros. Los desechos de cocina que desaparecieron con la introducción de los desmenuzadores son básicamente:

Desechos de la preparación de alimentos: cáscaras y desechos de verduras
 Sobras frescas de alimentos no consumidos directamente de los platos
 Filtros de café y bolsitas de té
 Sobras de frutas: cáscaras y carozos de manzana

Los desechos orgánicos que se arrojan al cesto de basura a pesar de la existencia del desmenuzador están compuestos básicamente por:

Pan viejo
 Flores y tierras para sembrar en almácigos caseros
 Sobras de comida preparada y envasada vencidas, juntamente con el envase
 Sobras de comidas preparadas: quesos blandos, sardinas
 Sobras de comidas no aptos para el desmenuzador: huesos grandes, carozos de durazno

De acuerdo con las mediciones resultaba evidente que algunos hogares habían decidido no utilizar los desmenuzadores. Tal vez, porque algunas comidas vienen pre-embaladas y se requiere un trabajo adicional previo para que sea apto para el desmenuzador. Muchas veces estas comidas congeladas ya estaban en estado de descomposición, con moho y mal olor, de modo que resultaba incómodo y engorroso desmenuzarlo con el aparato.

Una conclusión evidente e irrefutable a la cual se había llegado, era de que la mayoría de los residentes seguía usando el desmenuzador como un simple elemento electrodoméstico práctico e higiénico para facilitar el trabajo cotidiano en la cocina, y no como un recurso eficiente de separación de desechos en origen. Obviamente hacía falta mucha más información, para que el usuario lograra comprender los verdaderos alcances del desmenuzador y poder optimizar su aplicación.

2.26.4 Densidad

Durante el período de mediciones sin desmenuzadores la densidad de las bolsas de basura variaba entre 16 y 279 kg/m³, con un promedio de 134 kg/m³. Con el uso de los desmenuzadores la densidad media disminuyó a 119 kg/m³. El rango abarcaba desde 41 hasta 262 kg /m³.

Con la introducción de los desmenuzadores bajaron ambos parámetros: el peso y la densidad. Era razonable que la densidad hubiera disminuido de 134 kg/m³ a 119 kg/m³ dado que eliminación de los restos de comida más pesada y húmeda resultara en bolsas más livianas. Sin embargo, se esperaba que los residentes, en ausencia de los residuos de comida, comprimiran mejor la las bolsas de basura; pero en general, no fue el caso.

2.26.5 Contenido de humedad

Durante el período de mediciones sin los desmenuzadores, el contenido de humedad en los desechos caseros era del 31%. Luego de la introducción de los desmenuzadores el nivel se redujo a 25%. La tabla muestra el contenido de humedad de las diversas fracciones.

Tabla 7. Contenido de humedad (% del peso)

	Literatura	Sin Desmenuzadores % del peso	Con Desmenuzadores
Papel	20	20	20
Cartones de leche	8	18	12
Desechos de cocina	70	59	41
Plástico	3	15	12
Textiles	10	18	6
Vidrio	-	-	6
Otros	46	61	-

Los principales contribuyentes al alto contenido de humedad en los desechos domésticos son los restos de verduras ^{4,7,8,21}.

2.27 Almacenamiento y Energía

Los desechos sólidos están constituidos por tres fases diferentes: humedad, cenizas y porción combustible. Para una incineración eficaz lo ideal es un bajo contenido de humedad y cenizas, puesto que se puede usar una mayor porción de energía bruta del material para la generación de energía, y no se gasta energía en la evaporación del agua contenida en el material.

La Tabla 8 muestra la distribución entre varios parámetros de energía de los desechos caseros de Glasforyllaren durante los períodos de mediciones.

Tabla 8. Composición de energía. % por peso.

	Sin Desmenuzador	Con Desmenuzador
Contenido de cenizas	19	17
Contenido de humedad	31	25
Porción combustible	50	58

Sin los desmenuzadores, el contenido de energía bruta de los desechos domésticos fue calculado en 3,04 MWh/tonelada, y con los desmenuzadores se calculó en 3,82 MWh/tonelada. La energía neta, considerando el agua evaporada es de 2,82 MWh/tonelada, sin los desmenuzadores y 3,68 MWh/tonelada, con desmenuzadores.

A pesar de la disminución en cuanto a la cantidad total de desechos, el total de energía neta aumenta desde 581 kWh/persona/año, sin los desmenuzadores, hasta 592 kWh/persona/año con los desmenuzadores. Esto se debe al incremento del contenido de energía en los desechos separados.

Desde el punto de vista del almacenamiento, el contenido de humedad es un parámetro significativo. Las mediciones han mostrado que el contenido de humedad debe reducirse a un nivel bajo, 15-18% del peso, para que su almacenamiento resulte posible durante períodos de tiempo más largos, sin la descomposición o autoignición del material ^{19,14}.

Visitando los cuartos de recolección de basura del área, fue claramente notorio, además de la eliminación casi total de olores desagradables típicos de la putrefacción, que la actividad orgánica había disminuido notablemente durante el período de separación.

Desde el punto de vista de la higiene, los desechos caseros separados en Glasforyllaren constituyeron un material que podía ser almacenado por dos semanas ^{6,9,14}.

Teóricamente, el contenido de cenizas en los desechos caseros se reduciría del 19% al 17% después de la introducción de los desmenuzadores. Esto significa una cantidad de cenizas / silicios de 38 kg/persona/año, sin los desmenuzadores, y 27,3 kg /persona/año, con desmenuzadores. Esta reducción de aproximadamente 10 kg/persona/año, significaría una reducción de 46.200 toneladas métricas/año de cenizas provenientes de las plantas de incineración, si se los alimentara con desechos aplicando los desmenuzadores.

2.28 Contenido de Cloro

Según los estudios de EE.UU⁵, el contenido de cloro llega hasta el 0,89% del contenido de TS de los desechos caseros, en las áreas donde está prohibido el uso de desmenuzadores, y que llega al 0,45% en las áreas donde está permitido su uso. Esto corresponde a 6,1 gr/kg de desechos sólidos sin desmenuzadores y a 3,4 gramos /kg de desechos sólidos con desmenuzadores. Bajo las condiciones de Glasforyllaren, esto significa que se introducirían 1,2 kg/persona/año de desechos sólidos al sistema, y con los desmenuzadores se introducirían 0,55 kg/persona/año. La introducción de desmenuzadores reduciría el contenido de cloro en los desechos caseros en un 44%, lo cual supuestamente reduciría también la descarga de dioxina en las plantas de incineración.

2.29 Economía política

No es fácil cuantificar los beneficios económicos de un sistema completamente equipado con desmenuzadores. A los efectos de simplificar las comparaciones con otra monedas más corriente, tomaremos la siguiente paridad cambiaria con el Dólar Estadounidense: 1US\$=10 SEK. Los costos y ganancias pueden clasificarse en varias categorías, a saber:

- a) Costos de los contenedores / cuartos de recolección de basura
- b) Costos de recolección
- c) Costos de Transporte
- d) Costos de Tratamiento
- e) Ganancias de tratamiento

En general se pudo estimar que la recolección de basura costaba aproximadamente 700SEK por residencia, distribuidos de la siguiente manera:

Contenedores	15%, 105SEK
Tratamiento	15%, 105SEK
Transporte	15%, 105SEK
Recolección	55%, 385SEK

Traducido a valores vigentes en el momento, la situación económica para Glassforyllaren era:

Renta contenedor de 15m ³	949SEK/6 meses
Recolección	99SEK/cada vez
Cuota de eliminación, tratamiento	70SEK/cada vez
Tiempo de transporte de 12 hs/año	A 350SEK/hora
	2.100SEK/año

Los efectos económicos para todo el complejo habitacional de Glassforyllaren se muestran a continuación, para diferentes estrategias:

- A Cerrando un cuarto de colección de basura, recolección cada 2 semanas
- B Cerrando un cuarto de colección de basura
- C Recolección cada 2 semanas
- D Sistema convencional con desmenuzador
- E Sistema convencional sin desmenuzador

Tabla 9.

	A	B	C	D	E	SEK/ Contenedor / año
Costo por contenedor y cuarto de colección	5.694	5.694	7.592	7.592	7.592	1.898
Costos de recolección *	7.722	15.444	10.296	20.592	20.592	5.148
Costos de Transporte *	2.280	4.560	2.280	4.560	4.560	1.140
Costos de Tratamiento	3.705	3.705	3.705	3.705	4.600	1.150
Total	19.401	29.403	23.873	36.449	37.344	
Ganancias por tratamiento	330	330	330	330	0	
TOTAL	19.071	29.073	23.543	36.119	37.344	
Ahorros(SEK)	183	83	138	12	0	
Por residencia (%)	49	22	37	3	0	

(*) Se supone que no hay costos fijos, por lo que los costos son directamente proporcionales a número total de veces que se presta el servicio.

2.30 Aspectos Sociológicos

2.30.1 Antecedentes y Población

A los efectos de poder evaluar cabalmente los efectos de la instalación de los desmenuzadores en el complejo mencionado, se realizaron diferentes encuestas entre los residentes tendientes a caracterizar las actitudes y costumbres y recabar las opiniones personales sobre el proyecto^{19,18}.

El grado de respuesta a estas encuestas, realizadas mediante cuestionarios debidamente diseñados, fue del 81% en la primera fase del estudio, y de 83% en la segunda fase.

Se trataba de una población eminentemente joven, con un 60% de la misma entre los 20 y 35 años de edad, y con 40% de solteros. No hubo mudanzas durante el estudio. En general hubo tres tipos de hogares: a) Jóvenes solteros sin hijos (39%), b) Parejas sin hijos (22%) y c) Familias con hijos (30%). Para tener certeza de que no hubiera grandes movimientos poblacionales, se llevaron a cabo censos en tres ocasiones.

2.30.2 Hábitos

El hecho de haber tantos diferentes tipos de hogares constituidos, implica también una gran variedad de costumbre y actitudes domésticas. Uno de los objetivos de las encuestas era precisamente poder evaluar los diferentes estilos de vida, en términos de cantidad de comidas consumidas dentro y fuera del hogar. Por ejemplo, surgió de las encuestas, que un 17-20% de residentes comían fuera de sus hogares en los días de semana, mientras que una gran mayoría (73-75%) consumían por lo menos una comida preparada en casa. Durante los fines de semana y feriados el panorama era muy diferente: el 91-96% comía por lo menos una comida preparada en casa. Otro aspecto de los hábitos se relaciona con la manera de preparar las comidas. En el 49-56% de los hogares se consume comidas precocidas por lo menos una vez a la semana, mientras que en el resto de los hogares no consumen nunca comidas precocidas.

En cuanto a la frecuencia de sacar la basura afuera, una gran mayoría (76-85%) espera a que la bolsa de residuos esté llena para sacarla afuera. Otros lo hacen a diario o tienen otras rutinas. En general, la introducción de los desmenuzadores provocó un cambio de hábito en los hogares.

2.30.3 Información

El experimento con los desmenuzadores fue precedido por una intensa campaña informativa, tan bien diseñada, que al momento de la segunda encuesta, el 96% de los encuestados se declaró satisfecho con el aparato. La primera encuesta había arrojado un nivel de satisfacción de entre 79% y 96%..

En cuanto al motivo de haber participado de este experimento, las encuestas mostraron que básicamente hubo tres tipos de motivaciones: **a)** relacionadas con la higiene y el cuidado del medio ambiente; **b)** curiosidad por lo novedoso del aparato; **c)** no tenían otra alternativa.

2.30.4 Actitudes hacia los desmenuzadores

En general, las opiniones acerca de la conveniencia o no, de instalar los desmenuzadores se dividían básicamente en tres grandes grupos: a) un 29% de aquellos que presentaban dudas respecto del funcionamiento correcto del aparato, respecto de su confiabilidad, durabilidad, costos de mantenimiento, riesgo físico para los niños, etc. b) un 61% de aquellos con actitud relativamente positiva hacia ellos y c) un 7% con respuesta negativa.

La mayoría de ellos adquirió confianza con el uso y desarrolló una actitud positiva hacia ellos, ya que significaba confort e higiene en el hogar, pero pocos tomaron conciencia de los beneficios reales que aportaba al cuidado del ambiente ^{1,20,22}.

De los formularios prolijamente elaborados de las encuestas, surgió que un 61% estaba dispuesto a recomendar el aparato a terceros, mientras que el resto no lo haría. Otra conclusión que surgió, es que, si bien hay un cierto grado de conciencia popular en cuanto a la protección del ambiente, - por ejemplo, el 34% recicla vidrio, el 49% devuelve papel reciclable, el 63% las pilas y el 76% las latas -, en general, ésta no está vinculada a las acciones prácticas, como por ejemplo, la del uso de desmenuzadores.

2.30.5 Discusiones y Conclusiones

Como ya se dijera previamente, los resultados de los experimentos y de los estudios fueron muy positivos, con un alto grado de satisfacción por parte de los residentes en general. Algunos aparatos sufrieron desperfectos esporádicos, la mayoría de ellos debido al uso inadecuado, que fueron rápidamente solucionados. La instalación de un desmenuzador requiere una inversión de aproximadamente 300SEK. Con el plan de pago a diez años y a razón de 3 personas en promedio por unidad habitacional, resultaba en una inversión de 100SEK/persona/año.

El desmenuzador requiere de 0,3 kW y se lo utiliza en promedio 2,4 veces por día durante 30 segundos, de modo que significa 2,2 kWh por año por hogar. Realmente insignificante. El transporte de las sustancias desmenuzadas por la red cloacal se desarrolló normalmente, sin causar obstrucciones y los estudios extrapolados a 15 años indicaron que no habría ningún inconveniente en el futuro.

El ruido ocasionado por el funcionamiento del desmenuzador, no sobrepasó en ningún momento los parámetros tope que fijan las normativas suecas. Se pudo observar que el registro de las pautas de uso de todos los residentes, genera una escala descendente, desde aquellos que lo usan debidamente, moliendo todo lo orgánico posible, hasta aquellos que lo usan apenas esporádicamente, una o dos veces por semana, o ninguna.

Tampoco hubo incrementos significativos en el flujo de aguas residuales, como lo muestra la Tabla 10.

Tabla 10. Incremento en cantidades de contaminantes con los desmenuzadores (kg/persona/año)

	TS	TS-GF	TS-GR	SS	DBO7	COD	Tot-P	Tot-N	Cl
Total	10,2 19,4	(-9,1)	12,4	11,3	32,1	(-0,3)	0,5	0	
Disuelto	-	-	-	-	4,0	5,1-0,2	0	-	

En promedio, los desechos sólidos disminuyeron en 35kg /persona/año. La parte separada está formada fundamentalmente por desechos de la cocina, con un contenido de humedad aproximado del 60%, de acuerdo con las mediciones. La parte separada corresponde pues a $0,40 \times 35 = 14$ kg TS/persona/año.

Se han clasificado los desechos de cocina (79,5kg/persona/año) y el papel mojado (8,6kg/persona/año) como desechos orgánicos de cocina. Estos corresponden a 81,1 kg/persona/año, sin desmenuzadores. De esto, separamos un total de 32,5 kg/persona/año, (37%) mediante el desmenuzador. Los desechos orgánicos caseros contienen aproximadamente el 20% (17,6 kg/persona/año) que no puede ser molido (huesos, piel de pescado, etc.) debido a las limitaciones del desmenuzador.

Lo que no se desmenuzó, fueron restos de comidas envasadas o congeladas, que requieren un trabajo adicional. La mayoría optó por arrojarlo a la bolsa de basura, incluyendo el envase. La conclusión es que debemos separar los residuos orgánicos en “directamente molibles” y en “indirectamente molibles”. La experiencia y los estudios indicaron que aproximadamente el 30% de los desechos orgánicos molibles pertenecen a la categoría de “indirectamente molibles”.

En resumen, se tuvo éxito en la separación de 35kg (18%) del total de desechos en el área. Esto corresponde al 50% del total de los desechos molibles o al 70% de los desechos “directamente molibles”. Los desechos “indirectamente molibles” que constituían aproximadamente el 30% del total de desechos molibles, requieren de trabajo adicional, que los residentes del área no estaban dispuestos a realizar.

2.30.6 Almacenamiento dentro del edificio.

Tal como se dijera, hubo una reducción considerable de peso y volumen de las bolsas acumuladas, con la consecuente eliminación total de olores. La zona en estudio generó a aproximadamente 800 kg de desechos sólidos por semana sin los desmenuzadores. Con desmenuzadores, el peso disminuyó a 650 kg/semana, o sea, a 1.300 kg/ por dos semanas. Con la disminución real de la densidad de las bolsas de 134 a 119 kg/m³, resultó más fácil también la compactación de las bolsas. Habitualmente se asigna una bolsa de papel con capacidad de 160 litros por residencia familiar.

Una de las consecuencias más relevantes derivadas de la discusión anterior, es el hecho de que los desechos sólidos pueden ser almacenados durante dos semanas, en los contenedores de basura en los condominios.

Por experiencia, se sabe que el costo de recolección de basura (recoger y transportar) constituye el 80% del costo total de la administración y manejo de desechos sólidos. De manera que hacer la mitad de las recolecciones, tendría un impacto muy importante en todo el sistema de administración de desechos. De acuerdo con las medidas de Staffanstorp, se tendría que recolectar el 60% más de peso por recolección, si se hiciera cada dos semanas. De es modol, Staffastorp experimentaría un ahorro medio de aproximadamente el 25% del

costo de recolección-transporte, o sea, aproximadamente el 20% del costo total por desechos sólidos.

La disminución de la frecuencia de recolección también trae inherente varios factores beneficiosos pero más difíciles de cuantificar, menor consumo de combustible de la flota de camiones, menor contaminación atmosférica, menor desgaste de las carreteras, menor riesgo de accidentes.

2.30.7 Aguas residuales

El trabajo de transportar las aguas residuales permanece igual, ya que la cantidad de las mismas no cambia demasiado. En cambio, sí hay una pequeña modificación en el sistema de conductos por la mayor concentración de contaminantes de las aguas residuales.

Las normas de diseño y construcción actuales garantizan un óptimo flujo de las residuales cargadas con material orgánico proveniente del uso de desmenuzadores, inclusive para los casos más desfavorables de diámetro y pendiente de 0,3%.

El incremento de la cantidad de desechos orgánicos, en condiciones de anaerobiosis, representa un riesgo potencial respecto de la formación de sulfuro de hidrógeno. Esto, a su vez, puede provocar ulteriores problemas de corrosión de los conductos. Los efectos dañinos de esta corrosión aparecen recién después de muchos años de servicio. Las mediciones del DBO_7 correspondían a un incremento potencial de la formación de sulfuro de hidrógeno, cuyo nivel estaba muy por debajo del límite que ocasionan problemas operacionales.

El desarrollo social está dirigido, indudablemente, hacia una tecnología tendiente al ahorro de agua. Este desarrollo constante trae como consecuencia el incremento de la concentración de aguas residuales. La introducción de los desmenuzadores acelera este aumento. Obviamente, existe un punto límite, en el cual ya no se puede incrementar más la concentración o disminuir el flujo de agua, sin correr el riesgo de presentar problemas en el transporte.

2.31 Resumen

Sintetizando, un sistema de separación en origen de desechos caseros utilizando desmenuzadores, trae grandes beneficios para el transporte de desechos sólidos. Asimismo, no se encontró ninguna razón que justifique aumentos directos en los costos en el sistema de la red cloacal.

Se logró una disminución del trabajo del transporte en general. Los desechos sólidos disminuyeron en 35kg/persona/año, mientras que el transporte de aguas residuales con barros se incrementó en 25kg/persona/año, logrando así, una ganancia neta para la sociedad de aproximadamente 10kg/persona/año.

2.32 Tratamiento

2.32.1 Aguas residuales

Respecto del tratamiento, los efectos principales sobre el sistema son causados por el aumento en los niveles de contaminantes. La cuestión principal es el incremento significativo de sólidos suspendidos (SS), que es fundamentalmente materia orgánica. La magnitud del incremento es del 50%. El incremento consiste en partículas que se sedimentan rápidamente y que son fácilmente degradadas. La adición de sales nutrientes, nitrógeno (N) y fósforo (P) es pequeña, con un incremento del 5 –10%.

El pretratamiento (trampas de arena) y la purificación mecánica se consideran suficientes como para manejar el incremento de los contaminantes sin mayores modificaciones estructurales de la planta. Los barros removidos se incrementan en un 50%.

En la etapa de tratamiento biológico, el volumen de la laguna de aireación y la cantidad de oxígeno introducido deberán incrementarse en aproximadamente un 20% y la cantidad de barros excesivos aumentará alrededor de un 10%.

Debido a la elevada proporción de material orgánico en los barros, el intercambio de gases se incrementará aproximadamente en un 100%, a la vez que la cantidad de barros en descomposición se incrementarán tan solo en un 40%.

Una de las grandes ventajas de los desmenuzadores, aunque no se la pueda cuantificar, es que habrá un incremento en la proporción de material orgánico fácilmente degradable y disuelto en las aguas residuales, también fácilmente disponible como una fuente de carbono para la reducción biológica de nitrógeno y/o fósforo. Hay una mejora de la calidad del producto final, los barros, que se transforman en mejoradores de suelos.

2.33 Cálculos económicos

A efectos del cálculo, no se consideraron los costos fijos de los sistemas de agua y aguas residuales ya que afectan la red de conductos y medidores. El costo variable es aproximadamente 9SEK/m³ e incluye costos fijos y variables de las plantas de tratamiento de agua y aguas residuales. Normalmente, el primero constituye cerca del 40% de estos costos. Los 5,40SEK restantes son costos de aguas residuales. De estos, los costos fijos llegan aproximadamente al 65% (pagos de intereses y amortizaciones) lo cual significa un costo variable de aproximadamente 1,90 SEK/m³ y un costo fijo de aproximadamente 3,5 SEK.

2.33.1 Desechos sólidos

El impacto sobre el tratamiento de los desechos sólidos depende del tipo de tratamiento (incineración, relleno sanitario o compostaje para abono) El efecto sobre los desechos sólidos es fundamentalmente una disminución en las cantidades, especialmente en el peso, y un cambio en su composición.

Los rellenos sanitarios se beneficiarán por la reducción de volúmenes de desechos sólidos, redundando esto en la vida útil de los mismos. Además, al bajar la densidad del desecho probablemente se podrán compactar más eficazmente las bolsas de basura. Según los cálculos hechos, la reducción del volumen logrado en los rellenos sería de un 30%. La cantidad de lixiviado será menor también debido al hecho de que el contenido de humedad de los desechos sólidos ha disminuido. Al mismo tiempo, el contenido de materia orgánica del lixiviado disminuirá con el tiempo, a medida que aumentan las aguas residuales.

Estudios hechos en Noruega⁷, muestran que cuando la proporción de restos de comida se reduce a la mitad en los rellenos, los contenidos de sales nutrientes y materia orgánica (DQO) en el lixiviado disminuyen en un 30-50% en un período de dos años.

En los casos en que los desechos sólidos se utilicen para producir abonos, los desechos sólidos resultantes por la separación con el desmenuzador, son menos útiles desde el punto de vista del tratamiento. Mediante la separación, se elimina humedad, materia orgánica fácilmente degradable y sales nutrientes que son deseables en el proceso de producción de abonos.

2.33.2 Resumen

Encontramos que las limitaciones en el tratamiento de las aguas residuales son la fase biológica y el tratamiento de los barros, cuando se utilizan desmenuzadores. La ganancia es el incremento significativo en el intercambio de energía del 100%, durante la descomposición. El costo del tratamiento de los contaminantes adicionales generados por los desmenuzadores varía en 25-50SEK por persona por año.

Desde el punto de vista del intercambio energético tenemos el siguiente balance:

- Utilización del desmenuzador -2,2 kWh/persona/año
- Incremento de Aereación -9,0 kWh/persona/año
- Incremento de energía en la planta de tratamiento de aguas residuales -1,0 kWh/persona/año
- Incremento de gas metano +52 kWh/persona/año
- Incremento de energía de combustión +11 kWh/persona/año
- Disminución del transporte(20km) + 1 kWh/persona/año

Queda un saldo de aproximadamente de 50 kWh de ganancia por persona por año.

2.33.3 Resumen de Resultados Finales

Los resultados de las mediciones de ruido mostraron que se cumplían con los requisitos de la autoridad competente de Suecia, el SBN. Los estudios en laboratorio, extrapolados a 15 años demostraron que no habrá problemas de obstrucción de la red cloacal a largo plazo. El consumo de agua medido fue de 183 litros/persona/día con desmenuzadores y 170 litros/persona/día sin desmenuzadores. Es decir que prácticamente no hubo ningún incremento con la incorporación de los desmenuzadores. Respecto de la calidad del agua residual, el incremento de los niveles de contaminantes no fue significativo, como lo muestra la siguiente lista.

- DBO₇, 31 gramos/persona/día
- DQO, 88 gramos/persona/día
- Tot. N, 1,5 gramos/persona/día
- Tot. P, -0,8 gramos/persona/día
- SS, 34 gramos/persona/día
- TS, 28 gramos/persona/día

Las pruebas de sedimentación mostraron un rápido proceso de sedimentación y que los barros se enriquecen con materia orgánica (90%). Los barros aumentaron en un 70% y el aspecto más delicado es el estado biológico y el tratamiento de los mismos.

Con el uso de los desmenuzadores se reduce la cantidad de desechos sólidos de 196 kg/persona/año, a 160 kg/persona/año, (18% en peso). La densidad de la bolsa de basura bajó de 134 kg/m³ a 119 kg/m³ y el contenido de humedad disminuyó de 31% a 25%.

Según los cálculos teóricos, los desechos pueden ser almacenados en los edificios durante dos semanas sin problemas y probablemente durante meses en las plantas de tratamiento de desechos.

Un sistema de separación de recursos con desmenuzadores genera grandes ganancias en el transporte de desechos sólidos, a la vez que no hay ningún incremento directo significativo en el costo del transporte de las aguas residuales.

Habiendo obtenido una disminución de desechos sólidos de 35 kg/persona/año y un incremento de 25 kg/persona/año de agua con barros, queda una ganancia neta para la comunidad de 10 kg/persona/año, en el trabajo de transporte.

Siendo que en una comparación económica los costos varían entre 75-150 SEK/persona/año, y que las ganancias llegan a 85-110 SEK/persona/año, la opción de usar desmenuzadores no es solo un factor puramente económico. Hay otros parámetros ambientales involucrados. En cambio, un balance energético proporciona un excedente de aproximadamente 50 kWh por persona por año, con el uso del desmenuzador.

3. Estudio Completo sobre la Ciudad de Nueva York, EE.UU.

3.1 Síntesis:

El 11 de Octubre de 1997 el Alcalde de la ciudad de Nueva York, Rudolph W. Giuliani, hace promulgar la Ley N° 1016-A²⁹ que elimina la prohibición de instalar desmenzadores de residuos de alimentos en los domicilios, conectados a la red de desagües cloacales en vigencia hasta ese momento. La medida fue la culminación de un proceso de comenzó aproximadamente dos años antes, cuando en Septiembre de 1995, el Alcalde firmó la Ley Local N° 74 autorizando al Departamento de Protección Ambiental a realizar un estudio del impacto ambiental de los desmenzadores, sobre las áreas servidas con sistemas combinados de cloacas y aguas pluviales.

El informe⁵⁷ concluyó afirmando que el levantamiento de la medida no tendría ningún impacto ambiental adverso y recomendó la eliminación de la prohibición. El Departamento de Protección Ambiental³¹ encontró también que la mayoría de las municipalidades en EE.UU. ya habían permitido el uso de desmenzadores. Ninguna de estas ciudades había informado sobre impactos ambientales adversos sobre sus sistemas cloacales o la calidad de agua de sus vías navegables.

El uso de desmenzadores no sólo resultará conveniente para la ciudad de Nueva York, sino que tendrá un efecto positivo sobre el ambiente, reduciendo la cantidad de basura sólida que se deposita en los rellenos sanitarios de la ciudad.

3.2 Informe Completo

Desde los años 70 había estado prohibido el uso doméstico de desmenzadores de restos de alimentos en la ciudad de Nueva York en las áreas servidas por sistemas combinados de desagües cloacales y pluviales. La prohibición obedeció al intento de evitar la descarga directa de residuos orgánicos crudos en los cursos de agua que rodean la ciudad, y evitar un posible deterioro del sistema de drenaje de la ciudad. Contrariamente al caso de Nueva York, muchas otras ciudades norteamericanas, habían permitido el uso de desmenzadores.

No se constataron evidencias sobre efectos adversos atribuibles a los desmenzadores y la industria de instalaciones sanitarias venía reclamando constantemente a las autoridades de la ciudad el levantamiento de prohibición. Solo se había permitido el uso de desmenzadores en áreas servidas separadamente por aguas pluviales y cloacales desde el año 1971.

El Departamento de Protección Ambiental realizó durante 21 meses, un exhaustivo estudio piloto con la cooperación del Departamento de Saneamiento, representantes de la industria de instalaciones sanitarias y fabricantes de desmenuzadores. El objetivo del estudio era evaluar el impacto de desmenuzadores sobre los cursos de agua alrededor de ciudad, sobre sistemas de desagües cloacales, plantas de tratamiento de agua, tasas de consumo de agua y otros aspectos ambientales, así como la salud pública y seguridad.

El estudio demostró que el impacto ambiental de estos desmenuzadores era despreciable en estas áreas y que, por el contrario, podrían ayudar a reducir el volumen de basura sólida generada por la ciudad.

Los objetivos del estudio piloto, según lo enumera la Ley 74, eran:

- El impacto de grasas y residuos sólidos de alimentos sobre la operación de sistemas combinados de desagües,
- El impacto sobre el consumo de agua
- El impacto del contenido nutritivo del efluente crudo
- El impacto del aumento de cargas contaminantes sobre aguas receptoras, incluyendo incrementos de la demanda bioquímica oxígeno (DBO) y sólidos en suspensión (SS).
- El impacto sobre los procesos de tratamiento de aguas servidas y manejo de barros
- El impacto sobre la capacidad de la ciudad de cumplir con estatutos, reglamentos, licencias y ordenanzas en vigencia y de aplicación
- El impacto sobre el manejo de residuos sólidos, y cualquier otro impacto sobre el ambiente, salud pública y seguridad, así como el costo de operación del sistema de agua y cloacas.

El estudio, que implicó una planificación a largo plazo – año 2035 -, con la hipótesis de máxima que implicaba una tasa de crecimiento en la instalación domiciliar de desmenuzadores de 1% anual, arrojó resultados positivos que justificaron el levantamiento de la prohibición mencionada. Se calculó que para el año 2035, un tercio de los hogares de Nueva York habrían incurrido voluntariamente en el gasto de instalar desmenuzadores.

No había motivos de preocupación, en cuanto a cambios en las plantas de tratamiento de aguas, a menos que las normas de calidad de agua se tornaren más estrictas en el largo plazo. El estudio recomendó al Departamento de Protección Ambiental el continuo monitoreo de la cantidad y la ubicación de los desmenuzadores instalados en los próximos años.

A continuación una síntesis del estudio piloto y el análisis de cada impacto:

Se seleccionaron tres zonas residenciales en el entorno de Nueva York para el estudio. Cada localidad comprendía un grupo de estudio con desmenuzadores instalados y un grupo de control sin desmenuzadores. Ver mapa adjunto.

Queens: 13 edificios, 79 departamentos,
211 personas, 34 desmenuzadores instalados
Area de control: 8 edificios, 127 personas.

Brooklyn: Torre de 392 departamentos
695 personas, 121 desmenuzadores
Area de control: Torre de 420 departamentos, 781 personas.

Manhattan: Condominios varios de 102 departamentos
134 personas, 88 desmenuzadores
Area de control: Condominios varios con 66 personas.

3.3 Resultados y Parámetros del Muestreo

Los parámetros claves incluyeron TSS (total de sólidos en suspensión), DBO y DBO(F) (demanda de oxígeno bioquímico y su filtrado), DQO (demanda química de oxígeno), nutrientes tales como NO₂ (nitrito), NO₃ (nitrato), NH₃ (amoníaco), TKN (Nitrógeno Kjeldahl total), PO₄ (ortofosfato), FT (fósforo total), y Sólidos sedimentables.

Los resultados del muestreo se encuentran en la tabla N° 1. A fin de ofrecer una base de análisis de futuros impactos, se proyectaron futuras cargas para los años 2000, 2005, 2010, 2025, 2035. Se asumió que la instalación de desmenuzadores crecería a una tasa de 1% anual. El Departamento de Sanidad consideró a los años 2000 y 2005 como plazo medio razonable para la medición del impacto ambiental. Más allá de esa fecha, los razonamientos serían meras especulaciones.

3.4 Evaluación del Impacto

La introducción de equipos desmenuzadores puede causar aumento en los sólidos suspendidos, y aceite y grasa en el sistema cloacal. De acuerdo a los valores que da la literatura, este incremento es alrededor de 20% per cápita para aguas servidas domésticas. Consecuentemente, podría haber un incremento de los costos de mantenimiento para la ciudad. La siguiente tabla muestra el incremento proyectado de los costos de

mantenimiento como consecuencia de haber introducido desmenuzadores a una razón de saturación de 1% por año, comenzando en 1997.

Esta Tabla también muestra los costos estimados generados por el impacto de los depósitos de sólidos suspendidos y su efecto sobre el programa de limpieza cloacal, quejas por acumulación de sedimentos cloacales y remoción de grasa. Poniendo estas cifras en perspectiva, el Departamento de Protección Ambiental DPA, gasta actualmente alrededor de US\$ 0,5 millones para limpiezas contractuales de rutina y US\$ 6.850.000 en quejas.

A efectos de corroborar mas los resultados de los estudios, se realizaron monitores con cámaras de video durante todo el estudio, tanto antes de la instalación de desmenuzadores como también al finalizar el período de estudio. No se observaron materiales en suspensión al final del estudio.

El análisis demostró, que aun bajo las condiciones de funcionamiento más adversas, no se producirían potenciales impactos negativos sobre el sistema cloacal de la ciudad, si se permitía la instalación de desmenuzadores en las áreas combinadas de desagües cloacales y aguas pluviales.

Promedio de Concentraciones de Contaminantes en Puntos de Control

Parámetro	Queens		Brooklyn		Manhattan	
	Lb/cáp/día	g/cáp/día	Lb/cáp/día	g/cáp/día	Lb/cáp/día	g/cáp/día
TSS	0,0721	32,5	0,0815	36,7	0,0587	26,4
DBO	0,0695	31,3	0,0700	31,5	0,0469	21,1
DBO(F)*	0,0369	16,6	0,0412	18,5	0,0253	11,4
DQO	0,1980	89,1	0,2268	102	0,1363	61,3
NO ₂	0,0000		0,0000		0,0000	
NO ₃	0,0003	0,13	0,0001	0,05	0,0002	0,1
NH ₃	0,0129	5,8	0,0108	4,9	0,0053	2,4
TKN	0,0190	8,6	0,0202	9,1	0,0205	9,2
PO ₄	0,0016	0,7	0,0011	0,49	0,0014	0,6
TP	0,0036	1,6	0,0023	1,04	0,0020	0,9
Sólidos Sedimentables	0,0010	0,5	0,0037	1,67	0,0058	2,6

(*) DBO del líquido filtrado

**Valores Promedio del Grupo de Estudio Ajustados a 100%
de Saturación de Mercado de Desmenuzadores**

Parámetro	100% de Desmenuz. Queens Poblac. c/Desmenuzador	100% de Desmenuz. Brooklyn Poblac. C/Desmenuzador	100% de Desmenuz. Manhattan
TSS	0,1197	0,3406	0,1048
DBO	0,1211	0,2402	0,1397
DBO(F)	0,0492	0,0963	0,0582
DQO	0,2807	0,5897	0,2553
NO ₂	0,0000	0,0000	0,0000
NO ₃	0,0002	0,0001	0,0002
NH ₃	0,0172	0,0172	0,0088
TKN	0,0287	0,0390	0,0333
PO ₄	0,0018	0,0028	0,0024
TP	0,0045	0,0050	0,0032
Sólidos Sedimentables	0,0088	0,0300	0,0095

Diferencias entre Grupos de Estudio y Grupos de Control

Parámetro	Queens	Brooklyn	Manhattan	Promedio Completo
TSS	0,048	0,2593	0,046	0,1177
DBO	0,052	0,1703	0,093	0,1049
DBO(F)	0,012	0,0551	0,033	0,0334
DQO	0,083	0,3629	0,119	0,1882
NO ₂	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NO ₃	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NH ₃	0,004	0,0065	0,0035	0,0047
TKN	0,010	0,0188	0,0128	0,0138
PO ₄	0,0000	0,0018	0,0010	0,0010
TP	0,001	0,0027	0,0012	0,0016
Sólidos Sedimentables	0,008	0,0263	0,0037	0,0126

Proyecciones para Toda la Ciudad

Aumento de Afluentes en Libras por Día

Año	Población de la Ciudad	% Saturac. (1% / año)	Población c/ Desmenuzad.	TSS	DBO	DBO Filtrado
2000	7.454.300	3	223.629	10.476	16.137	5.053
2005	7.498.600	8	599.888	28.103	43.287	13.555
2010	7.610.400	13	989.352	46.347	71.289	22.356
2025	8.018.000	28	2.245.040	105.172	161.997	50.730
2035	8.087.300	38	3.073.174	143.967	22.753	69.443

Año	DQO	NH3	TKN	PO4	Total Fósforo	Sólidos Sedimentables	Aceite & Grasa
2000	22.550	867	2.514	139	237	1.284	1.314
2005	60.489	2.326	6.743	373	636	3.445	3.525
2010	99.761	3.836	11.121	615	1.049	5.681	5.813
2025	226.377	8.704	25.237	1.394	2.381	12.891	13.191
2035	309.882	11.915	34.546	1.909	3.260	17.646	18.056

Aumentos de Costos de Mantenimiento debidos a Desmenuzadores, 2000 – 2035

Año	% de Satur. 1% por año	% Impacto Saturac. x 20%	% Aumento US\$ en Gastos Limp. Cloacas	Aum. US\$ en Gast. Destapa. Limpiez Grasas	Total de Gastos
2000	3	0,60%	3.000	42.000	45.000
2005	8	1,60	8.000	110.000	118.000
2010	13	2,60	13.000	178.000	191.000
2025	28	5,60	28.000	383.000	411.000
2035	38	7,60	38.000	521.000	559.000

3.5 Consumo de Agua

Se proyectaron los incrementos en el consumo de agua debido a la introducción de desmenuzadores para los años 2000, 2005, 2010, 2025 y 2035. Las proyecciones fueron basadas en una estimación razonable de un aumento de consumo de agua de un galón per cápita por día, debido al uso de desmenuzadores. Esta cifra resultó ser un valor medio entre la máxima y la mínima medida durante el estudio posterior.

En base a esta hipótesis, y aun bajo las peores condiciones de servicio, el consumo adicional de agua con desmenzadores sería de aproximadamente 12.000 m³ por día para el año 2035. Esto representa un incremento mínimo, frente a los 5.000.000 m³ de promedio anual de consumo diario de agua. Por tal motivo, no habrá ningún impacto potencial significativo sobre el sistema de provisión de agua de la ciudad, si se permite la instalación de desmenzadores en el área metropolitana.

Demanda de Agua en toda la Ciudad, debido a Desmenzadores

Año	Proyeccion Población NY	Saturación % (1%/depto/año)	Población con Desmenzador	Demanda Agua debido Desmenuz. (mill gal/día)
2000	7.454.300	3%	223.629	0,22
2005	7.498.600	8	599.888	0,60
2010	7.610.400	13	989.352	0,99
2025	8.018.000	28	2.245.040	2,24
2035	8.087.300	38	3.073.174	3,07

3.6 Tratamiento de Aguas Servidas y Manejo de Biosólidos

El análisis de potenciales impactos sobre la capacidad de la Ciudad para tratar aguas servidas y disponer los biosólidos, tuvo en cuenta el capital adicional eventual y costos operativos, que surjan como consecuencia de un aumento de la carga orgánica en la corriente de residuos. Estos costos pueden ser atribuidos a la necesidad de la capacidad de aereación para tratar el DBO, digestores adicionales de barros e instalaciones de deshidratación para manejar sólidos, y medidas adicionales de control de nitrógeno.

Los costos de control de nitrógeno son potencialmente los más variables, ya que dependen de los futuros escenarios regulatorios de control. Las Tablas que siguen detallan los costos adicionales que el Departamento de Protección Ambiental prevé que surgirían para manejar las cargas adicionales de los desmenzadores. Los costos presentados son acumulativos y figuran en valores constantes de 1996.

Los resultados muestran que en la década posterior a la introducción masiva de desmenzadores en la ciudad, los aumentos en los costos serían relativamente pequeños; aproximadamente US\$4,1 millones en 2005 para la medición más cara, que es la de control de hidrógeno. Comparados con el costo estimativo de US\$ 1.525 millones en concepto de mantenimiento de la infraestructura de aguas y cloacas de la ciudad, el impacto de este gasto es despreciable.

Los costos de la planta de tratamiento adicional debidos a los desmenuzadores fueron basados en una tasa de flujo estimativo de 3 galones per cápita por día. Dado que el análisis de consumo de agua mostró que un promedio de flujo per cápita estaría alrededor de 1 galón per cápita por día, se calcularon nuevamente los costos debidos al flujo adicional. Los costos adicionales referentes al flujo se deberían primordialmente a los requerimientos de bombeo y clorinación.

La tabla muestra la diferencia proyectada en los costos que puede ser esperada. Estos costos pueden ser deducidos de las otras tablas para cualquier escenario, a efectos de obtener los costos proyectados, suponiendo una tasa de consumo de agua de 1 galón per cápita.

Costos Operativos Anuales y de Capital para Tratamiento de Aguas Cloacales y Manejo de Biosólidos, usando diferentes Técnicas de Control de Nitrógeno

Escenario 1: Aumento de Aereación

Año	Costo Operativos US\$	Costo de Capital US\$
2000	578.600	700.900
2005	2.400.000	1.800.000
2010	2.500.000	3.100.00
2025	5.700.000	17.400.000
2035	7.800.000	28.800.000

Escenario 2: Remoción fija de Nitrógeno

Año	Costo Operativo US\$	Costo de Capital US\$
2000	578.600	2.400.000
2005	2.400.000	6.100.000
2010	2.500.000	10.200.000
2025	5.700.000	33.300.000
2035	7.800.000	50.600.000

Escenario 3: Biofiltros

Año	Costo Operativo US\$	Costo de Capital US\$
2000	1.500.000	17.700.000
2005	4.800.000	50.140.000
2010	6.300.000	79.400.000
2025	14.600.000	165.700.000
2035	19.800.000	2118.800.000

3.7 Impacto sobre Tasas de Consumo de Agua

También se realizó un estudio, para poder estimar un eventual impacto del aumento de la capacidad adicional de tratamiento de aguas servidas, sobre los volúmenes vigentes de flujo de agua y de cloaca. También se identificaron menores incrementos de costos debidos a un mayor mantenimiento de cloacas, pero resultaron ser despreciables como para afectar las tasas de agua. De manera similar, los aumentos en los ingresos debidos a demandas adicionales generadas por los desmenuzadores, fueron demasiado pequeñas como para ser medidas.

El aumento del tratamiento de líquidos cloacales y biosólidos (barros) significaron aumentos en el presupuesto doméstico anual promedio de US\$3,70 para una vivienda promedio ocupada por su dueño, y US\$3,15 para una unidad de departamento promedio, si se adoptare el escenario más estricto de remoción de nitrógeno. Estos impactos también se consideran como de poca monta (menos de 1% por encima de las tasas de consumo proyectadas de agua) y no significarían ningún desplazamiento potencial de residentes. Si se requiere una remoción menor de nitrógeno, estos costos bajarían. No se presentan proyecciones de tasas de consumo de agua más allá de 2005, pues sería mera especulación.

Costos Resultantes de la Premisa de un Flujo de 11,4 litros/cápita/ día en US\$

Costo del Ítem / año	2000	2005	2010	2025	2035
Costo de Bombeo	3.947	10.586	17.451	41.785	57.215
Costo de Clorinación	4.982	13.373	22.127	49.973	68.339
Total US\$	8.928	23.959	39.577	91.758	125.554

3.8 Calidad de las Aguas

- **Aguas Abiertas**

El estudio arrojó un incremento en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) debido a los desmenuzadores, dando como resultado una disminución de 0,01 miligramo por litro de oxígeno disuelto (OD) en el puerto de Nueva York para el 2005 (basados en los datos del muestreo de Manhattan y Queens). Este incremento es despreciable y así lo consideró el Departamento de Protección Ambiental, aun para las peores hipótesis de trabajo, y cualquier aumento en el déficit de OD sería mera especulación.

- **Tributarios**

Se analizaron las aguas de los tributarios mediante un cálculo estimativo de los impactos sobre un tributario particular, la cuenca de drenaje Flushing Bay, que estaba siendo mejorado en ese momento. La instalación de desmenuzadores en esta área causaría el incremento de DBO y de cargas de TSS en la corriente total de CSO, de 5,0% y de 2,0% respectivamente por encima de las cargas básicas, con remotas posibilidades de que las concentraciones de OD descieran por debajo del mínimo admisible de 4mg/L.

En el estudio realizado en 1995 en Flushing Bay en el puerto de Nueva York arrojó un nivel estándar de OD de 7,7mg/L (superficie) y de 5,3mg/L (fondo), con un mínimo de OD de 3,5mg/L. El no-cumplimiento con el límite inferior admisible de OD de 4mg/L del Departamento de Control Ambiental de la Ciudad de Nueva York fue de 50% en la temporada estival. En este contexto, el aumento mencionado arriba es despreciable. Si bien los efectos podrían ser más severos en los años venideros, se los considera como mera especulación.

3.9 Residuos Sólidos

El Departamento de Sanidad reconoce el impacto positivo de los desmenuzadores de residuos sobre el manejo de los residuos residenciales de la Ciudad de Nueva York.

Sobre la base de las proyecciones de Total de Sólidos en Suspensión (TSS) provistos por el Departamento de Protección Ambiental, el Departamento de Sanidad pudo estimar el efecto sobre los costos operativos. La cantidad de residuos de alimentos desviados es aproximadamente 3% del total de la recolección de basura domiciliaria del Departamento de Saneamiento.

Si se asume que para el año 2035 el 38% de los domicilios de la ciudad estarán equipados con desmenuzadores para cocinas, y que el hogar promedio deposita el 50% de la basura domiciliaria en cuestión en los desmenuzadores, el Departamento de Saneamiento ahorraría US\$4 millones en costos de extracción de residuos sólidos, a los volúmenes actuales de disposición.

3.10 Comentarios respecto del estudio mencionado

Del estudio participaron varios equipos, oficiales y privados. El presente es un informe de un consultor externo.

Para la mayoría de los que visitan la Ciudad de Nueva York, es un misterio el hecho de que no se haya permitido el uso de desmenuzadores (el nombre genérico de Disposer deriva de la marca Disposall de General Electric). A pesar de que estos artefactos domésticos han estado en servicio en todas partes de Estados Unidos desde los años 50, las autoridades de

Nueva York temían que su uso tendría un efecto adverso sobre el sistema de desagües cloacales de la ciudad.

El 11 de Septiembre de 1997, luego de un estudio de 21 meses llevado a cabo por el Departamento de Protección Ambiental, el Alcalde Rudolph Giuliani firmó el decreto del Consejo de la Ciudad de Nueva York, que levantaba la prohibición que regía de usar desmenuzadores. El estudio demostró que en lugar de causar un efecto negativo sobre el ambiente, el levantamiento de la sanción reduciría la cantidad de residuos sólidos que se depositan en los rellenos sanitarios de la ciudad.

3.11 Los beneficios

En primer lugar, es importante comprender bien el funcionamiento de los desmenuzadores. La creencia general equivocada al respecto es que los residuos son cortados o picados por cuchillas, pero en realidad ninguna marca que vende desmenuzadores en el mercado usa cuchillas. Por el contrario, los residuos de alimentos son centrifugados a gran velocidad y arrojados contra las paredes ásperas, tipo rallador de verdura, de la cámara moledora. Los residuos así molidos quedan finamente pulverizados y reducidos a una especie de sedimento.

En cuanto al uso de agua: en promedio un cliente usaría el desmenuzador desde unos 30 segundos a varios minutos al día. Se recomienda dejar correr el agua unos 15 segundos antes de introducir los desperdicios de comidas, y luego unos 15 segundos después que se haya terminada la operación a efectos de limpiar la unidad.

Desde el punto de vista de la gestión de residuos, el desmenuzador mejora la calidad de vida de los residentes, como así también el gerenciamiento. Elimina la parte orgánica, húmeda, putrecible de la basura domiciliaria, evitando suciedad, olores y contaminación. El estudio del Departamento de Protección Ambiental también hace mención de otras ciudades, tales como Boston y Philadelphia que no han tenido ningún problema con el uso de desmenuzadores.

La Asociación de Fabricantes de Electrodomésticos en Washington D.C. afirma que más de 42 millones de hogares en los Estados Unidos tienen desmenuzadores sin que estos tengan un efecto adverso sobre el ambiente. Uno de los argumentos de discordia contra el uso de desmenuzadores fue que la gran concentración de moradores que viven en grandes edificios de departamentos haría aumentar el volumen de residuos que normalmente se descargan en los sistemas cloacales, forzando el trabajo de las instalaciones de tratamiento de aguas servidas.

Pero el Departamento de Protección Ambiental concluyó demostrando que aún bajo las peores hipótesis de trabajo, solamente un 38% de los hogares tendrían desmenuzadores para el 2035, y que el incremento de consumo de agua, a raíz de la instalación de desmenuzadores para esa fecha, sería de apenas un galón por hogar por día.

El Departamento de Protección Ambiental concluye diciendo que los residuos sólidos adicionales descargados en el sistema sanitario de la ciudad, tendrían un impacto mínimo sobre la calidad de agua.

El uso de desmenuzadores aporta aproximadamente 0,045 lbs / pers / día (20,4 gr / pers / día) a la DBO₅ en las aguas residuales domésticas. Teniendo en cuenta que la DBO₅ total de dichas aguas es de 0,132 lbs/pers/día, (60 gr/pers/día), el incremento que el desmenuzador aporta, es de aproximadamente un 34% de las aguas residuales domésticas.

Para obtener un resultado global y determinar el efecto del desmenuzador sobre la planta de tratamiento de aguas cloacales, hay que comparar la incidencia del desmenuzador en la DBO₅ total de la comunidad. El estudio realizado comprendió 100 municipios en los estados de Illinois, Indiana y Minnesota, que contaban con plantas de tratamiento para una población que oscilaba entre 10.000 y 100.000, y estableció que el total de DBO₅ hallado en las aguas residuales de la comunidad era de 0,20 lbs/pers/día (92 gr/pers/día). Este valor de DBO₅ se debía a la incidencia de viviendas, establecimientos comerciales e industriales. De modo que el desmenuzador incidía en aproximadamente un 22,5% en la DBO₅ total de las aguas residuales comunitarias, suponiendo que el índice de saturación de desmenuzadores era del 100%. Pero dado que el nivel de saturación de desmenuzadores en EE.UU. es de aproximadamente 50%, la incidencia del aporte a DBO₅ debido al uso de desmenuzadores es aproximadamente de un **11,25% sobre el total de DBO₅ de la comunidad.**

3.12 Incidencia del Desmenuzador en los Sólidos en Suspensión

La cantidad de materia sólida (sólidos en suspensión) es una forma de definir la masa de residuos que el agua transporta a través del sistema cloacal. Es un factor muy importante en el tratamiento de residuos.

La definición técnica de los sólidos en suspensión es la siguiente: “*sólidos físicamente suspendidos en agua, residuos u otros líquidos*”. En otras palabras, es la cantidad de material depositado, al filtrarse una cantidad determinada de residuos o líquidos a través de una malla de amianto en un crisol de Gooch.

3.13 Contenido total de Sólidos en Suspensión (SS) en las Aguas Residuales Domésticas

Un estudio de 9 años de duración realizado en las comunidades de Shorewood Hills y Maple Bluff, en el estado de Wisconsin, EE.UU. presenta una carga de SS de 0,14-0,15 lbs/pers/día, (63-69 gr/pers/día). El estudio de la EPA terminado en el año 1980 señala un nivel de 0,156 lbs/pers/día, (70,7 gr/pers/día). El estudio “Francés” determinó un valor de 0,154 lbs/pers/día, (70 gr/pers/día). Un estudio “Aleman” sobre desmenuzadores concluido

en 1984, fijó un valor de 0,088 lbs/pers/día, (40 gr/pers/día). El estudio de la F.N.S.H. terminado en 1966 en la ciudad de Ann Arbor, Michigan, EE.UU. estableció un nivel de 0,20 lbs/pers/día, (90 gr/pers/día) de sólidos en suspensión de las aguas residuales domésticas.

3.14 Sólidos en Suspensión aportados por el Desmenuzador

Los estudios realizados evaluaron también el aporte del desmenuzador al total de sólidos en suspensión.

El siguiente cuadro resume los resultados obtenidos sobre los sólidos en suspensión en las aguas residuales domésticas, el aporte debido al desmenuzador y el porcentaje atribuido al mismo.

3.15 Resumen sobre la Carga de Sólidos en Suspensión en las Aguas Residuales Domésticas

	Estudio de Wisconsin 1976-84 Ref. 32	Estudio de la EPA 1980 Ref. 33	Estudio Francés 1986 Ref. 40	Estudio Alemán 1984 Ref. 38	Estudio F: N.S.H. 1966 Ref. 39
Total de S.S. Lbs/pers/día gr/pers/día	0,14-0,15 63-69	0,156 70,7	0,154 70	0,088 40	0,199 90
S.S. aportados por Desmenuzadores Lbs/pers/día gr/pers/día	NA NA	0,058 26,5	0,075 34	0,046 20,8	0,064 28,9
% de S.S. aportados por Desmenuzador	-	37,5	48,6	52	32

Nota: El incremento medio de los sólidos en suspensión debido al desmenuzador es de 0,06 lbs/pers/día , (28 gr/pers/día)

Un estudio llevado a cabo en la ciudad de Nueva York, cotejando cifras de años anteriores, arrojó los siguientes valores para los niveles de sólidos en suspensión debidos al aporte atribuido a los desmenuzadores.

Fuente y Año Del Estudio		Incremento de los Sólidos en Suspensión	
		Lbs/pers/día	gr/pers/día
Watson & Clark	1961	0,05	22,7
Tabasaran	1984	0,046	20,8
Tolum	1947	0,065-0,110	29,4-49,8
Rawn	1951	0,047	21,3
A.P.W.A.	1970	0,10	45,3
Distrito Charonte Maritime	1983	0,047-0,063	21,3-28,5
Gunderson	1948	0,20	90,6
Babbitt	1944	0,064	29,0
Cohn	1946	0,20	90,6
Hazeltine	1950	0,10	45,3
Incremento medio de Los Sólidos en Suspensión Por uso de Desmenuzadores		0,09 lbs/pers/día	41,2 gr/pers/día

En el estudio se puede observar que las cifras calculadas con anterioridad en la ciudad de Nueva York, son bastante parecidas a las obtenidas recientemente, con la salvedad de que los estudios efectuados en los primeros años, presentaban mayores variaciones en comparación con los más recientes. Los cálculos porcentuales se basaron en estudios más recientes.

3.16 Resumen sobre Sólidos en Suspensión

El desmenuzador influye sustancialmente en el contenido de sólidos en suspensión de las aguas residuales domésticas. Los estudios más recientes muestran que la incidencia del desmenuzador es de alrededor de 0,06 lbs/pers/día (28 gr/pers/día), frente a un contenido

total de aguas residuales domésticas de 0,15 lbs/pers/día (67 gr/pers/día). Por ende, el desmenuzador aporta un 40% del total de sólidos en suspensión en dichas aguas.

Una vez más, debemos contemplar la incidencia del desmenuzador en el contenido global de sólidos en suspensión de las aguas residuales de la comunidad, a los efectos de poder determinar el impacto del mismo sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Un estudio previo realizado en 100 municipios de los estados de Illinois, Indiana y Minnesota, EE.UU. que contaban con plantas de tratamiento de aguas residuales para una población de entre 10.000 y 100.000 habitantes, arrojó un total de sólidos en suspensión en las aguas residuales de la comunidad de 0,245 lbs/pers/día (111 gr/pers/día). El total de sólidos en suspensión comprendía los aportes provenientes de viviendas, establecimientos comerciales e industriales.

El desmenuzador de residuos de alimentos aporta, por lo tanto, aproximadamente el 24,5% del total de los sólidos en suspensión hallados en las aguas servidas de la comunidad, bajo la suposición, de que el nivel de saturación de los desmenuzadores fuera del 100%. Pero como el nivel de saturación de estos electrodomésticos en los EE.UU. es de un 50%, la incidencia real del desmenuzador sobre el total de sólidos en suspensión de las aguas servidas es de aproximadamente 12,25%.

3.17 Incremento del Nivel de Nitrógeno y Fósforo

Otro factor importante del impacto del desmenuzador sobre las aguas residuales son los niveles de nitrógeno y fósforo que genera. Aunque en líneas generales, los estudios que se llevaron a cabo indican que los niveles de nitrógeno y fósforo no acusan incrementos sustanciales debidos al uso de desmenuzadores domésticos.

Un estudio realizado por la EPA⁵⁴ muestra que el desmenuzador aporta 0,0013 lbs/pers/día (0,6 gr/pers/día) a un contenido total de nitrógeno de 0,025 lbs/pers/día (11,2 gr/pers/día) en las aguas residuales domésticas. Es decir, que el desmenuzador aporta apenas con un 5,3% al contenido de nitrógeno de dichas aguas.

El mismo estudio contempla el aporte de fósforo atribuible al desmenuzador. Este valor resultó ser de 0,1 gr /pers/día, y se estableció en aguas residuales domésticas cuyo contenido de fósforo era de 4 gr/pers/día. Esto significa un aporte de fósforo de apenas un 2,5% atribuible al uso del desmenuzador doméstico.

Al mismo tiempo, otro estudio llevado a cabo en la Universidad de Stuttgart fijó el aporte de nitrógeno en 0,0044 lbs/pers/día (2 gr/pers/día) y la de fósforo en 0,038 gr/pers/día.

El hecho de que el contenido de nitrógeno sea tan bajo en los residuos desmenuzados, no tiene efectos desfavorables en el proceso de degradación biológica, ya que existe una gran cantidad de nitrógeno en las aguas residuales domésticas. La relación DBO₅: N:P para aguas residuales procedentes de desmenuzadores domésticos de residuos de alimentos es de 100:2:1. La relación mínimo de DBO₅: N:P necesaria para la purificación biológica óptima de residuos es de 100:5:1.

Según un estudio realizado por el Prof. Tabasaran, resulta evidente que las aguas residuales producidas por el desmenuzamiento de desechos domésticos no son, en principio, muy diferentes de las producidas por el resto de los residuos domésticos. Esto es lógico por la relación DBO_5

Esto resulta lógico por la relación DBO_5 : NOC que caracteriza a la descomposición biológica. La relación DBO_5 : NOC en las aguas residuales procedentes del desmenuzamiento doméstico es de 0,55 (valor obtenido tras dos horas de decantación). La relación DBO_5 : NOC en aguas residuales domésticas, está entre 0,49 y 0,65 (valores normales tras dos horas de decantación).

3.18 Resumen de los Niveles de Nitrógeno y Fósforo

El estudio de la EPA se realizó en lugares donde el nivel hipotético de saturación de aparatos era de 100%. Pero considerando el nivel real de saturación actual en los EE.UU. que es de 50%, el porcentual de incremento de nitrógeno y fósforo, imputable al uso de desmenuzadores, se reduce a la mitad. Con un 50% de saturación, el nivel de nitrógeno aumentaría en un 2,65% y el del fósforo en un 1,25%.

En otras palabras, el aporte de nitrógeno y fósforo debido al uso de desmenuzadores es despreciable, frente al contenido normal de nitrógeno y fósforo en las aguas residuales domésticas.

3.19 Incremento del Volumen de Grasas

Hay varios estudios que tratan la incidencia de las grasas generadas por el uso del desmenuzador. Según el estudio efectuado por Bowerman & Drydan en 1962, el desmenuzador aporta 0,017 lbs/pers/día (7,7 gr/pers/día) de grasas. El mismo estudio determinó que la producción de grasas en un hogar sin desmenuzador de desechos es de 0,0022 lbs/pers/día (9,9 gr/pers/día). De modo que, el total de grasas en las aguas residuales domésticas producidas por un hogar con desmenuzador sería de 0,039 lbs/pers/día (17,6 gr/pers/día).

El estudio Siegrist del año 1975 llevado a cabo en la Universidad de Wisconsin⁴³, evaluó el aporte de grasas a las aguas residuales por diferentes elementos domésticos. El estudio muestra la incidencia del factor grasas e indica que el contenido total de grasas en las aguas residuales es de 0,0368 lbs/pers/día (1673 gr/pers/día).

El aporte atribuible a desmenuzadores era de 0,002 lbs/pers/día (2,1 gr/pers/día)⁵⁶. Esto significa que el desmenuzador aporta aproximadamente un 5,4% del total de grasas en las aguas residuales domésticas. Si consideramos el factor de saturación real de desmenuzadores, la incidencia porcentual baja al 2,7%.

Como detalle comparativo, puede observarse que el desmenuzador aporta aproximadamente la misma cantidad de grasa que un lavaplatos automático.

3.20 Aporte de Grasas por Diferentes Aparatos Domésticos

Elemento	Aporte de Grasa Lbs/pers/día	Aporte de Grasa gr/pers/día
Desmenuzador	0,0046	2,10
Descarga Fecal Inodoro	0,002	0,93
Descarga no Fecal Inodoro	0,0053	2,42
Pileta de Cocina	0,0051	2,33
Lavaplatos Automático	0,0055	2,48
Lavarropa (lavado)	0,0041	1,84
Lavarropa (enjuague)	0,0031	1,41
Baño – Ducha	0,0071	3,22
TOTAL	0,0368	16,73

3.21 Resumen sobre el Incremento en el Volumen de Grasas

A través de los estudios mencionados anteriormente, podemos ver que el desmenuzador aporta sólo un 5,4% del volumen de grasas en las aguas residuales domésticas, con un nivel de saturación de 100%. Queda pues a las claras que, el temor de obstrucción de las redes cloacales, debido al volumen de grasa aportado por el desmenuzador, es infundado. El efecto de los desmenuzadores en la deposición de grasas en las fosas sépticas, debería examinarse a la luz de los siguientes factores:

Respecto del aumento de las grasas en la red general; una parte importante de las mismas procede de fuentes industriales y de restaurantes, así como de colectores de grasa mal conservados.

Si las grasas y sólidos procedentes del proceso de desmenuzado de desechos fueran a producir inconvenientes, lo más probable es que los mismos ocurrieran en el desagüe de la propia vivienda, antes de que se hubiera observado algún efecto en la red cloacal. La opinión de la mayoría de los expertos coincide en que los desmenuzadores no producen obstrucción en los desagües. De hecho, es evidente que los desagües que anteriormente fluían lentamente, no presentan ya este problema, gracias a la fuerte descarga que produce el desmenuzador.

Las inspecciones efectuadas en las cañerías por las cuales se descarga desechos desmenuzados, revelan que éstas están más limpias que aquellas, por las cuales fluyen desperdicios no desmenuzados. Según el estudio de la ciudad de Nueva York se estableció

que en las cañerías que conducían desechos desmenuzados, no se halló la capa de fango grasoso que cubría la superficie interior de las tuberías “normales”.

3.22 Cambios en la Construcción de la Red Cloacal debido al uso de Desmenuzadores

Existen varios experimentos y ensayos que confirman la influencia de los desmenuzadores sobre el sistema cloacal. Los principios básicos de la hidráulica establecen que, el transporte de residuos sólidos será factible, siempre que se los desmenuce totalmente y se se los mezcle con suficiente agua residual, como para formar una pasta o suspensión.

Para poder transportar una carga de residuos desmenuzados, el tamaño de la cloaca y la cantidad de agua necesaria tendrán que ser suficientes como para permitir dispersar los sólidos, sin que se toquen entre sí en la suspensión. Se han efectuado análisis de fangos y barros, y los mismos indican que las concentraciones de sólidos en fluidos, inferiores al 1%, retardarán la sedimentación de los sólidos en suspensión. Traducido a términos medibles, esto significa que la cantidad de residuos desmenuzados a descargar en la red cloacal, no debe exceder a 1 libra (453 gr) de sólidos en aproximadamente 12 gal. (45 L) de agua.

En el estudio llevado a cabo en Nueva York ,se hicieron las siguientes observaciones: Cierta número de experimentos, con relación a la velocidad de transporte necesaria para evacuar los residuos desmenuzados de una vivienda normal, indican que, la velocidad mínima estimada que se aplica en el diseño de redes cloacales es de 2 pies/seg. (0,61 m/seg) para cloacas independientes, funcionando a media capacidad o totalmente llenas.

Para cloacas mixtas, que funcionan en las mismas condiciones, una velocidad de 3 pies/seg (0,9 m/seg) será suficiente para transportar dichos residuos (inclusive cáscaras de huevo desmenuzadas). Dado que los desechos desmenuzados son predominantemente orgánicos y por lo tanto, menos densas que las arenas, en el diseño de las cloacas para la decantación de desechos desmenuzados, debe aplicarse la velocidad menor (Manual ASCE N° 37).

Todos los ensayos efectuados en el estudio de la Fundación Nacional de Salud e Higiene (FNSH), demuestran que son correctas las medias de cálculo de conductos que se aplican actualmente. En ensayos llevados a cabo por el Prof. Cosens de la Universidad Estatal de Ohio, EE.UU. una velocidad de 0,7 pies/seg (0,2 m/seg) es admisible para tuberías de 8” (20,3 cm) de diámetro; 1 pie/seg (0,3 m/seg) para tuberías de 6” (15,3 cm) de diámetro y 1,4 pies/seg (0,43 m/seg) para las de 4” (10,2 cm). Estas velocidades son capaces de transporta cáscaras de huevo, que es el elemento más pesado de los desechos de alimentos domésticos.

3.23 Resumen sobre Cambios en la Construcción de Redes Cloacales debidos al Uso de Desmenuzadores

Las aguas residuales domésticas normales y la mayor parte de las industrias están tan diluidas que, si los sólidos en suspensión aumentan en un 50% debido a la instalación de desmenuzadores de desechos, el incremento en la sedimentación será imperceptible. De modo que, si en sistema cloacal no hay sedimentos, lo razonable sería suponer que seguirá igual tras el aporte de los desechos desmenuzados. Sin embargo, si un sistema cloacal no es capaz de trasegar la sedimentación de sólidos antes de la instalación de muchos desmenuzadores, el aporte de desechos desmenuzados puede aumentar la sedimentación en algunas partes del sistema.

Otro factor importante es la presencia de sólidos más volátiles en los desechos que en las aguas residuales, lo que incrementa la putrefacción y los olores nocivos.

Cualquier sistema cloacal, que tenga la velocidad suficiente como para trasegar los sólidos de las aguas residuales, podrá transportar residuos de comida con mayor facilidad. Si se compara la naturaleza heterogénea de los sólidos de las aguas residuales, con los residuos de comida desmenuzada que son ligeros, uniformes, es evidente que el trasiego por agua es un método ideal para transportar este residuo comunitario mezclado con líquido.⁴⁴

3.24 Fosas Sépticas con Entrada para Desmenuzador

En líneas generales, los estudios efectuados han demostrado que el uso de desmenuzadores de desechos requiere un sistema séptico de más capacidad en las viviendas, con una fosa séptica y un campo de absorción y drenaje mayores. Cuando se tomaron en cuenta estos requisitos, todos los estudios coincidieron en que los desmenuzadores de desechos, pueden ser integrados al sistema séptico con absoluta confianza y sin riesgo.

El estudio efectuado por Bendixin en 1961, aportó las siguientes recomendaciones. Aconseja aumentar la capacidad de la fosa en un 50% y la longitud del campo de absorción y drenaje en un 20%. Se descubrió que las fosas sépticas con entrada para desmenuzadores acumulaban más espuma y fangos (+37%) que aquellas que no recibían residuos desmenuzados de comida. El volumen de agua adicional descargado al sistema, no procedía necesariamente del desmenuzado de los residuos. Se descubrió también que un alto porcentaje de hogares que ya contaban con desmenuzadores, tenía también lavaplatos.

En general, los sistemas de absorción subterráneos y fosas sépticas diseñadas y mantenidas adecuadamente, pueden trasegar las cargas adicionales aportadas por los desmenuzadores, siempre que se hayan previsto fosas de mayor capacidad y áreas de filtración más amplias.

Bendixin³⁵, en su estudio, estableció también que, el aporte de residuos de comida desmenuzada a las fosas sépticas, no influye en el comienzo del proceso de “digestión” en las mismas y que, no existe evidencia de que el citado proceso se retarde.

Existe, sin embargo, un aspecto que es muy preocupante: ¿incide el desmenuzador en el rendimiento del sistema séptico de una vivienda?

Un estudio publicado por J.D.Bowman³⁴ en 1962, referente al sistemas de evacuación de aguas residuales procedentes de viviendas, instaladas entre 1952 y 1978 en el área de Fairfax County, Virginia, EE.UU. llegó a las siguientes conclusiones.

Un sistema prototipo de este estudio consistió en: fosa séptica, caja de distribución y fosas de absorción subterránea. Para una vivienda de tres habitaciones, el tipo de sistema que habitualmente se instalaba consistía en una fosa de absorción de 400 pies lineales. Veinte años más tarde, el sistema prototipo se aplicaba a una vivienda de 4 habitaciones y consistía en: una fosa séptica de 1.480 galones (5.600 L) de capacidad y zanjas de absorción de 1.480 pies de longitud.

Esta modificación en el tamaño de las fosas sépticas se debió, fundamentalmente, a la popularidad de los desmenuzadores, como así también a la obligatoriedad de que todos los sistemas se construyesen en función de los mencionados aparatos. El estudio que se efectuó en 1979, reveló que de 1013 sistemas instalados entre 1952 y 1958, el 96% funcionaba bien después de 20 años y que no habían experimentado ninguna anomalía.

Aunque se desconoce la vida real del sistema de evacuación de aguas residuales de una vivienda, este estudio estableció que de 62 sistemas instalados en 1952, el 97% funcionó satisfactoriamente durante 27 años. En los 110 que presentaban anomalías, las mismas se produjeron en su mayor parte entre los 11 y 18 años de ser instalados, dándose el 47% de las mismas es este período.

Se localizaron 7 sistemas en los que las anomalías se atribuyeron a obstrucciones subterráneas, produciéndose éstas por término medio a los 18,4 años.

Se llegó a la conclusión, de que los sistemas de evacuación de aguas residuales de las viviendas, son un método fiable para trasegar pequeñas cantidades de aguas residuales y que además, producen un impacto ambiental mínimo.

La información más reciente que existe respecto del tamaño exigido para las fosas sépticas se visualiza en los manuales correspondientes. Se da por entendido que el campo de absorción depende de las cualidades de absorción del terreno de cada zona. Asimismo, los manuales muestran el régimen de descarga de aguas residuales, recomendado para zanjas y capas subterráneas.

El sistema de evacuación de las fosas sépticas depende de las bacterias anaeróbicas (bacterias que son activas en ambientes carentes de oxígeno disuelto) para descomponer los residuos y convertirlos después en emanaciones estables. Debido a que es necesario que se produzcan esta acción bacteriana, se recomienda combinar los residuos procedentes de desmenuzadores con los desechos humanos.

Se ha descubierto que las fosas sépticas alimentadas sólo por desmenuzadores, no funcionan satisfactoriamente. Una red de fosas sépticas con entrada para desmenuzadores, necesita el aporte de residuos humanos para generar, no solamente la bacteria inicial, sino también el soporte continuo necesario para estabilizar las emanaciones por medio de la acción bacteriana anaeróbica.

Tabla de Normas sobre Capacidad de las Fosas Séptica

Tamaño Vivienda	Departamento Federal De la Vivienda		Servicio de Salud Pública (EE.UU.)		Reglamento Instalaciones Sanitarias	
	Galones	Litros	Galones	Litros	Galones	Litros
Mínimo	750	2839	750	2839	750	2839
1 – 2 habitaciones	750	2839	750	2839	750	2839
3 habitaciones	900	3406	900	3406	1000	3785
4 habitaciones	1000	3785	1000	3406	1200	4542
5 habitaciones	1250	4731	1250	4731	1500	5677
Más habitaciones	250	946	250	946	150	568

Tabla de Régimen de Descarga de Aguas Residuales Recomendado para Zanjas y Areas Subterráneas

Textura del Terreno	Velocidad de Filtración		Régimen de Descarga	
	Pulgada / min	cm / min	Gal/día Pie ²	Lits / día m ²
Grava y Arena Gruesa	< 1	< 2,5	No	Adecuado
Arena de Grosor Intermedio	1-5	2,5-12,7	1,2	48
Arena Fina / Arena con Limo	6-15	15,3-38	0,8	32,5
Limo Arenoso y Limo	15-30	41-76	0,6	24,4
Limo Poroso / Limo con Marga	31-60	78-152	0,45	18,3
Arcilla con Marga / Limo Limo Arcilloso	61-120	155-305	0,2	8,1

El uso de los desmenuzadores de desechos, aumenta tanto los sólidos en sedimentos, como en flotación, en las aguas residuales, y su grado de acumulación en las fosas sépticas. Los estudios efectuados por el Servicio de Salud Pública⁵⁰ de EE.UU. indican que el porcentaje de incremento de las acumulaciones de fango y espuma es de un 37% aproximadamente. La inspección real de las citadas acumulaciones, es la única forma de determinar cuando una fosa debe ser bombeada. Para reducir la contaminación del área de filtraciones y su posible obstrucción, es preciso inspeccionar y bombear la fosa séptica sistemáticamente.

3.25 Resumen sobre Fosas Sépticas con Toma para Desmenuzadores

En principio, podemos afirmar que los desmenuzadores de desechos pueden utilizarse con fosas sépticas, siempre y cuando se cumplan los requisitos relativos a capacidad de la fosa y campo de filtración, exigidos por la normativa vigente

Ante todo, es importante que se realicen inspecciones y bombeos periódicos en las fosas sépticas, con el fin de evitar la contaminación de la base de filtración, así como posibles averías.

3.26 Comentarios sobre el Informe Ketchman

La empresa consultora Konheim & Ketchman⁴¹ de Nueva York elaboró las siguientes conclusiones respecto del uso de desmenuzadores domésticos.

1. Los desmenuzadores domésticos son un mecanismo para reducir los costos de saneamiento y mano de obra, sin que ello afecte al sistema de depuración de las aguas residuales.
2. La mayoría de los municipios (95,5%) permite el uso de los desmenuzadores en viviendas, pero no lo exige. Algunas ciudades en EE.UU. obligan a instalarlo. Estas ciudades han observado resultados positivos derivados del uso extensivo de estos aparatos.

Fuentes oficiales consultadas en el informe Konheim y Ketchman, indican que los desmenuzadores de desperdicios tienen las 7 ventajas siguientes:

- Proveer al usuario de un aparato cuya utilidad fue ampliamente resaltada.
- Reducción del riesgo de enfermedades originadas por roedores e insectos.
- Reducción de olores insalubres y nocivos. Evita la posibilidad de que se derramen desperdicios en la recolección de la basura.
- Aumento de concentración en las aguas residuales por el aporte de los desmenuzadores, reduciendo los progresivos costos de depuración que es necesaria para alcanzar los porcentajes de evacuación de oxígeno bioquímico y de sólidos en suspensión (S.S) exigidos por la normativa vigente.
- Creación de niveles más altos de gas digestor anaeróbico que puede usarse para generar fuerza motriz.
- Reducción de costos de construcción y mantenimiento de rellenos sanitarios.
- Mejora de las características térmicas de los residuos sólidos que se incineran.

3.27 Ejemplos Varios

En Los Angeles, EE.UU. por ejemplo, más del 80% de las viviendas tiene instalados desmenuzadores. Fuentes oficiales indican que las ventajas superan a las desventajas en el uso extensivo de desmenuzadores.

La pequeña desventaja que su uso produce, que es el incremento en un 2% al 5% de sólidos en suspensión y del DBO₅, es fácilmente controlada. El sistema de Los Angeles puede tolerar un 15% de incremento, sin que la depuración de aguas experimente un aumento de costos significativo.

En Chicago, EE.UU. , las mismas fuentes llegaron a una conclusión similar, pese a que la red cloacal es mucho más vieja que la de Los Angeles. El incremento de caudal de aguas residuales y el volumen de desperdicios desmenuzados aportados por los desmenuzadores, no elevan ni los costos de depuración de residuos, ni los riesgos inherentes.

Inclusive, añadieron que pese a que una gran cantidad de residuos de comida se expulsan por el desagüe de la cocina, desde viviendas que no cuentan con desmenuzadores, un mayor uso de estos aparatos contribuye a aliviar los problemas de mantenimiento de la red cloacal. Siguiendo con los datos recogidos en Chicago, los desmenuzadores no han influido prácticamente en el volumen de fangos que se introduce en el sistema de evacuación y, por lo tanto, no han tenido incidencia significativa en los costos de eliminación de fangos. De hecho, indicaron que la presencia de residuos desmenuzados puede ser beneficiosa. Concretamente mencionaron que, el aumento de concentración de desperdicios húmedos, reduce los costos de depuración de aguas residuales.

Asimismo, las citadas fuentes señalaron las ventajas significativas para la salud pública que derivan del uso del desmenuzador. Resaltaron el hecho, de que al eliminar la presencia de residuos de alimentos húmedos y putrescibles, fuera de las viviendas, reducían los riesgos de roedores, plagas e insectos.

Otro testimonio procede de Minneapolis, que cuenta con un nivel de saturación de desmenuzadores de un 50%. Fuentes oficiales, al igual que sus pares de Los Angeles y Chicago, confirman que los desmenuzadores inciden muy poco en los efluentes. Como los desechos son de naturaleza orgánica, sus subproductos pueden ser depurados fácilmente en la planta de depuración de aguas residuales, hasta alcanzar los niveles exigidos para el agua limpia. Las citadas fuentes de Minneapolis enfatizan que el proceso de desmenuzado de los desechos no incide en la capacidad de evacuación ni en la depuración. Asimismo, indicaron que los problemas de obstrucción de la red y su septicidad debido a las grasas y otros elementos flotantes, no eran preocupantes.

Dichas fuentes de Minneapolis, señalaron además, que el desmenuzado de los desechos no influye sustancialmente en los costos de evacuación de fangos y no incrementa los costos medios de incineración. Mencionan las mismas ventajas respecto del ambiente que sus

pares de Los Angeles, pero enfocan un aspecto beneficioso, que otros no habían contemplado aún: el ahorro en los costos de tratamiento de roedores e insectos, gracias al desmenuzado, al eliminar el sistema clásico de recolección de residuos.

3.28 Otras Revelaciones

Había ciudades que prohibían o desaconsejaban la instalación de desmenuzadores, debido a que las autoridades sospechaban que las plantas de tratamiento de aguas servidas, se sobrecargarían con el volumen de aporte de los desmenuzadores a la red.

Fue el caso de la ciudad de Nueva York, donde una ley local aprobada en 1971, prohibía la instalación de dichos electrodomésticos, salvo en algunas zonas de la ciudad, que contaban con una red cloacal específico tanto para aguas servidas como para aguas pluviales.

Los empleados del Estado sostenían en aquella época, que las plantas de depuración no podían soportar la carga de DBO_5 originada por los sólidos de comida en las aguas residuales y que los sólidos aumentarían las descargas de aguas no depuradas que, en caso de tormentas, se desvían de las plantas de tratamiento hacia los desagües.

Sin embargo, el análisis realizado por la consultora Konheim & Ketcham sobre la situación en la ciudad de Nueva York, demostró que la introducción de desperdicios desmenuzados en el proceso de depuración de aguas servidas no afectaba significativamente la depuración de las mismas.

Establecieron que la composición de los sólidos en las aguas residuales y en los desechos era comparables. Las materias volátiles son ligeramente más altas en los sólidos de los desechos. El contenido de grasas es aproximadamente el mismo. El nivel de cenizas es menor. El de nitrógeno es de 1/10 a 1/4 respecto de las aguas residuales y su contenido en metales es mucho menor que en los barros. Las aguas residuales provenientes del desmenuzado se descomponen aproximadamente al mismo tiempo que las aguas negras. Konheim & Kecham llegaron a la conclusión de que si cada vivienda en la ciudad de Nueva York contara con este aparato, el efecto máximo producido sería: un incremento del 36% en la DBO y un 68% en los sólidos en suspensión (SS).

Una limitación más real, para la ciudad de Nueva York y para otras ciudades del Noreste de los EE.UU., sería un nivel de saturación de desmenuzadores del 25% para dentro de diez años. Como en cualquier otro lugar, esta saturación no producirá incrementos hidráulicos considerables en las plantas depuradoras, ni afectará la capacidad de trasiego de aguas residuales. Cada vez existen más plantas depuradoras secundarias con capacidad excedente para la depuración de la DBO_5 y el enriquecimiento de las aguas residuales normales en las ciudades más antiguas con otros sólidos biodegradables, mejora el proceso de tratamiento biológico y ayuda a mantener el grado de dispersión de los sólidos, fijado en 85% por la legislación federal. Por ende, la calidad del efluente producido por las plantas de depuración no se ve afectada por el uso de desmenuzadores.

3.29 Información Adicional

En la mayoría de las ciudades de EE.UU., los barros adicionales producidos por los desmenzadores, alcanzaron niveles de carga que contribuyen al buen funcionamiento de las fosas de sedimentación de barros. Asimismo, los desmenzadores no parecen causar obstrucciones ni depósitos de sólidos en la red cloacal. La mayor parte de los sólidos de la comida son menos pesados que las aguas residuales y se suspenden fácilmente en el agua. Algunos empleados municipales, opinan que los huesos desmenzados producen efectos beneficiosos en el purgado de las redes cloacales con flujo lento.

Como muchos responsables del medio ambiente muestran preocupación por saber si el aporte de residuos de desechos incide en la saturación de la red cloacal general, Konheim & Ketcham analizaron minuciosamente este aspecto en su estudio.

En Nueva York, por ejemplo, un nivel de saturación de desmenzadores de 25%, aumentaría la DBO_5 del puerto en un 25%, en el caso de la red cloacal general y no causaría efectos perceptibles en los cuerpos de aguas receptoras. No aumentaría los coliformes fecales, a pesar de la presencia de algunos coliformes en plantas y tierra. El concepto de nitrógeno y fósforo en los desechos es tan bajo que no produciría concentraciones significativas.

Los metales pesados son generalmente inferiores a los de las aguas residuales y no serían preocupantes. El contenido de aceites y grasa es prácticamente el mismo en los desechos que en las aguas residuales. Por lo tanto, el posible aumento de materias flotantes no sería relevante, ni con un nivel de saturación del 25%. Las partículas sólidas de desmenzados a menos de $\frac{1}{4}$ de pulgada y su precipitación es rápida. Por consiguiente, la presencia máxima de sólidos de desechos en casos cloacas generales, no afectaría la calidad del agua en los cuerpos de aguas restantes.

3.30 Ventajas del Desmenzador

El informe Kecham cita un número de ventajas derivadas del uso del desmenzador. Por ejemplo, según datos recogidos en ciudades en las que el uso de este electrodoméstico es extensivo, se reducen los gastos de recolección y remoción de residuos y disminuye la presencia de roedores y demás plagas y, consecuentemente, el gasto para controlarlas.

Además, la reducción de costos y menores erogaciones municipales redundan, en definitiva en beneficios tributarios.

Finalmente, y a pesar de ser menos cuantificables, son realmente importantes las ventajas relativas a la calidad de vida de los habitantes en comunidades donde el uso de desmenzadores es extensivo. Estos aparatos, relativamente económicos, reducen la presencia de desechos putrescibles en el hogar, en la calle y en edificios en general, al tiempo que eliminan los olores, suciedad, plagas y enfermedades inherentes.

3.31 El Informe Ketcham

Resumen de los Costos y Ventajas derivadas del uso de Desmenuzadores para Residuos Domésticos

**Cifras basadas en un Nivel de Saturación del 10% y del 25%
Población: 2,9 millones de viviendas**

(Valor US\$ año 1984)

- Aportes adicionales, aunque no significativas, al riesgo de saturación de la cloaca general y al costo de mantenimiento.
- Costos adicionales en la remoción de barros, de 1,2 a 3,0 millones de US\$ anuales.
- Costos adicionales de energía en plantas depuradoras de 45.000 a 121.000 US\$ anuales.
- Incremento del consumo de agua de 1,4 a 3,5 millones de galones por día.
- Construcción de fosas para barros, con costo de instalación de US\$2 millones
- Mejoras en la potencia de trasiego y rendimiento del tratamiento biológico.
- Reducción de costos de recolección de residuos sólidos de 900.000 a 2.300.000 de US\$ anuales.
- Reducción de costos de control de roedores, insectos y demás plagas.
- Mayor recaudación de impuestos sobre las ventas de estos aparatos por parte de fabricantes y distribuidores.
- Mejora de la calidad de vida
- Ligera mejora del valor térmico de la basura incinerada.

3.31 Conclusiones

Las conclusiones que se pueden extraer del conjunto de estudios contemplados, afectan básicamente a dos áreas:

3.32 Principales preocupaciones

Los principales aspectos de preocupación entre los ingenieros, en cuanto a la implantación de los desmenuzadores son: consumo de agua, necesidad de oxígeno bioquímico, sólidos en suspensión, niveles de nitrógeno o y fósforo y carga de grasas.

Los estudios Norteamericanos y Europeos analizados, ofrecen evidencias concluyentes respecto de los mínimos efectos del desmenuzador en estas cinco áreas, que por otro lado, podrían ser controlados mediante la introducción de pequeñas modificaciones en los sistemas municipales. Los estudios no sólo aportan datos teóricos sino también valores reales de experiencias concretas.

3.33 Ventajas

Los citados estudios dan fe, asimismo, de las siguientes ventajas observadas en sistemas que cuentan con trituradores.

- Reducción de costos de recolección
- Reducción de costos de disposición
- Mayor vida útil de rellenos sanitarios
- Mayor control de roedores, insectos y plagas⁵²
- Mayor recaudación de impuestos a las ventas de estos aparatos

4. Comparación del Ciclo de Vida de 5 Sistemas de Ingeniería Sanitaria para el Manejo de Residuos de Alimentos

A los efectos de desarrollar un banco de datos relativos a las verdaderas ventajas y desventajas que ofrecen los diferentes tipos de manejo de los residuos de alimentos, la Asociación Nacional Norteamericana de Contratistas de Sistemas Sanitarios, de Calefacción y Refrigeración²⁸, encargó a la Universidad de Wisconsin, en Madison, EE.UU. el estudio mencionado. La evaluación⁵⁹ abarcaba todos los aspectos inherentes: total de tierras requeridas, total de energía para el sistema, total de materiales para el sistema, total de emisiones al ambiente y total de costos del sistema para cada método.

Para supervisar los trabajos de investigación se designó al Dr. Robert Ham del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad y reconocido experto en rellenos sanitarios y para conducir la investigación propiamente dicha, se designó a Carol Diggelman, graduada de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad de Wisconsin y profesora de Ingeniería Ambiental en la Facultad de Ingeniería de Milwaukee, en Wisconsin. El estudio demandó 4 años de investigación, los resultados fueron publicados en 1998 y comparaban los procesos de tratamiento de 100 kg de residuos de alimentos en cinco sistemas de gestión diferentes, a saber:

1. Desmenuzadores / Plantas de Tratamiento Municipales
2. Recolección Municipal de Desechos Sólidos / Rellenos Sanitarios
3. Recolección Municipal de Desechos Sólidos / Compostaje
4. Recolección Municipal de Desechos Sólidos / Conversión en Energía (Incineración)
5. Desmenuzadores / Sistema Séptico In-Situ

Los cuatro primeros sistemas se basan en tecnologías específicas de avanzada, mientras que el quinto sistema se basa simplemente en un incremento de un 25% en el diseño del tanque séptico y el área de drenaje⁵⁰, como para absorber la acción del desmenuzador, siguiendo las pautas de investigaciones previas que muestran precisamente un aumento de la carga orgánica del 25%⁵¹.

Se asumieron las siguientes hipótesis de trabajo, sobre la base de los mejores datos disponibles hasta el momento:

1. Se tomó la cantidad de 100 kg de residuos, exclusivamente por razones de conveniencia y de comparación. Una persona, en promedio, genera 0,29 lb de residuos de comida por día, de los cuales el 75%, es decir, 0,21 lb son procesados a través del desmenuzador. Es decir que el procesamiento de 100 kg de residuos corresponde a un grupo familiar promedio de EE.UU., integrado por 2,63 personas durante un período de 382 días o un poco más de un año.

2. La composición típica de los residuos es de 70% de agua y 30% de sólidos.
3. El siguiente cuadro muestra la composición típica de sólidos de residuos de alimentos y sólidos de desechos fecales humanos.

	% C	% H	% O	% N	% S
Desechos Fecales, Sólidos Orgánicos	59,7	9,5	23,8	7,0	0
$C_{10}H_{19}O_3N$					
Residuos de Alimentos, Sólidos Orgánicos	50,5	6,72	39,6	2,74	0,44
$C_{21,53}H_{34,21}O_{12,66}N_{1,00}S_{0,07}$					

4. El destino final de los residuos de comida en los EE.UU. es:

- a. Recolección Municipal / Relleno Sanitario.....41%
- b. Desmenzadores / Plantas de Tratamiento Municipales.....37%
- c. Desmenzadores / Sistemas Sépticos in-situ.....12%
- d. Recolección Municipal / Conversión de Energía (Incineración).....10%
- e. Recolección Municipal / Compostaje..... 0%

4.1 Conclusión

De todos los cinco sistemas diferentes de procesamiento de residuos de comida medidos, el que combina desmenzador con una planta de procesamiento municipal, es el que presenta los costos más bajos para la Municipalidad; la menor emisión de gases, especialmente gases de efecto invernadero y convierte los residuos de alimentos en recurso que pueden ser reciclados. Además, es la opción ambiental y sostenible menos agresiva para el reciclaje de recursos de alimentos no comestibles. El desmenzador resulta ser el medio más adecuado para separar en origen los restos de alimentos de la corriente de desechos sólidos.

4.2 Costos de Ciclo de Vida

En términos de costos los sistemas se clasifican en el siguiente orden:

1. Recolección Municipal / Relleno Sanitario.
2. Recolección Municipal / Compostaje
3. Desmenuzador / Planta de Tratamiento Municipal.
4. Recolección Municipal / Conversión en Energía
5. Desmenuzador / Sistema Séptico in-situ

Sin embargo, en términos de costos directos para la municipalidad, los desmenuzadores en combinación con la planta de tratamiento operada por la propia municipalidad, es la variante con el costo más bajo, como muestra el siguiente listado:

- | | |
|---|---------|
| 1. Desmenuzador / Planta de Tratamiento Municipal | \$0,49 |
| 2. Recolección Municipal / Relleno Sanitario | \$13,65 |
| 3. Recolección Municipal / Compostaje | \$16,60 |
| 4. Recolección Municipal / Conversión en Energía | \$20,30 |
| 5. Desmenuzador / Sistema Séptico in-situ | \$67,20 |

La última combinación resulta ser la más onerosa, pero no para la municipalidad puesto que todos los costos son absorbidos por los propietarios de las residencias.

Otros beneficios adicionales, derivados del uso de desmenuzadores en combinación con plantas de tratamiento que pertenecen y son operadas por los propios municipios, son los que se observan en las siguientes áreas:

4.3 Ambiental

Desde el punto de vista ambiental, el desmenuzador es el elemento más apropiado y conveniente para la separación en origen de residuos putrescibles del resto de desechos sólidos. Un dato característico es que el 75% de todo residuo de alimento no comestible puede ser procesado a través del desmenuzador. Actualmente un 37% de los residuos de alimentos generados en los EE.UU. termina en una planta de tratamiento de residuos.

El 70% de estos residuos de alimentos es agua, de modo que la utilización de una planta de tratamiento de aguas servidas es una manera mucho más natural para procesar este material que un método que capte esta agua y la transporte a una planta de desechos sólidos. Obviamente, al separar los residuos de alimentos putrescibles en origen y descargarlos a través del desmenuzador, se reducen en gran medida los riesgos de enfermedades, infecciones producidos por roedores, moscas y demás insectos atraídos por restos de comida.

4.4 Reciclaje de Nutrientes de Alimentos

Dado que la materia fecal humana, que afluye al sistema de tratamiento de líquidos cloacales, es pobre en carbono (ya que el carbono contenido en los alimentos es exhalado por el ser humano como anhídrido carbónico, enriqueciendo el líquido cloacal con nitrógeno y fósforo), la adición de residuos de alimentos agrega carbono para estimular la generación de biosólidos. Cuanto mayor sea la cantidad de biosólidos producidos en una planta de tratamiento, tanto mayor será la cantidad de nutrientes, nitrógeno y fósforo que es asimilado por la biomasa que se extrae del sistema en la forma de barros y extraído del efluente.

Cuando estos biosólidos provenientes de una planta de tratamiento de efluentes son aplicados sobre el suelo, tenemos un proceso de reciclaje. Este proceso es el más efectivo y beneficioso para retener los nutrientes de residuos de alimentos en una forma que permita el reciclaje.

4.5 Rellenos Sanitarios

Es el método de disponer de residuos sólidos que es requerido por todas las comunidades en los EE.UU. Actualmente aproximadamente un 41% de residuos de alimentos se dispone en rellenos sanitarios. Transportar residuos de alimentos, que contienen 70% de agua, a una instalación que maneja “residuos sólidos”, representa un 72% de los costos del ciclo de vida de disponer un recurso potencialmente reciclable. Además, con esta cantidad de agua agregada al relleno sanitario, también se aumenta la cantidad de lixiviado generado. Debido al alto grado de acidez del lixiviado, también se incrementa la cantidad de metales que el mismo contiene. Luego, se extrae y deriva a este lixiviado a una planta de tratamiento de efluentes, a los efectos de evitar que el mismo contamine los suelos y potencialmente las aguas subterráneas.

En los rellenos sanitarios se pierde prácticamente todo el valor nutritivo de los restos de alimentos. La única porción que se recicla es la que se capta de los lixiviados y se procesa luego a través de las plantas de tratamiento. Finalmente, casi todo el carbono contenido en los restos de comida, que llegan a los rellenos sanitarios, se convierte en metano. En una instalación de rellenos sanitarios bien diseñada se puede recuperar alrededor del 66% del gas metano y aprovecharlo como combustible. Sin embargo, el resto de 34% escapa a la atmósfera, para el detrimento del ambiente, ya que su impacto sobre el fenómeno de calentamiento global, es de 25 veces superior al del dióxido de carbono.

Por último, el hecho de arrojar restos de comidas a los desechos sólidos, que tienen que ser almacenados, recolectados y transportados, incrementa los potenciales riesgos de contaminación, infección y plagas de roedores e insectos.

Como contrapartida de esta situación, en las ciudades donde las ordenanzas municipales hacen obligatorio el uso de desmenuzadores, se ha podido reducir la frecuencia de la recolección de desechos sólidos hasta a una vez por semana o, inclusive, a una vez cada dos semanas.

4.6 Compostaje

En general, las instalaciones de compostaje no son tan comunes como los de rellenos sanitarios. Se los considera como un sistema alternativo, adicional al clásico relleno sanitario. Procesar restos de alimentos, que contienen 70% de agua, en una estación de compostaje representa más del 59% de los costos del ciclo de vida de la operación de compostaje.

Dado que el proceso de compostaje municipal requiere más humedad que la que hay disponible en la mayoría de los materiales, el agregado de restos de comida beneficia el proceso de compostaje. El alto grado de humedad del material hace necesario que se lo remueva con cierta frecuencia para mantener el proceso aeróbico. Si el proceso se vuelve anaeróbico, comienza a emanar olores muy desagradables, que terminan con las quejas y oposición por parte de la comunidad al sistema de compostaje.

Una gran cantidad de plantas de compostaje ha sido clausurada en los EE.UU. por los olores que emanaban. Consecuentemente, las plantas de compostaje deben ser ubicadas en zonas alejadas de los centros poblacionales y, por ende, los residuos de alimentos deben ser transportados desde una distancia mayor.

Además, el proceso de compostaje hace que se pierdan la mayoría de los nutrientes de los residuos de alimentos, a punto tal que el producto terminado tiene bajo valor nutritivo como fertilizante y prácticamente no se justifica su transporte ni su disseminación sobre tierras a ser abonadas. En algunas comunidades el compost resultante es de tan bajo valor energético que se lo usa apenas para cubrir los rellenos sanitarios. En realidad, los residuos de alimentos pueden ser procesados a través de una planta de tratamiento municipal, a un costo mucho menor para la comunidad, además de retener los nutrientes para reciclaje y reducir las emanaciones a la atmósfera.

4.7 Sistemas Individuales de Compostaje

El sistema de compostaje tradicionalmente casero realizado en el fondo del jardín, adolece de las mismas deficiencias en cuanto a mantenimiento adecuado y efectividad, que las grandes instalaciones municipales de compostaje. Al no prestarse la debida atención, entran a trabajar en el régimen anaeróbico, produciendo emanaciones de olores desagradables, generando un foco potencial de contaminación por plagas y percolando los líquidos hasta terminar por contaminar los cursos de aguas subterráneas. No obstante ello, muchos residentes entusiastas insisten en las bondades de tal sistema, como el método ideal para reciclar los residuos de alimentos. Los parámetros publicados en este estudio desmienten esta creencia.

4.8 Conversión en Energía

El acarreo de residuos de alimentos, que contienen 70% de agua, a instalaciones de conversión a energía, representa más del 48% de los costos de ciclo de vida de la operación. Es tal la cantidad de energía que se requiere para la evaporación del agua contenida en los restos de alimentos que, en realidad, la ganancia de energía neta es mínima en la operación de incineración.

En lugar de captarlos nutrientes para su reciclaje, se los envía a la atmósfera como emanaciones de gases ácidos o de efecto invernadero. Además, los hornos de incineración bien diseñados, deben contar con sofisticados sistemas de lavado y remoción de cenizas y demás elementos tóxicos de los efluentes gaseosos, que luego elevan notablemente los costos de operación de los municipios.

4.9 Sistema in-situ

Un sistema séptico in-situ, es el método para procesar aguas servidas, que se requiere en zonas rurales que están fuera del alcance de los servicios municipales habituales. Como se dijo previamente, la capacidad de todo el sistema, incluyendo tanque séptico y terreno de descarga, tiene que ser ampliadas en un 25%, con el uso de desmenuzadores. Como este sistema en realidad no requiere alta tecnología, termina siendo el método que acusa el mayor costo de ciclo de vida.

Sin embargo, estos sistemas, conectados a desmenuzadores y contando con adecuado tipo de suelo y con clima frío, han funcionado perfectamente, sin ningún problema durante más de 10 años. Las recientes tecnologías de avanzada utilizan bio-aditivos, para neutralizar cualquier posible carga orgánica adicional proveniente de residuos de alimentos. Esto permite usar tamaños y dimensiones estándares, sin ningún costo adicional, reduciendo considerablemente los costos del ciclo de vida de la quinta y última variación, que consiste en desmenuzador combinado con sistema séptico in-situ.

Tabla 1. Análisis de ciclos de vida para cinco sistemas de gestión de residuos de alimentos

Para 100 kg (220,5 lb) de residuos de alimentos

	Desmenuzador/ Planta Tratam. Municipal	Recolección Desech. Sólid./ Relleno Sanitar	Recolección Desech.Sólid./ Compostaje	Recolección Desech. Sólid./ Conv. Energía	Desmenuzad./ Sist.Séptico In-situ
Parámetro					
Area requerida pies cuadrados	0,003	0,202	0,814	0,020	20,432
Orden	1	3	4	2	5
Energ. Requerida (Btu)	45.744	80.112	143.299	288.433	925.824
Energía Total Disponibile Orden	1	2	3	4	5
Mater. Req.(lb)	287,4	338,2	89,6	116,1	4881
Orden	3	4	1	2	5
Oxígeno.Req.(lb)	25	0	67	95	0
Orden	3	1	4	5	1
Emisiones ciclo Ciclo Vida(lb) de CO2	97	81	100	140	130
Orden	2	1	3	5	4
Metano	0,00028	5	0,00028	0,00037	15
Orden	1	4	1	3	5
Tot.Gas Ef.Inver CO2 + Metano	97	101	100	140	190
Orden	1	3	2	4	5
Gases Acidos NOx, SOx (lb)	0,1	<0,05	0,2	2,9	1,0
Orden	2	1	3	5	4
Vapor Agua (lb)	24	24	160	200	0
Orden	3	3	4	5	1
Tot.Emisio.Aire	120	110	260	343	140
Orden	2	1	4	5	3
Tot Agua Req lb	2547	83	64	75	3994
Agua arrastre lb	2273	0	0	0	2273
Orden	4	3	1	2	5
Agua y basura Arrastrada	2800	370	370	420	4800
Orden	3	1	1	2	5
Desech. Sólidos	4,4	6	2,7	1,3	480
Orden	4	3	2	1	5
Otros	Barros 340	Residuos 25	Compostaje 39	Cenizas 3,3	Resi.séptico 310
Orden	5	2	3	1	4
Costo CicloVida					
Desmenuzador Costo p' dueño					
Bajo	\$8,83	0	0	0	\$8,83
Alto	\$17,45				\$17,45

Costo tot. Sist.					
Bajo	\$9,32	\$13,65	\$16,60	\$20,30	\$58,58
Orden	1	2	3	4	5
Alto	\$17,94	\$13,65	\$16,60	\$20,30	\$67,20
Orden	3	1	2	4	5
Cost Públ Munic Externo a hogar	\$0,49	\$13,65	\$16,60	\$20,30	\$67,20
Orden	1	2	3	4	5

La comparación de los cinco sistemas de la Tabla 1. toma en cuenta parámetros tales como superficie de tierra disponible, energía, materiales, emisiones y costos. Algunas de las observaciones preliminares que surgen de la misma son:

1)

Como se verá en la tabla, los costos aumentan en la medida que lo hacen las emisiones totales al ambiente, siempre en la base de 100 kg de residuos de alimentos. El ordenamiento de acuerdo a los costos totales de los sistemas es un índice razonable del ordenamiento general de los 12 parámetros elegidos:

- Total de terreno disponible
- Total de materiales de los sistemas (menos residuo de alimento y agua de arrastre)
- Total de energía del sistema (menos energía de alimento y agua de arrastre)
- Agua
- Total de Costo de sistema
- Emisiones a la atmósfera
- Gases ácidos (NO_x y SO_x)
- Gases de efecto invernadero
- Agua residual
- Desechos acarreados por el agua
- Desechos sólidos
- Productos derivados de los residuos de alimentos

2)

Los efluentes totales al ambiente, provenientes de los sistemas de aguas residuales, son aproximadamente 10 veces más que los derivados de los sistemas de recolección municipal de desechos sólidos, principalmente debido al agua de arrastre de los desmenuzadores.

3)

El sistema de desmenuzadores en combinación con los sistemas sépticos in-situ, el único sistema rural, se ubica siempre en primer o segundo lugar en el orden indicado, para la mayoría de los parámetros. Los factores de tierra, materiales, energía y emisiones al ambiente, atribuibles a los 100 kg, fueron más elevados para el sistema rural que para los cuatro sistemas municipales.

4)

De los cinco sistemas presentados, el que combina los desmenuzadores con los sistemas sépticos in-situ, es el que presenta los mayores efluentes al ambiente. La mayor parte es agua y desechos arrastrados por agua, descargados debajo de la superficie terrestre, sin el mínimo control de un desempeño efectivo. Aproximadamente la mitad del DBO_5 efluente es descargado directamente a la capa de absorción, que puede llegar a contribuir a la asimilación de la biomasa y al atascamiento en la capa de absorción. Si bien el carbono presente en el residuo de alimento, extrae algo de amoníaco-nitrógeno del agua residual, en la medida que se lo asimila a la biomasa, queda un exceso de amoníaco-nitrógeno a ser descargado dentro de la capa subterránea, sobrepasando las zonas de raíces vegetales, para contaminar las aguas subterráneas.

5)

El sistema que combina la recolección municipal de desechos sólidos con la conversión a energía, ocupa el segundo lugar en orden de costos generales totales del sistema. El proceso de quemar residuos de alimentos, rinde poco y aporta poca energía a estos sistemas, de modo que, derivar residuos de alimentos a sistemas compuestos de desmenuzadores y plantas de tratamiento municipales, debe incentivarse como un proceso de reciclado.

6)

Para los sistemas de recolección municipal de desechos sólidos, el sistema contribuye entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ del costo total del sistema. El hecho de extraer sistemáticamente de la recolección municipal de desechos sólidos, los residuos húmedos y putrescibles de alimentos, contribuye a que los desechos sólidos recolectados se tornen más secos y fáciles de almacenar. A la vez, reduce la necesidad de tener que recolectar semanalmente, como así también los costos del servicio de recolección.

7)

El sistema de recolección municipal de desechos sólidos que requiere aproximadamente 17 veces más tierra, - alrededor de 18% del total de materiales, y el 88% de la energía del sistema total -, es aproximadamente la mitad de la hipótesis de máxima e igual a la hipótesis de mínima del costo del desmenuzador. Los efluentes totales al ambiente para el sistema de recolección municipal de desechos sólidos, son alrededor del 18% de los efluentes del desmenuzador, porque no tiene el flujo del agua de arrastre.

8)

Si se pudiera rediseñar las instalaciones sanitarias internas, a efectos de usar agua no potable para descargar desechos (tanto humanos a través del inodoro, como los de alimentos a través del desmenuzador), entonces el hecho de derivar los residuos de alimentos a los sistemas municipales de aguas servidas, sería una solución mucho más sustentable.

9)

Se debe incentivar el método de procesar residuos de alimento mediante desmenuzadores y plantas municipales de tratamiento, como un método efectivo de reciclaje, y debería estar oficialmente reglamentado por normativas municipales, siempre y cuando se tenga un sistema adecuado de tratamiento de sólidos, un sistema de generación de energía a partir del gas metano y los efluentes y/o barros retornen al suelo.

10)

A los efectos de convertir un mero inventario de ciclos de vida, en un proceso costo-efectivo, es necesario contar con una base de datos exacta y actualizada de los factores individuales involucrados, como por ejemplo: agua y desechos arrastrados por agua, emisiones a la atmósfera y desechos sólidos para materiales y combustibles que se encuentren disponibles al público.

TERCERA PARTE

PANORAMA NACIONAL

En esta sección del estudio, aplicaremos a la realidad local y a sus condiciones reinantes actualmente, todos los conocimientos y experiencias adquiridas en las investigaciones llevadas a cabo en EE.UU, Canadá y Europa y descritas en la Segunda Parte.

Para encauzar ordenadamente este estudio, lo dividiremos en las siguientes secciones, en función del enfoque deseado.

- 1. Area de Estudio**
- 2. Servicios Sanitarios**
- 3. Población en Estudio**
- 4. Residuos Sólidos Generados**
- 5. Análisis de Situación**
- 6. Conclusiones Generales**

1. Area de Estudio de Capital Federal y Conurbano Bonaerense⁶²

Para el objeto del estudio y a los efectos de poder plantear algún tipo de paralelismo y comparaciones entre la situación local y las de otras ciudades Norteamericanas y Europeas, el área de estudio será exclusivamente la de la Capital Federal.

No obstante ello, mencionaremos también las condiciones globales y sus respectivos parámetros del conurbano bonaerense, ya que existe una interrelación intrínseca entre ambas zonas, desde el punto de vista de los servicios públicos prestados y de generación y disposición de residuos.

El área metropolitana de la Capital Federal abarca aproximadamente 200 km² y está delimitada, a grandes rasgos, por el Río de la Plata, la avenida de circunvalación Gral Paz y el recorrido del Riachuelo, que la separan de la Pcia. de Buenos Aires.

Mientras que el conurbano Bonaerense, también objeto de nuestro estudio, abarca un área de influencia de aproximadamente 4.594 Km² y comprende los partidos:

	Partido	Superficie en Km²
1.	Almirante Brown	122
2.	Avellaneda	55
3.	Berazategui	188
4.	Berisso	135
5.	Ensenada	101
6.	Esteban Echeverría	377
7.	Ezeiza	253
8.	Florencio Varela	206
9.	Gral. San Martín	56
10.	Hurlingham	35,6
11.	Ituzaingó	38,5
12.	José C. Paz	49,5
13.	La Matanza	323
14.	Lanús	45
15.	Lomas de Zamora	89
16.	Malvinas Argentinas	63
17.	Merlo	170
18.	Moreno	180
19.	Morón	131
20.	Pilar	352
21.	Quilmes	125
22.	San Fernando	924
23.	San Isidro	48
24.	San Miguel	82,9
25.	Tigre	360
26.	Tres de Febrero	46
27.	Vicente López.	39
	Area total	4.594,5 km²

Estos 27 partidos, junto con el área metropolitana, reciben, de alguna manera, los servicios de agua corriente y red cloacal, a cargo de concesionarias, como Aguas Argentinas, o bien los servicios de recolección y disposición final de residuos urbanos, a cargo de las concesionarias de los respectivos municipios, o en algunos partidos, ambos servicios.

Un aspecto digno de ser tenido en cuenta a lo largo de nuestro estudio de la situación local: El hecho de estar habituados a grandes distancias y extensas arreas, como la de nuestras provincias, partidos y municipios, nos hace perder de vista el concepto de dimensión. Pero es bueno recordar que aún tratándose de superficies de partidos y municipios relativamente pequeños, a nivel nacional, estamos hablando de un área total de estudio que abarca más de 4.500 km², con una población de más de 11 millones de habitantes, que en términos europeos, puede llegar a equivaler al de un país entero; por ejemplo, al de Bélgica, con 3.400 km² y 9,8 millones de habitantes.

2. Servicios Prestados

Los tipos de servicios que nos interesan, a efectos de nuestro estudio son, básicamente, el suministro de agua corriente, la red cloacal, el tratamiento de aguas servidas, la recolección de residuos sólidos, su transporte y su disposición final en rellenos sanitarios, ya que, en correspondencia, el desmenuzador consume una determinada cantidad de agua, descarga una determinada cantidad de efluentes líquidos en la red cloacal, que la conduce a las plantas de tratamiento de aguas servidas, y reduce el volumen de residuos sólidos que llegan a los rellenos sanitarios.

En nuestro caso, todos estos servicios son prestados por dos empresas, a saber: Aguas Argentinas y CEAMSE⁶³ (Coordinación Ecológica del Area Metropolitana Sociedad del Estado). Veamos primero los servicios que presta Aguas Argentinas.

2.1 Aguas Argentinas

2.1.1 Generalidades

La empresa⁶⁴ obtuvo en 1993, a través de un proceso licitatorio, la concesión por 30 años de los servicios de provisión de agua potable y desagües cloacales de la Capital Federal y 17 partidos del conurbano bonaerense.

La división geográfica de la zona de concesión es la siguiente:

Regional Norte: Vicente López, San Isidro, San Fernando, Tigre

Regional Oeste: La Matanza, Morón, Ituzaingó, Hurlingham, Tres de Febrero

Regional Sur: Avellaneda, Almirante Brown, Lanús, Lomas de Zamora, Quilmes, Esteban Echeverría, Ezeiza

El grado de uso y difusión que puedan llegar a alcanzar los desmenuzadores en nuestro medio, sea en la Capital Federal o en la Provincia, dependerá, en gran medida, de la disponibilidad abundante y adecuada de agua corriente y de desagües cloacales.

De modo que, obviamente, habrá más predisposición a instalar y usar estos aparatos electrodomésticos por parte de la población, en zonas que tengan cobertura de servicios de agua corriente y, especialmente, desagües cloacales.

Pero esta condición no es excluyente, ya que muchos hogares pueden contar con la combinación de un buen servicio de provisión de agua potable, a través de pozos artesianos semisurgentes y un sistema bien diseñado y duradero de cámaras sépticas, ambas propias. Los estudios realizados en varias ciudades menores de EE.UU. han demostrado que el uso regular de desmenuzadores en zonas rurales, que no cuentan con desagües cloacales, no afecta la vida útil de las cámaras sépticas bien diseñadas. Estas requieren apenas un 20% más de capacidad.

2.1.2 **História**

El aspecto histórico del suministro de agua potable y a las características sanitarias de la Ciudad de Buenos Aires puede resumirse de la siguiente manera.

Desde su fundación, en 1580, y salvo el primer siglo, donde el impacto de la contaminación todavía podía ser absorbido por la naturaleza, Buenos Aires ha venido sufriendo penurias causadas por la falta de medidas básicas de higiene. Una de las causas principales era la contaminación del Río de la Plata, en cuyas orillas se habían instalado las lavanderías y otras actividades que lo contaminaban y cuyas aguas constituían el recurso potable para la población ribereña.

Ya en 1685, Buenos Aires sufría de “...*gran mortandad de habitantes...*” debido primordialmente a las “...*endebles condiciones sanitarias de la ciudad...*” según los escritos testimoniales de la época.

En 1700 se desató una epidemia de viruela. En 1858, brotó la primera epidemia de fiebre amarilla, dejando un saldo de 400 muertos.

En 1867/68, otra epidemia: la cólera asiática. Luego en 1871, la segunda epidemia de fiebre amarilla que dejó un saldo de alrededor de 15.000 muertos. En estos años, el aire de la ciudad estaba contaminado por el hedor que desprendían cerca de 1.900 letrinas llenas, sumideros en las esquinas de las calles y los gases producidos por la fermentación de materias orgánicas en los pozos negros. Según las memorias de un historiador de la época, “...*si esto ocurría en la zona de Catedral Norte, qué podía suceder en barrios pobres...*”

En 1880, continuaba el alto índice de la fiebre tifoidea.

2.1.3 **Infraestructura Actual**

Si observamos el aspecto sanitario contemporáneo de la zona metropolitana y del conurbano bonaerense, podremos constatar que lamentablemente no ha habido mejoras sustanciales en materia de infraestructura de tratamiento de los efluentes cloacales.

Con la excepción de la Planta Depuradora Sudoeste, en el partido de La Matanza y la Planta Depuradora Norte, en el partido de San Fernando, ambas operadas por Aguas Argentinas, y algunas pocas plantas depuradoras menores esparcidas, no existe una infraestructura global de tratamiento de aguas servidas que satisfaga las necesidades sanitarias básicas de la zona metropolitana y conurbano bonaerense.

Siguen en vigencia las llamadas Grandes Conducciones que son el Colector Ribereño, Colector Costanero y las Cloacas Mixtas Primera, Segunda y Tercera. El destino final de todas ellas, pasando a través de sucesivas estaciones elevadoras, como la de Wilde, con una capacidad de 2.180.000 m³/día, es Berazategui, donde una estación de bombeo descarga los efluentes, a través de un emisario, directamente al Río de la Plata, sin ningún tipo de tratamiento de depuración. Mientras que toda el área metropolitana descarga sus efluentes a esta gran colectora, solamente una pequeña fracción de la población del conurbano tiene acceso a las dos plantas de depuración: la que tiene red cloacal. El resto de la población, sigue contaminando las napas freáticas con el sistema de pozos ciegos.

La Planta Depuradora Sudoeste, ubicada en Aldo Bonzi, Partido de La Matanza, Provincia de Buenos Aires, fue construida en 1972 y remodelada y ampliada sucesivamente en los años 1997 y 1998. Su función es tratar los efluentes cloacales provenientes de la zona del partido, tratarlos y verterlos en el cauce del Río Matanza y tiene capacidad para una población de 750.000 habitantes. El caudal diario oscila entre 130.000 y 140.000 m³/día. Los lodos son bombeados a la tercera cloaca máxima, ya que no tiene capacidad para tratarlos.

La Planta Depuradora Norte, de más reciente data, fue construída en 1998 y está ubicada en el Partido de San Fernando. La planta trata los efluentes provenientes de los partidos de Tigre, San Fernando y San Isidro y los vierte en el curso del Río Reconquista. Su capacidad actual permite atender una población de 270.000 habitantes. En una segunda etapa, la planta podrá atender a una población 1.000.000 de habitantes.

La planta, construida en módulos, está diseñada para un volumen de efluentes de 290 litros/hab/día, un aporte de DBO de 60 gr/hab/día y Sólidos en Suspensión (SS) de 70 gr/hab/día.

El caudal de diseño, en base a estas hipótesis de trabajo, es de 0.9 – 1,35m³/seg. y la carga a tratar de 16,4 Tn de DBO/día y de 19,5 Tn de SS/día.

Los lodos deshidratados a disponer totalizan un volumen de 100 m³/día, equivalentes a 30 toneladas diarias de materia seca, que se usan como fertilizante en agrofarming.

Además, Aguas Argentinas tiene también a su cargo el suministro de agua potable para la población metropolitana y del conurbano bonaerense. Lo hace a través de las plantas potabilizadoras de Gral. San Martin en Palermo y Gral. Belgrano en Bernal y 144 perforaciones existentes en funcionamiento. La capacidad total de producción de agua potable es de 4.260.466 m³/día pero la cantidad realmente liberada a la red, es de 4.217.507 m³/día. En términos de consumo esto equivale a una dotación de 543 L/hab/día y un consumo promedio de 370 L/hab/día. Estos últimos valores son sensiblemente superiores al de otras metrópolis dotadas con servicios similares.

2.1.4 Dotación y Consumo

Capacidad total de producción	4.260.466 m ³ /día
Agua potable liberada a la red	4.217.507 m ³ /día
Dotación	543 l/hab/día
Consumo promedio	370 l/hab/día

2.1 CEAMSE (Coordinación Ecológica Area Metropolitana Sociedad del Estado)

2.1.1 Historia

Fue creada en 1978 con el objeto de hacerse cargo de la gestión ambiental adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generan en la Ciudad de Buenos Aires y en el Conurbano Bonaerense. La tarea principal es la recepción y disposición final de residuos urbanos, industriales y especiales asimilables. La creación de CEAMSE respondió a grandes deficiencias en el manejo de los residuos en general. Se eliminaron las quemadas a cielo abierto y los vuelcos de residuos en terrenos, sin ningún tipo de control ni tratamiento.

2.2.2 Infraestructura

El área de influencia, que ocupa aproximadamente 5.840 km², con una población cercana a los 13 millones de habitantes, está conformada por la zona metropolitana de Buenos Aires y 31 municipios del conurbano de la Provincia de Buenos Aires, a saber: Almirante Brown, Avellaneda, Berazategui, Berisso, Esteban Echeverría, Ensenada, Ezeiza, Florencio Varela, Gral. Perón, Gral. Rodríguez, Gral. San Martín, Hurlingham, Ituzaingó, José C. Paz, La Plata, Lanús, La Matanza, Luján, Lomas de Zamora, Malvinas Argentinas, Merlo, Moreno, Morón, San Fernando, San Isidro, San Miguel, Tres de Febrero, Tigre, Quilmes, Vicente López.

Algunos datos demográficos característicos:

40% del total de los residuos del país, se generan en el Area Metropolitana
40% de las industrias radicadas en el país, se encuentran en esta zona

El CEAMSE cuenta actualmente con 7 centros de disposición final, comúnmente llamados rellenos sanitarios, con las siguientes participaciones porcentuales del total: Ensenada (4%), González Catán (11%), Villa Domínico (57%) y Norte III (28%). Las otras dos anteriores a Norte III, (Norte I y II) fueron cerradas pues ya tenían sus capacidades colmadas y fueron destinadas a ser espacios recreativos.

Además, cuenta con tres Estaciones de Transferencia ubicadas en los barrios de Colegiales, Flores y Pompeya de esta Capital. Allí, los residuos recolectados por las diferentes prestatarias que actúan en Capital son recepcionados, compactados y transferidos a vehículos especiales, para su posterior transporte a los rellenos sanitarios correspondientes. En 1998 el volumen procesado fue de 5.382.093 toneladas de residuos y en 1999 fue de 5.807.043 tn. Prácticamente un 9% de incremento.

El cuadro siguiente muestra la distribución porcentual de los RSU en los diferentes rellenos sanitarios.

Centro Disposición Final	Ton/año 1998	Ton/año 1999
Villa Domínico (57%)	2.908.729	3.307.490
Norte III (28%)	1.636.800	1.609.286
Gonzáles Catán (11%)	591.899	631.433
Ensenada (4%)	244.665	258.834
Total (100%)	5.382.093	5.807.043

Una vez que el residuo arriba al relleno sanitario, se lo descompacta, desmenuza, disemina y entierra a lo largo y a lo ancho del terreno, con maquinarias especiales, siguiendo técnicas específicas y atendiendo a normas diseñadas para tal fin.

2.2.3 Zonas

La recolección de los residuos sólidos urbanos, que se generan en el área metropolitana, está a cargo de cinco empresas, cada una cubriendo un sector determinado que le fuere asignado por licitación pública, convocada por la Municipalidad de Buenos Aires en 1998. El cuadro siguiente muestra las zonas delimitadas, las empresas prestatarias, sus socios mayoritarios y los respectivos volúmenes de recolección diaria.

Area Licitada	Nombre de Prestataria	RSU (Tn/día) recolectado
Zona 1 (1.010.000 hab.) Riachuelo, Av. Sáenz, Av. Boedo, Av. Coronel Díaz	CLIBA SA. Consorcio: B.Roggio, Ormas	1.450
Zona 2 (627.290 hab.) Río de la Plata, O.Ocampo, Av. A.Gallardo, La Pampa Constituyentes	AEBA SA. Consorcio: Fomento de Construcciones y Contratas, Dycasa, Huayqui	900
Zona 3 (607.213 hab.) Riachuelo, Av. J.B. Justo, Constituyentes, La Pampa,	SOLURBAN SA. Consorcio: IMPSA, Compagnie Generale des Eaux.	1.000
Zona 4 (744.7000 hab.) Av. Gral. Paz, Av. Saenz, Av. Boedo, Mariano Acosta, Av. Escalada, Av. Juan B. Justo, Av. A. Gallardo	ECOHABITAT SA. Consorcio: Transporte 9 de Julio, Emepa	950
Zona 5 (496.680 hab.) Av. Gral. Paz, Riachuelo, Mariano Acosta, Av. Juan B.Justo, Av. Escalada	Municipalidad de Buenos Aires	300

3. Población en Area Metropolitana y Conurbano Bonaerense

Este es un parámetro básico para nuestro estudio⁶⁵, puesto que es la causa fundamental de la generación de residuos. Desde luego que el volumen generado dependerá de las clases sociales, de sus niveles de ingreso, de sus pautas culturales de consumo y de sus hábitos de disponer de los residuos, pero más allá de todo ello, dependerá de la cantidad de población.

Es indudable, también, que a mayor población, habrá un volumen proporcionalmente mayor de residuos generados. El factor poblacional y la proyección de su crecimiento vegetativo son la clave de toda iniciativa, proyecto, encuesta, plan, o programa vinculado al aspecto sanitario de un asentamiento rural o urbano.

Algunos indicadores demográficos de la Provincia de Buenos Aires, a título informativo:

- Tasa de incremento medio anual: 14%o
- Densidad de población: 40 hab/km2
- Índice de urbanización: 95%
- Población Masculina: 49%
- Población Femenina: 51%
- Expectativa de vida:

Mujeres	75 años
Varones	68 años

Fuente: INDEC valores 1991 y/o proyectados al 2000

3.1 División del Conurbano por Partidos

El conurbano bonaerense, con sus 27 partidos, conforma un conglomerado urbano equivalente al 24% de toda la población del país. De este porcentaje, la Capital Federal, detenta el 38% del conurbano, con una población de 2.985.306 habitantes. Ambas zonas plantean serios problemas y desafíos en términos de generación y disposición de residuos sólidos urbanos.

Veamos a título informativo las poblaciones del conurbano bonaerense.

	Partidos	Población
01.	Almirante Brown	532.829
02.	Avellaneda	341.435
03.	Berazategui	276.758
04.	Berisso	83.182
05.	Ensenada	45.536
06.	Esteban Echeverría	346.679
07.	Ezeiza	101.104
08.	Florencio Varela	326.835
09.	Gral. San Martín	415.329
10.	Hurlingham	168.638
11.	Ituzaingó	158.905
12.	José C. Paz	248.256
13.	La Matanza	124.467
14.	Lanús	464.486
15.	Lomas de Zamora	615.775
16.	Malvinas Argentinas	279.857
17.	Merlo	460.079
18.	Moreno	368.314
19.	Morón	344.828
20.	Pilar	136.874
21.	Quilmes	553.984
22.	San Fernando	149.178
23.	San Isidro	304.660
24.	San Miguel	249.765
25.	Tigre	291.850
26.	Tres de Febrero	351.659
27.	Vicente López	287.697
	Total Poblacion	8.028.959

En todo estudio de mercado que apunta a determinar pautas de conducta, consumo o, como en nuestro caso, generación de residuos sólidos urbanos, es necesario trabajar con parámetros como nivel cultural-educativo, ingresos, categoría de zonas de asentamiento o barrios, para luego poder clasificar la población en diferentes niveles socioeconómicos. Lo convencional en marketing es agrupar a la población de acuerdo a sus niveles de ingresos, per cápita o grupo familiar, en las siguientes clases, en orden decreciente: ABC1, C2, C3, D1 y D2⁶³

3.2 División por Niveles

Para la zona metropolitana tenemos la siguiente configuración de barrios y niveles:

Niveles	Barrios
ABC1	Nuñez, Belgrano, Coghlan, Colegiales, Palermo, Recoleta, Retiro, Caballito, Villa del Parque, Villa Devoto
C2	Saavedra, Villa Urquiza, Villa Pueyrredon, Almagro, Balbanera, Agronomía, Monte Castro, Villa Real, Versalles, Liniers
C3	Paternal, Villa Crespo, Villa Gral. Mitre, Villa Santa Rita, Vélez Sársfield, Floresta, Flores, Parque Chacabuco, Parque Patricios, Monserrat, San Telmo
D1	Parque Avellaneda, Villa Soldati, Nueva Pompeya, Boedo, San Nicolás, San Cristóbal, Constitución
D2	Mataderos, Villa Lugano, Villa Riachuelo, Barracas, Boca

Paralelamente a esta clasificación por nivel de ingresos, y desde el punto de vista del volumen y tipo de residuos sólidos urbanos generados, podemos agrupar a los diferentes barrios de acuerdo a sus funciones específicas en: Residenciales, Residenciales y Comerciales y Residenciales Mixtos. Esta última clasificación es la que usaremos para analizar la cantidad y el tipo de residuo que se recolecta e el área metropolitana.

Así, por ejemplo, para el área metropolitana tenemos la siguiente clasificación:

1. Residencial	Colegiales, Recoleta, Palermo, Belgrano, Villa Devoto, Villa del Parque, Caballito, Parque Patricios
2. Residencial y Comercial	Retiro, Monserrat, San Telmo
3. Residencial Mixto	Balbanera, Almagro, Boedo, Chacarita, Flores

Fuente: CEAMSE

4. Residuos

4.1 Clasificación

Hay diferentes tipos de residuos sólidos urbanos que se generan en una ciudad, de acuerdo a su origen, a saber:

1. Domiciliarios

2. Barrido, manual y mecánico

3. Otros: Contenedores Bocas de tormenta Poda clandestina

4. Especial: Emergencias Sanitarios

En nuestro estudio nos ocuparemos exclusivamente de los residuos domiciliarios, provenientes de generadores residenciales, comerciales y mixtos.

3.1 Volúmenes generados

Según los últimos datos estadísticos de CEAMSE, se generan y procesan aproximadamente un total de 5.800.000 toneladas de RSU (residuos sólidos urbanos) por año en el área metropolitana y conurbano con un crecimiento anual promedio de aproximadamente 7%. Luego veremos las tablas con valores exactos.

Si observamos a la población en función de la cantidad de residuos que genera, más allá del aspecto socioeconómico y categoría de barrio, los podremos clasificar en generadores altos, medios y bajos.

Así, por ejemplo, los valores para estas categorías son:

Alta: >1 kg/hab/día **Medio:** 0,7-1 kg/hab/día **Bajo:** <0,7 kg/hab/día

Veremos a continuación los RSU generados en un año calendario en Capital Federal

Tabla de RSU (Tn) generados en Capital Federal

Mes	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	116.835	113.702	133.279	134.082	137.529
Febrero	123.839	114.491	117.923	134.611	129.603
Marzo	132.005	125.812	133.102	158.105	155.599
Abril	120.033	125.660	138.411	152.472	139.162
Mayo	128.391	128.638	135.395	144.886	140.610
Junio	115.413	117.193	125.490	138.557	136.779
Julio	117.779	127.139	136.857	145.604	142.752
Agosto	120.999	126.358	131.381	146.041	143.163
Septiembre	117.254	122.746	135.167	153.811	143.876
Octubre	121.986	141.823	140.354	154.503	146.241
Noviembre	124.367	139.657	136.407	145.024	145.185
Diciembre	126.989	142.476	148.330	153.275	150.608
TOTAL	1.465.890	1.525.695	1.612.096	1.760.971	1.711.107

Algunos valores de generación per cápita por día:

1990 0,941 kg/hab/día
 1991 1,119 kg/hab/día
 1992 1,289 kg/hab/día

A continuación veremos los RSU recibidos por las diferentes Estaciones de Disposición Final, o rellenos sanitarios.

4.3 Tonelaje Operativo Recibido por CEAMSE Por Municipio y por Centro de Disposición Final

Julio de 2001

Lugar de Recepción	Municipio	Población Total	Tonelaje Municipal	Tonelaje Privado	Totales
POMPEYA COLEGIAL. FLORES	Ciudad de Buenos Aires	2.985.306	40.388,87	1.296,26	129.197,11
			36.103,70		
			51.407,48		
RELLENO SANITARIO ZONA NORTE Incluye Norte II y Norte II	Grl. S. Martin	415.329	12.102,46	21.267,04	115.853,42
	Hurlingham	168.638	3.927,95		
	Ituzaingó	156.905	4.913,88		
	José C.Paz	248.256	3.288,34		
	Malvin. Arg.	279.857	4.795,68		
	Merlo	460.079	137,40		
	Moreno	368.314	5.204,48		
	Morón	344.828	3.782,04		
	Pilar	136.874	3.431,74		
	San Fernando	149.178	4.136,62		
	San Isidro	304.660	12.901,41		
	San Miguel	249.765	5.217,16		
	Tigre	291.850	8.167,02		
	Tres de Febr.	351.659	11.225,44		
	Vicen.López	287.697	10.468,94		
	Gl.Rodríguez	52.621	836,04		
Luján	71.400	14,14			
Otros			35,64		
RELLENO SANITARIO VILLA DOMINICO	Almte.Brown	532.829	8.337,96	9.923,29	100.676,59
	Avellaneda	341.435	11.002,06		
	Berazategui	267.758	4.413,66		
	E.Echeverría	346.679	1.367,70		
	Flor.Varela	326.835	4.478,74		
	Lanús	464.486	11.746,36		
	L. de Zamora Quilmes	615.775 553.984	14.456,06 9.826,36		
RELLENO SANITARIO GONZALEZ CATAN	E.Echeverría	346.679	2.497,28	6.250,94	
	Ezeiza	101.104	1.455,62		
	Hurlingham	168.638	718,72		
	Ituzaingó	156.905	384,32		
	La Matanza	124.467	28.582,48		
	Merlo	460.079	6.790,38		
Morón	344.828	7.870,82			

	Pte.Perón L.de Zamora	45.214 615.775	727,12 19,84		55.297,62
RELLENO SANITARIO ENSENADA	Berisso Ensenada La Plata	83.182 45.536 631.737	1.374,54 1.110,02 16.950,46	1.228,82	20.663,84
Totales		1.293.237	381.685,69	40.002,69	421.688,58

Fuente CEAMSE

4.4 Residuos Municipales de Capital Federal

Julio, del 2001

Zona	Centro de Recepción	Residuo tipo Domiciliario	Residuo tipo Barrido	Residuo tipo otros	Total
1. CLIBA ⁶⁶	Rellenos Sanitarios	25.210,43	6.125,28	17.064,12	48.399,83
2. AEBA ⁶⁷	Rellenos Sanitarios	18.185,45	2.071,75	5.879,19	26.136,39
3. SALURBAN ⁶⁸	Rellenos Sanitarios	14.887,81	2.556,97	10.305,42	27.750,20
4. ECOHABITAT ⁶⁹	Rellenos Sanitarios	16.906,83	4.037,16	11.512,99	32.456,98
5. G.C.B.A.	Rellenos Sanitarios	5.401,75	2.068,76	10.810,52	18.281,03
TOTAL					153.024,43

Fuente CEAMSE

4.5 Tonelaje Operativo Recibido en CEAMSE, por Municipio

EE.TT. Pompeya, Flores, Colegiales
Período Jul. 2000 – Jul. 2001

Período	Capital	Norte III	V.Domínico	G.Catán	Ensenada	Total
Enero 00	136.011	138.289	123.864	56.353	20.468	474.987
Febrero 00	131.417	127.673	113.094	52.111	20.356	444.652
Marzo 00	146.943	136.597	110.344	56.605	22.230	472.718
Abril 00	135.399	126.132	102.024	55.321	20.216	439.095
Mayo 00	157.983	141.826	111.793	63.251	23.346	498.200
Junio 00	140.085	126.027	98.753	58.348	22.280	445.495
Julio 00	142.200	119.953	97.021	56.620	26.375	436.171
Agosto 00	147.760	124.534	99.031	57.886	20.963	450.181
Setiem 00	145.827	122.484	98.464	58.800	21.289	446.866
Octubr 00	143.389	134.329	104.841	63.383	23.181	469.125
Novie 00	137.531	131.592	103.279	60.346	22.649	455.400
Diciem 00	143.968	139.283	105.802	61.584	23.230	473.876
Enero 01	140.173	141.272	107.953	66.472	22.757	478.628
Febrero 01	123.974	125.519	95.693	55.388	22.196	420.771
Marzo 01	142.290	137.086	102.379	67.662	22.568	471.887
Abril 01	134.264	126.335	100.945	61.780	21.016	444.342
Mayo 01	136.091	133.781	10.562	63.821	22.801	467.957
Junio 01	128.431	124.880	99.059	60.711	21.536	434.619
Julio 01	129.197	115.853	100.676	55.297	20.663	421.688

4.6 Tonelaje Recibido por CEAMSE de Capital Federal y Conurbano Período 1981 -1990

Año	Capital Federal	%	Pcia.Bs.As.	%	Total
1981	1.264.684	47,3	1.411.868	52,7	2.676.553
1982	1.111.608	45,9	1.310.194	54,1	2.421.803
1983	999.377	46,5	1.149.491	53,5	2.148.868
1984	1.026.144	45,0	1.255.838	55,0	2.281.982
1985	1.017.677	43,4	1.328.085	56,6	2.345.762
1986	1.086.150	42,1	1.495.294	57,9	2.581.441
1987	1.118.291	43,0	1.484.973	57,0	2.581.265
1988	1.079.795	43,5	1.402.851	56,5	2.482.646
1989	992.701	45,8	1.173.364	54,2	2.166.065
1990	1.039.779	45,8	1.229.742	54,2	2.269.521

Fuente:CEAMSE

4.7 Ingreso de Residuos por Origen (Valores absolutos y porcentuales)

Promedio Julio de 2001

Origen	Toneladas	Porcentaje
Capital Federal	153.024,43	36,29%
Conurbano Bonaerense	228.661,26	54,23%
Generadores Privados	40.002,69	9,49%
TOTAL	421.688,38	100,00%

Fuente CEAMSE

4.8 Ingreso de Residuos por Origen y Centro de Recepción

Promedio por Día

Origen	Promedio (Tn/día)	Porcentaje
Capital Federal	4.936,27	36,30%
Conurbano Bonaerense	7.376,17	54,20%
Generadores Privados	1.290,41	9,50%
TOTAL	13.602,85	100,00%

Fuente CEAMSE

4.9 Composición de los Residuos Sólidos Urbanos en el Area Metropolitana

Resultaría casi imposible plantear un plan de acción tendiente a reducir, al menos tentativamente, la generación de residuos domiciliarios, o tratar de minimizar sus efectos sobre el medio, sin realizar primeramente, un debido análisis de su verdadera composición físico-química. Precisamente, esto fue lo que se hizo y se sigue haciendo en CEAMSE. La metodología empleado consistió en lo siguiente:

Se tomaron 59 muestras de partidas de residuos, mediante recolección nocturna, provenientes de diferentes estratos socioeconómicos de la población porteña, con diferentes características funcionales, a saber: alto, medio y bajo, así como residencial, comercial y mixto. Los vehículos que llevaban las partidas a ser analizadas fueron derivados hacia la Estación de Transferencia de Pompeya. Una vez tomadas las muestras, comenzó la tarea de

separación e identificación, registrándose los parámetros ambientales del momento, como por ejemplo: temperatura, humedad ambiente.

La separación se realizó manualmente y de acuerdo a los parámetros predeterminados previamente. Los elementos de las muestras se colocaron en contenedores preparados a tal fin y se los envió a laboratorios para analizar los diferentes parámetros, químicos y determinar el poder calorífico. No se consideraron residuos provenientes de demoliciones ni de podas. Los siguientes cuadros y gráficos nos muestran la participación porcentual de cada tipo de residuo en el total de la muestra. Las empresas participantes:

CLIBA SA. con 52 recorridos en zonas residenciales bajas
ECOHABITAT SA. con 36 recorridos en zonas residenciales medias
AEBA SA. con 2 recorridos en zonas residenciales altas

La generación per cápita por zona, se define en función de la cantidad de residuos sólidos urbanos generados, por los diferentes niveles socioeconómicos, según el siguiente cuadro:

Barrio Residencial	Generación en kg/hab/día
Bajo	0,84
Medio	1,07
Alto	1,19

4.10 Cuadro Resumen

Item	Detalle	Porcentaje Parcial (%)	Porcentaje Subtotal (%)
Papeles	Papel	18,5	25,4
	Cartón	6,9	
Vidrios	Verde	2,3	4,2
	Blanco	1,4	
	Ambar	0,5	
	Otros	0,0	
	Plano	0,0	
Metales	Aluminio	0,7	2,8
	Otros	2,1	
Plásticos	PET	6,6	17,0
	Otros	10,4	
Orgánicos	Orgánico	32,1	40,3
	Resto	8,2	
Inorgánicos		7,3	7,3
Pañales		2,5	2,5
Especiales		0,6	0,6

 100

 100

4.11 Análisis de la Composición

4.11.1 Características Físicas

1. Orgánico: Se observa claramente una disminución de este componente. El cambio se debe a las pautas de consumo, debido a la proliferación de las comidas llamadas “rápidas” o “pre-elaboradas”, con abundante envases de papel y plástico, y un marcado aumento de la tendencia en generar más residuos por habitante, (kg/hab/día) durante la década 1991-2001.
2. Papel y Plástico: Este aumento, que se traduce fundamentalmente en volumen y no en peso, se debe al hecho de que los fabricantes tienden a producir envases cada vez más livianos. Por ejemplo, el envase de agua mineral de 2 litros, que hace 10 años pesaba alrededor de 100 gr, hoy, pesa solamente 54 gr
3. Vidrio: Se observa una leve disminución, debido al hecho de que los envases tradicionales de vidrio están siendo reemplazados por los de material plástico.
4. Inorgánicos: Hay un incremento notable porque aparece más material de construcción, más aparatos electrodomésticos, instrumentos musicales y aparatos electrónicos, etc. debido al bajo costo de los mismos. Para el usuario consumidor resulta más económico descartarlos que repararlos.
5. Pañales: Debido a su gran difusión durante la última década, debido a su practicidad y bajo costo, este rubro se convirtió en un segmento por separado, con participación propia de 2,5%.

4.11.2 Características Químicas

Según los resultados de los análisis de los laboratorios, el porcentaje de humedad sigue siendo alto: aproximadamente 53%.

El poder calorífico, en cambio, se incrementó, debido al uso masivo de envases de papel y plástico. Hoy promedia las 2.240 kcal/kg, que es sustancialmente mayor que en 1991, cuando se medían 1.530 kcal/kg.

4.11.3 Valores Mínimos y Máximos de los Parámetros del Muestreo de RSU

Humedad	30,0 - 57,0	%
Cenizas	5,1 - 15,1	%
Poder Calorífico	1.498 - 3.490	Cal/gr
Carbono	41,0 - 41,1	% BS
H	3,1 - 4,2	% BS
Pl.	21,3 - 70,0	mg/kg
Cr.	8,6 - 28,2	mg/kg
Cu.	9,0 - 68,7	mg/kg
Ni.	3,2 - 6,9	mg/kg

4.11.4 Valores Indicativos de la Composición Química del Lixiviado (Sumidero)

Parámetro	Promedio	Unidad
DBO	24.000	mg/l
DQO	32.000	mg/l
N orgánico	200	mg/l
N amoniacal	957	mg/l
Nitratos	207	mg/l
P total	5,00	mg/l
Sol.Dis.Tot.	14.140	mg/l
Alcalinidad	8.000	mg CaCO ₃ /l
pH	7,6	
Dureza tot.	4.000	mg CaCO ₃ /l
Cloruros	2.200	mg/l
Sulfatos	870	mg/l
Na	3.163	mg/l
K	925	mg/l
Ca	840	mg/l
Mg	590	mg/l
Fe	34	mg/l
Mn	19	mg/l
Cr	0,2	mg/l
Pb	0,20	mg/l
Cd	0,03	mg/l
Zn	5,0	mg/l
Ni	0,3	mg/l
Cu	0,2	mg/l

4.12 Generación de Residuos per Cápita en 2001

En principio, los residuos se pueden dividir en tres tipos, en función de sus orígenes:

1. Domiciliarios generados en hogares
2. Barrido limpieza de calles, plazas, etc.
3. Otros grandes generadores comerciales, limpieza de bocas de tormenta, poda clandestina, etc.

Obviamente, el más significativo, en términos de peso y volumen, es el rubro N° 1, pero hay que tener en cuenta también los otros dos, para el cálculo global diario. Así, tenemos la siguiente composición:

Residuo Domiciliario	0,900 kg/hab/día
Barrido Manual / Mecánico	0,228 kg/hab/día
Contenedores	
Otros Bocas de Tormenta	0,565 kg/hab/día
Poda Clandestina	
	1,693 kg/hab/día

A continuación veremos una serie de cuadros comparativos elaborados en función del origen de los residuos, provenientes del área metropolitana.

4.13 Estación de Caracterización de Residuos del CEAMSE

4.13.1 Ingreso de Residuos

Toma de Muestras en Estación de Transferencia de Pompeya

Origen: Capital Federal

Período: Enero-Febrero 2001

Cuadro N° 1 Residencial-Comercial-Alto

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	13,1	21,8
	Cartón	8,7	
Vidrios	Verde	3,2	5,5
	Blanco	1,5	
	Ambar	0,7	
	Otros		
	Plano	0,1	
Metales	Aluminio	0,5	2,6
	Otros	2,0	
Plásticos	PET	6,2	15,7
	Otros	9,5	
Orgánicos	Orgánico	26,9	40,2
	Resto	13,3	
Inorgánicos		11,2	11,2
Pañales		2,4	2,4
Especiales		0,6	0,6
Total		100	100

Cuadro N° 2 Residencial-Comercial-Medio

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	21,8	27,7
	Cartón	5,9	
Vidrios	Verde	2,8	6,0
	Blanco	2,7	
	Ambar	0,5	
	Otros		
	Plano		
Metales	Aluminio	0,7	2,2
	Otros	1,5	
Plásticos	PET	8,2	17,7
	Otros	9,5	
Orgánicos	Orgánico	33,0	38,3
	Resto	5,3	
Inorgánicos		5,3	5,3
Pañales		2,3	2,3
Especiales		0,5	0,5
Total		100	100

Cuadro N° 3 Residencial-Comercial-Medio-Bajo

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	12,3	16,9
	Cartón	4,6	
Vidrios	Verde	2,6	4,6
	Blanco	2,0	
	Ambar	0,1	
	Otros		
	Plano		
Metales	Aluminio	0,5	1,9
	Otros	1,4	
Plásticos	PET	8,6	18,9
	Otros	10,3	
Orgánicos	Orgánico	34,2	40,6
	Resto	6,4	
Inorgánicos		12,6	12,6
Pañales		3,6	3,6

Especiales		0,9	0,9
Total		100	100

Cuadro N° 4. Residencial-Alto

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	14,1	21,9
	Cartón	7,8	
Vidrios	Verde	2,3	3,1
	Blanco	0,8	
	Ambar		
	Otros		
	Plano		
Metales	Aluminio	0,4	3,1
	Otros	2,7	
Plásticos	PET	5,1	13,4
	Otros	8,3	
Orgánicos	Orgánico	43,7	52,5
	Resto	8,8	
Inorgánicos		4,1	4,1
Pañales		1,8	1,8
Especiales		0,1	0,1
Total		100	100

Cuadro N° 5. Residencial-Medio

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	32,2	35,6
	Cartón	3,4	
Vidrios	Verde	5,2	7,3
	Blanco	1,2	
	Ambar	0,9	
	Otros		
	Plano		
Metales	Aluminio	0,3	3,3
	Otros	3,0	
Plásticos	PET	6,1	14,6
	Otros	8,5	
Orgánicos	Orgánico	21,7	30,8
	Resto	9,1	
Inorgánicos		5,0	5,0
Pañales		2,5	2,5
Especiales		0,9	0,9

Total		100	100
--------------	--	-----	-----

Cuadro N° 6. Residencial-Bajo

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	15,3	23,2
	Cartón	7,9	
Vidrios	Verde	3,1	4,9
	Blanco	0,6	
	Ambar	1,2	
	Otros		
	Plano		
Metales	Aluminio	0,5	2,0
	Otros	1,5	
Plásticos	PET	5,7	21,1
	Otros	15,4	
Orgánicos	Orgánico	28,0	37,5
	Resto	9,5	
Inorgánicos		9,4	9,4
Pañales		0,9	0,9
Especiales		1,0	1,0
Total		100	100

Cuadro N° 7. Mixto-Medio

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	16,4	21,0
	Cartón	4,6	
Vidrios	Verde	2,5	5,4
	Blanco	1,9	
	Ambar	0,7	
	Otros	0,1	
	Plano	0,2	
Metales	Aluminio	0,6	3,2
	Otros	2,6	
Plásticos	PET	7,1	17,2
	Otros	10,1	
Orgánicos	Orgánico	31,6	38,7
	Resto	7,1	
Inorgánicos		8,6	8,6
Pañales		4,4	4,4
Especiales		1,5	1,5
Total		100	100

Cuadro N° 8. Residencial-Mixto-Medio-Bajo

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	16,1	24,5
	Cartón	8,4	
Vidrios	Verde	0,5	1,2
	Blanco	0,6	
	Ambar	0,1	
	Otros		
	Plano		
Metales	Aluminio	1,5	4,3
	Otros	2,8	
Plásticos	PET	7,5	22,0
	Otros	14,5	
Orgánicos	Orgánico	22,4	31,8
	Resto	9,4	
Inorgánicos		10,3	10,3
Pañales		5,6	5,6
Especiales		0,3	0,3
Total		100	100

Cuadro N° 9. Residencial-Mixto-Bajo

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	14,9	24,1
	Cartón	9,2	
Vidrios	Verde	1,6	2,7
	Blanco	0,7	
	Ambar	0,4	
	Otros		
	Plano		
Metales	Aluminio	0,5	1,9
	Otros	1,4	
Plásticos	PET	7,2	21,0
	Otros	13,8	
Orgánicos	Orgánico	30,8	41,5
	Resto	10,7	
Inorgánicos		5,8	5,8
Pañales		2,7	2,7
Especiales		0,3	0,3
Total		100	100

Cuadro N° 10. Residencial

Resumen Total

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	18,1	25,0
	Cartón	6,9	
Vidrios	Verde	2,6	4,6
	Blanco	1,4	
	Ambar	0,6	
	Otros		
	Plano		
Metales	Aluminio	0,7	2,8
	Otros	2,1	
Plásticos	PET	6,8	17,9
	Otros	11,1	
Orgánicos	Orgánico	29,8	38,6
	Resto	8,8	
Inorgánicos		7,5	7,5
Pañales		2,9	2,9
Especiales		0,7	0,7
Total		100	100

Cuadro N° 11. Comercial

Resumen Total

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	20,8	27,7
	Cartón	6,9	
Vidrios	Verde	0,7	2,2
	Blanco	1,2	
	Ambar	0,3	
	Otros		
	Plano		
Metales	Aluminio	0,6	2,4
	Otros	1,8	
Plásticos	PET	5,5	12,4
	Otros	6,9	
Orgánicos	Orgánico	43,4	48,5
	Resto	5,1	
Inorgánicos		6,2	6,2
Pañales		0,4	0,4
Especiales		0,2	0,2
Total		100	100

Cuadro N° 12. Residencial-Comercial
Resumen Total

Item	Detalle	%Parcial	%Subtotal
Papeles	Papel	18,5	25,4
	Cartón	6,9	
Vidrios	Verde	2,3	4,2
	Blanco	1,4	
	Ambar	0,5	
	Otros Plano		
Metales	Aluminio	0,7	2,8
	Otros	2,1	
Plásticos	PET	6,6	17,0
	Otros	10,4	
Orgánicos	Orgánico	32,1	40,3
	Resto	8,2	
Inorgánicos		7,3	7,3
Pañales		2,5	2,5
Especiales		0,5	0,5
Total		100	100

4.14. Cuadros Comparativos de Generación de Residuos Sólidos Urbanos

Composición de la Basura Domiciliaria

Como ya dijéramos ante, la composición de la basura domiciliaria refleja, de alguna manera, el grado de evolución de la sociedad que la genera, o al menos, revela los hábitos de consumo de la misma. Sin embargo, lo cierto de esta regla empírica es que a menor desarrollo industrial de una población, mayor consumo de productos frescos provenientes del sector agrario y, obviamente, mayor el porcentaje de residuos orgánicos desechados que componen la basura domiciliaria.

Con este concepto en mente, veamos tres situaciones mundiales diferentes, donde se compara porcentualmente la composición de la basura domiciliaria en cada una de ellas. Las situaciones corresponden a:

- a) países industrializados o desarrollados
- b) países de ingresos medianos o en vías de desarrollo
- c) países de ingresos bajos o subdesarrollados

Del análisis de los diagramas surgen necesariamente algunas observaciones:

1. Hay una clara relación causa-efecto entre el nivel socioeconómico de la población y la generación de residuos orgánicos. Estos van desde un mínimo de 25% en los países desarrollados, hasta un máximo de 60% en los subdesarrollados.
2. A mayor desarrollo social, mayor presencia de insumos de packaging, esto es: papel, plástico y metal, especialmente Aluminio, todos ellos símbolos inequívocos de las modernas sociedades e indicadores de las pautas de consumo masivo.
3. El resto de los componentes también responde, de algún modo, al grado de desarrollo de la sociedad, pero no de manera relevante.

4.15 Material Orgánico en el Residuo Sólido Urbano

El siguiente diagrama de barras nos muestra el porcentual de material orgánico que contiene la basura domiciliar de diferentes grandes metrópolis del mundo, en función de su grado de desarrollo industrial y nivel socioeconómico.

4.15 Crecimiento per Cápita de Ingresos y Generación de Residuos

Veamos a continuación, un cuadro comparativo que muestra la evolución porcentual del crecimiento económico per cápita y de la generación de basura domiciliar per cápita, en países altamente industrializados, entre 1980 y 1990.

País /Zona	Generación Basura	Ingresos
Alemania	-0,4 %	1,8 %
EE.UU.	0,5 %	1,95 %
Gran Bretaña	1,1 %	2,4 %
Japón	1,4 %	3,7 %
OECD	1,6 %	2,1 %

Fuente: CEAMSE.

En el caso de Alemania, se revirtió la tendencia en la generación de residuos en general, presumiblemente, debido al efecto de las campañas de información y concientización ambiental, llevadas a cabo por el gobierno y organizaciones no gubernamentales.

5. Análisis de la Situación Local

En esta sección aplicaremos los conocimientos y metodología empleadas en otros estudios anteriores, para otras ciudades en otros países, y analizaremos las posibilidades del uso masivo de desmenzadores en nuestra área metropolitana. Hemos elegido la Capital Federal por varios motivos.

- a) En primer lugar, porque en contraste con el conurbano bonaerense, es el área de la cual tenemos mayor información, variedad de parámetros y datos estadísticos
- b) Porque, con sus casi 3 millones de habitantes, constituye el mayor conglomerado humano en el país y un excelente escenario para estudiar los efectos del desmenzador sobre el ambiente. Y dentro de la Capital Federal hemos elegido la **Zona 1**, ya que, con 1.450 tn de residuos recolectados por día, es la que tiene la mayor capacidad para generar residuos urbanos sólidos.
- c) Porque, al disponer de una extensa red cloacal que abarca toda la zona, resulta más factible la instalación de desmenzadores.
- d) Porque, ante los grandes desafíos diarios en recolectar y disponer esta enorme y creciente cantidad de residuos, es más factible que las autoridades municipales locales resuelvan incentivar la implementación de desmenzadores.
- e) Y por último, porque tratándose de zonas residenciales-comerciales de alto nivel socio-económico, resulta más accesible la adquisición y la instalación de estos aparatos electrodomésticos.

Es importante destacar que, salvo los parámetros y datos estadísticos proporcionados por CEAMSE, Aguas Argentinas y demás prestatarias de servicios municipales sanitarios, que evidentemente son verídicos y fehacientemente comprobables, todo nuestra metodología y planteo del problema estarán circunscriptos a un caso hipotético.

Hacemos este abordaje, en razón de que en nuestro país en general y en nuestra metrópoli en particular, no hay todavía una difusión suficiente sobre la existencia y uso de desmenzadores, ni se ha generado todavía un grado de conciencia ambiental generalizado tal que nos permita remitirnos a casos concretos y experiencias previas. Además, todavía reina un gran desconocimiento generalizado al respecto, tanto entre los usuarios, como entre las mismas autoridades competentes.

Tomaremos pues como marco de referencia el caso de la ciudad de Nueva York, que por su tamaño, densidad poblacional y condiciones sanitarias vigentes, puede llegar a asimilarse a las condiciones y necesidades vigentes en nuestra área metropolitana. Como describíamos en la Segunda Parte de este trabajo, Nueva York era una de las pocas ciudades de EE.UU. donde, por desconocimiento, falta de experiencia y temores infundados, aún no estaba permitido el uso de desmenzadores.

Fue necesario realizar un estudio exhaustivo sobre los efectos de desmenuzadores, encargado por el propio departamento de saneamiento de la ciudad, para que las autoridades se convencieran de las bondades y beneficios que traería la instalación de desmenuzadores y el propio alcalde la ciudad, emitiera una resolución municipal, autorizando e incentivando la instalación de estos electrodomésticos en toda construcción nueva en el área metropolitana.

Como es sabido, en 1998 la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires resolvió subdividir el área metropolitana en zonas, a los efectos de la recolección de residuos sólidos urbanos. Es así, como quedaron cinco zonas bien delimitadas, cada una con sus respectivos potenciales de generar residuos. Como el problema de todo municipio es, precisamente, la recolección y disposición de los residuos generados, hemos elegido la Zona 1, donde las 1.450 t diarias de RSU plantean el problema acuciante en toda su magnitud y requieren soluciones más urgentes.

No solamente soluciones de orden ambiental, sino también de orden económico, ya que la separación y la reducción de residuos generados, implica menor peso recolectado y, por lo tanto, menor costo del servicio para la municipalidad, que paga a cada una de las prestatarias alrededor de \$20 por tonelada recolectada. Veamos la **Zona 1** en detalle.

- Se encuentra enmarcada dentro de los siguientes límites:
Río de la Plata, Bulnes, Av. Cnel Díaz, Av. Boedo, Av. Saenz, Riachuelo.
- Abarca total o parcialmente los siguientes barrios:
Boca, San Telmo, Monserrat, San Nicolás, Retiro, Recoleta, Almagro, Balbanera, San Cristóbal, Constitución, Boedo, Pque. Patricios, Nueva Pompeya y Barracas.
- Incluye zonas residenciales, comerciales y mixtas, con niveles socioeconómicos del tipo ABC1, como Recoleta, C2, como Balbanera, C3, como San Telmo y Monserrat, como así también zonas de categoría D1 y D2.
- La población servida es de aproximadamente 1.010.000 habitantes.

5.1 Estudio Comparativo entre las Ciudades de Nueva York y Buenos Aires

Hacemos mención reiteradamente de la ciudad de Nueva York, pues es la que constituye nuestro marco de referencia, en cuanto a la aplicación de desmenuzadores y su impacto sobre el ambiente. Este tema fue estudiado detalladamente por la consultora Konheim & Ketcham, y es uno de los trabajos más completos que se hayan realizado en los EE.UU. en esta materia, en la década del 90. Sus conclusiones fueron trascendentales, ya que no sólo despejaron toda duda y temores infundados acerca de una eventual interferencia negativa del uso de desmenuzadores sobre el buen funcionamiento de la red cloacal y plantas depuradoras, sino que además en 1997, permitieron levantar la sanción de prohibición que regía sobre el uso de estos aparatos en esa ciudad, hasta ese momento.

Nuestro razonamiento indica, que si una ciudad como Nueva York, típica representativa de una sociedad de país altamente industrializado, cuyas hábitos alimentarios están signados por comidas “rápidas”, enlatadas, precocinadas y congeladas, adopta la medida de incentivar el uso de desmenuzadores, a pesar de que la porción orgánica de los residuos caseros ronda escasamente los 25%, con más razón debería promover la difusión del uso de estos aparatos una ciudad como Buenos Aires, cuyos habitantes generan porcentualmente casi el doble de residuos orgánicos.

En el caso de Nueva York, tal como en muchas otras ciudades de EE.UU. y otros países, el verdadero Leitmotiv que instigó todas estas investigaciones, fue fundamentalmente el cuidado del ambiente. Como dijéramos en varias oportunidades, se pretendía reducir, de algún modo, el creciente volumen de residuos orgánicos que iban a parar indefectiblemente a los rellenos sanitarios, y evitar así, los progresivos daños que estos ocasionaban al ambiente. Las ventajas económicas resultantes, obviamente beneficiosas, tanto para las autoridades de aplicación como para la comunidad en sí, eran apenas un efecto colateral.

Buenos Aires, al igual que muchas otras ciudades de Argentina, no está exenta de los riesgos potenciales que implica la disposición inadecuada de residuos orgánicos, especialmente si tenemos en cuenta que muchos rellenos sanitarios en el país, siguen operando sin plantas de tratamiento de lixiviados. Ello adquiere aún mayor relevancia, si se tiene en cuenta que actualmente se halla prácticamente saturada la disponibilidad de sitios de disposición final de residuos sólidos domésticos y se están barajando alternativas de exportación de los mismos a otras regiones del país, como es el caso del mentado “tren de la basura”.

Es en este aspecto sanitario que hacemos hincapié en nuestro estudio, más allá de los beneficios y ahorros que pueda generar la separación en origen de residuos orgánicos, mediante el uso difundido de desmenuzadores. Insistimos en el hecho de que si una ciudad como Nueva York, con una situación presupuestaria holgada en su momento, resolvió incentivar el uso de los aparatos, con mayor razón debería hacerlo la ciudad de Buenos Aires, con menores recursos financieros y más necesidad de recortar gastos.

Salvando las distancias en cuanto a desarrollo urbano e infraestructura sanitaria, ambas metrópolis tienen algo en común: el hecho de ser ciudades portuarias y estar expuestas a grandes cursos de agua receptores de efluentes, y la preocupación de sus respectivas autoridades por evitar la progresiva contaminación de los mismos. Nueva York se encuentra prácticamente circundada por agua, conformada por la desembocadura del río Hudson y su confluencia con el Océano Atlántico, mientras que Buenos Aires se encuentra a orillas del Río de la Plata.

En la comparación de algunos parámetros que haremos a continuación, distinguiremos entre lo que es la Capital Federal, propiamente dicha, y el Gran Buenos Aires, o Conurbano Bonaerense, que comprende alrededor de 27 partidos circundantes a Capital Federal.

La ciudad de Nueva York está conformada básicamente por 5 áreas metropolitanas y los datos disponibles de reciente data indican lo siguiente:

	Superficie	Población
Queens:	283 km ²	1.952.000
Brooklyn:	183 km ²	2.301.000
Staten Island:	152 km ²	379.000
Bronx:	109 km ²	1.204.000
Manhattan:	28 km ²	1.488.000
Total	755 km²	7.324.000

Cuadro comparativo

	Capital Federal	Gran Buenos Aires	Nueva York
Superficie	200 km ²	4.594 km ²	755 km ²
Habitantes	3.000.000	8.029.000	7.324.000

Podemos observar que la superficie de Capital Federal es mucho menor que la de toda la ciudad de Nueva York y equivale aproximadamente al área de Brooklyn y Manhattan juntos. En cambio, si tomamos la superficie del Conurbano Bonaerense, éste supera, a su vez, a toda la ciudad de Nueva York, tanto en superficie como en población.

A efectos de nuestro estudio piloto en la Argentina, se justifica pues implementarlo en la zona de Capital Federal, por su gran densidad poblacional, al igual que lo hizo la municipalidad de la ciudad de Nueva York, en sus barrios más populosos, Brooklyn (2.301.000 hab.), Queens (1.952.000 hab.) y Manhattan (1.488.000 hab.).

Ello resulta más interesante aún, habida cuenta de que la empresa Aguas Argentinas SA., en función de las nuevas condiciones de borde que le impusieran las acciones emergentes del Plan de Gestión Ambiental del Río Matanza-Riachuelo, y la fijación de los usos para este último, como para el Río de la Plata, ha elaborado un Plan de Saneamiento Integral. El mismo incluye la construcción de dos nuevas plantas de tratamiento cloacal, una en Capital Federal y otra en Berazategui, que descargarán mediante emisarios submarinos que se internan 7 km en el curso receptor, con difusores apropiados a lo largo de su recorrido a efectos de optimizar la disposición del efluente tratado.

Otro dato comparativo interesante, aunque disímil, es el consumo de agua por persona. Mientras que las estadísticas de EE.UU. señalan un consumo medio de alrededor de 170/180 litros por persona por día, incluyendo el caso de la ciudad de Nueva York, los valores disponibles para nuestro país y en particular para Capital Federal y Conurbano Bonaerense hablan de alrededor de 370 litros por persona por día, o sea, prácticamente el doble, aunque esta cifra incluye pérdidas y fugas en cañerías.

Los estudios realizados en algunos países de Europa también muestran valores de consumo de agua similares a los de EE.UU.

La experiencia muestra que solamente con prolongadas y continuas campañas de concientización, respecto del verdadero valor de este recurso limitado, que es el agua potable, se podrán modificar las pautas de consumo de agua e inducir en la población comportamientos más acordes con la realidad ambiental. También una estricta legislación y medidas punitivas coadyuvan en la educación ambiental ciudadana, pero básicamente son los progresivos y paulatinos ajustes tarifarios del servicio, a la par de las acciones mencionadas arriba que, en definitiva, inducen al usuario a reducir obligadamente su consumo de agua.

La implementación de un plan piloto para la ciudad de Buenos Aires, con la anuencia de sus respectivas autoridades sanitarias, puede verse entorpecida por varias razones:

- a) Falta de apoyo oficial patrocinante e interés en el proyecto, por tratarse de un aparato electrodoméstico prácticamente desconocido en nuestro medio. Recordemos que en el caso de Nueva York, la discusión versaba en torno del uso de desmenuzadores aplicados al caso específico de esta ciudad, con su sistema particular de red cloacal-pluvial mixta, (caso similar al Radio Antigua de Buenos Aires), pero nadie dudaba de las bondades del aparato. De hecho, hacía más de 50 años que estaba en uso comercial en los EE.UU.

- b) Falta de visión global ambiental, que va más allá de los beneficios de higiene y confort de un simple electrodoméstico. Habrá que implementar presentaciones informativas ante las autoridades.
- c) Temor infundado respecto del impacto negativo de desmenuzadores sobre el buen funcionamiento de conductos cloacales y plantas depuradoras. Debemos recordar que en épocas anteriores a la concesión otorgada a Aguas Argentinas, la empresa estatal O.S.N. había llegado a prohibir el uso de estos aparatos, por considerarlos incompatibles con la capacidad de la red cloacal de ese momento.
- d) Temor a una eventual mayor contaminación con material orgánico del Río de la Plata, que es el cuerpo receptor de las aguas residuales provenientes de Capital Federal, cuya planta de tratamiento de líquidos cloacales está en etapa de diseño.

Por otro lado, la implementación de un plan piloto puede verse beneficiada y motivada por las siguientes razones:

- a) Actualmente, hay un mayor grado de conciencia ambiental entre las autoridades sanitarias de aplicación, que anteriormente, lo cual facilita el abordaje del tema.
- b) El problema de la falta de espacios aptos disponibles para rellenos sanitarios, no era tan agudo durante la última década como lo es hoy en día. Hay mayor interés en optimizar los espacios aún disponibles y reducir los riesgos de contaminación de las napas freáticas por efectos de los lixiviados.
- c) Por cuestiones presupuestarias, las autoridades se muestran más propensas a estudiar y evaluar proyectos que directa o indirectamente redundan en beneficios económicos, como el plan piloto mencionado.
- d) Por los abundantes estudios detallados que existen al respecto, como el de la ciudad de Nueva York, que documentan fehacientemente las ventajas ambientales y beneficios económicos del uso de desmenuzadores.
- e) Por el hecho de que, entrarían en consideración desmenuzadores importados de última generación, y no marcas locales de tecnología obsoleta, que por una cuestión elemental de economía de escala, costos de producción y precios de mercado, no podrían competir. Cabe recordar que O.S.N. había prohibido el uso de desmenuzadores, precisamente por la falta de tecnología adecuada de estas marcas locales y por el temor a obstrucciones en los desagües cloacales.

En cuanto al plan piloto , nos parece adecuado proponer a las autoridades locales su implementación en la Capital Federal, más precisamente en una zona cuyos desagües cloacales estén conectados a la futura planta depuradora que la concesionaria del servicio está diseñando. A continuación reiteramos y analizamos algunos de los conceptos en favor de esta elección, vertidos bajo el punto 5. de este estudio.

La existencia de una vasta red cloacal habla a favor de la implementación de un plan piloto, ya que los destinatarios del mismo tienen que estar de acuerdo en la instalación. Sería mucho más difícil implementar un plan piloto en una zona residencial de viviendas familiares con sistema séptico de pozos ciegos, ya que la utilización de desmenuzadores implicaría la ampliación de los mismos, con los consiguientes gastos para los propietarios-usuarios.

El hecho de haber gran concentración poblacional en la Capital Federal, implica un alto grado de generación de residuos que, en definitiva, también favorece la toma de decisión por parte de las autoridades. Precisamente, al eliminar la parte orgánica de los desechos urbanos, se genera toda una cadena de recortes de gastos de recolección, transporte y disposición final que, en última instancia, redundan en beneficios económicos de cierta magnitud para las comunas.

Por el contrario, si quisiéramos implementar el plan piloto en una pequeña localidad urbana, con poca generación de residuos caseros y, por ende, poco potencial económico, probablemente las autoridades no estarían tan motivadas como en el caso anterior.

El nivel socio-económico de la zona donde se implementa el plan piloto también juega un papel preponderante, ya que, de algún modo, los gastos de adquisición e instalación de los desmenuzadores, serán prorrateados entre los participantes. Por insignificantes que sean las cuotas mensuales, siempre tendrán menor incidencia en una población de nivel de ingreso medio-alto.

Como alternativa para la implementación de un plan piloto, y en base al mismo criterio socio-económico mencionado anteriormente, se podría pensar en alguna zona residencial del partido de San Fernando que, además, ya tiene su planta de tratamiento de efluentes cloacales.

5.2 Metodología.

Resumiendo lo antedicho, en cuanto a la falta de un adecuado marco de referencia y experiencias genuinas previas en nuestro país, haremos el siguiente análisis. A diferencia de la ciudad de Nueva York, donde ya existían barrios equipados con desmenuzadores y el único objetivo del estudio era demostrar las bondades ambientales y ventajas económicas del uso de los mismos, en nuestro caso concreto nos limitaremos a demostrar básicamente los beneficios económicos de los mismos, dando por sentado que el impacto sobre el ambiente es positivo, como lo demuestran fehacientemente los resultados de los estudios realizados en Nueva York, EE.UU. y en Lund, Suecia.

Debemos resaltar también, que al no existir todavía plantas de tratamiento de líquidos cloacales en toda el área metropolitana y zona de influencia, salvo las plantas depuradoras Oeste y Norte que atienden solamente un pequeño sector de la población del conurbano bonaerense, se simplifica el análisis, dado que no se tienen en cuenta los eventuales costos de tratamiento de las aguas residuales adicionales provenientes del uso de desmenuzadores.

Tomaremos pues la Zona 1 de la Capital Federal, como representativa de un sector de la población de alto grado de generación de residuos sólidos urbanos. Sobre la base de los datos estadísticos diarios, mensuales y anuales, tanto históricos como recientes, sobre los tonelajes de residuos, calcularemos la porción de residuos orgánicos que se eliminarían en origen con el uso de desmenuzadores. Expresaremos estos valores por habitante, por vivienda, por día y mes, y finalmente, en toneladas por año por zona.

Estos tonelajes convertidos a US\$, que es la moneda corriente en los contratos de concesión, nos darán las sumas anuales que la Ciudad de Buenos Aires se ahorraría en pagar en servicios de recolección de residuos. Los ahorros en los costos de recolección irán creciendo proporcionalmente con el nivel de saturación y en función del tiempo. Como hipótesis de mínima, se tomará un coeficiente de aumento de la penetración en el mercado de 1% anual y se proyectarán las estimaciones de ahorro a diez años.

Los beneficios económicos directos derivan entonces de la reducción de residuos. En cambio, los beneficios económicos indirectos se manifestarán en la disminución de los lixiviados en los rellenos sanitarios y de los respectivos costos de tratamiento y remediación.

5.3 Cálculos

Características de la zona específica en estudio, en contraste con los datos del área metropolitana entera. Valores promedio.

5.3.1 Cuadro Resumen

Características	Zona 1.	Capital Federal
Superficie aprox.:	50 km ²	200 km ²
Población aprox.	1.000.000 hab.	2.985.306 hab
<u>Residuos generados:</u>		
Participación	32 %	100 %
• Por día:	1.797 t	4.600 t
• Por mes:	48.400 t	153.024 t
• Por año:	580.798 t	1.836.288 t
Comp. Orgánico		
• Porcentaje	40 %	40 %
• Tonelaje	232.319 t/año	734.515 t/año

De modo que el volumen anual de residuos sólidos urbanos (RSU) orgánicos, generados en la Zona 1, potencialmente factible de separar en origen y procesar con el desmenuzador es de 232.319 t/año.

La población de 1.010.000 habitantes equivale a aproximadamente 250.000 grupos familiares, de hogares o de viviendas (a razón de un promedio de 4 componentes c/u).

Si la saturación de mercado de desmenuzadores fuera el 100%, con 250.000 equipos instalados en funcionamiento y una población que los usara debidamente, estaríamos eliminando 232.319 t de residuos orgánicos por año, en un caso ideal. Pero el caso real es que, actualmente, el grado de saturación es prácticamente de 0%.

Partiremos pues de un nivel inicial de 0% de saturación, e iremos calculando los niveles crecientes de saturación o de penetración de mercado, a razón de 1% anual de crecimiento, que es la pauta normal en EE.UU., país que constituye nuestro marco de referencia. A lo largo del cálculo, iremos multiplicando los tonelajes obtenidos por los respectivos costos de recolección y transporte(US\$ 20,-/tn) y disposición final en los rellenos sanitarios(US\$ 10,-/tn).

5.4 Cuadro de Residuos Orgánicos Producidos y Ahorros Generados.

Zona 1.

Saturación Mercado %	Desmenuz. Cantidad	Orgánicos tn/año.	Ahorro(US\$) Recol.+Transp.	Ahorro(US\$) Disposición	Ahorro(US\$) Total
1	2.500	2.323	46.464	23.232	69.696
2	5.000	4.646	92.928	46.464	139.392
3	7.500	6.969	139.391	69.696	209.087
4	10.000	9.293	185.855	92.928	278.783
5	12.500	11.616	232.319	116.189	348.508
6	15.000	13.939	278.783	139.391	418.174
7	17.500	16.262	325.247	162.623	487.870
8	20.000	18.585	371.710	185.855	557.565
9	22.500	20.909	418.174	209.087	627.261
10	25.000	23.232	464.638	232.319	696.957

Estos son los montos parciales que ahorran en erogaciones contractuales los respectivos organismos competentes, es decir la Municipalidad de Buenos Aires, en recolección y transporte, y el CEAMSE, en costos de enterramiento en los Centros de Disposición Final.

Todo ello referente exclusivamente a la Zona 1. Veamos a continuación, el cuadro de ahorros para toda el área de la Capital Federal, en función de los datos y parámetros mencionados antes, teniendo en cuenta que la Zona 1. equivale apenas al 32% de toda la generación de residuos. La Capital Federal genera 1.836.288 tn/año de residuos sólidos, de los cuales 734.515 tn, el 40%, son orgánicos.

5.5 Cuadro de Residuos Orgánicos Producidos y Ahorros Generados

Capital Federal

Saturación Mercado %	Desmenuz. Cantidad	Orgánicos tn/año	Ahorro(US\$) Recol+Transp.	Ahorro(US\$) Disposición	Ahorro(US\$) Total
1	7.500	7.260	145.200	72.600	217.800
2	15.000	14.520	290.400	145.200	435.600
3	22.500	21.780	435.600	217.800	653.397
4	30.000	29.040	580.800	290.400	871.197
5	37.500	36.300	726.000	363.000	1.089.000
6	45.000	43.560	871.200	435.600	1.306.800
7	52.500	50.820	1.016.400	508.200	1.524.600
8	60.000	58.080	1.161.600	580.800	1.742.400
9	67.500	65.340	1.306.800	653.400	1.960.200
10	75.000	72.600	1.452.000	726.000	2.178.000

5.6 Memoria Descriptiva de la Matriz de Impacto Ambiental

La Matriz de Impacto Ambiental (ver cuadro adjunto) es una representación gráfica que básicamente sintetiza la interrelación entre dos variables. Por un lado, las principales acciones que derivan de la implementación de una obra, un proyecto, o un plan, en su sentido más amplio, y por el otro, los diferentes componentes del medio, sobre el cual impactarán. Los símbolos indican de manera gráfica si el impacto de las acciones es positivo, negativo o neutro.

Precisamente, debido al carácter simbólico y sintético de la matriz, es que se necesita una Memoria Descriptiva para detallar cada uno de los efectos esperados y explicar los respectivos criterios de evaluación que se usaron.

A continuación, se analizará cada componente ambiental mencionado en función de las acciones que lo afectan.

1. Medio Natural

Suelos: Instalación de Estudio

Se benefician, aunque de manera casi imperceptible, ya que por ser una zona de estudio, hay muy pocos aparatos en funcionamiento.

Funcionamiento en Hogares

Se comienza a generar el verdadero beneficio comunal y ambiental. Su magnitud dependerá de la de saturación de mercado de desmenuzadores y del grado de crecimiento de su difusión.

Funcionamiento en Industrias

El beneficio es importante, aunque por la cantidad instalada, no de la magnitud generada por la instalación en viviendas.

Aguas**Subterráneo: Instalación de Estudio**

Así como la reducción de material orgánico que ingresa a los rellenos beneficia directamente los suelos, también beneficia a las aguas superficiales, aunque indirectamente. Esto es así, porque al haber menos residuos orgánicos, se genera menos lixiviado que percola y contamina a las aguas subterráneas. La concentración y potencia del lixiviado es tal, que disuelve y arrastra metales pesados en su paso hacia las napas freáticas.

Instalación en Viviendas

Siempre de manera indirecta, significa un avance sustancial en beneficio de las napas freáticas, al reducir la cantidad de lixiviados.

Instalación en Industrias

También aquí el beneficio será significativo, aunque en menor grado que en el caso de las viviendas.

Aguas**Superficiales: Aguas Residuales**

Por lo mencionado para Desmenuzadores de Estudio, las aguas residuales adicionales no representan ninguna amenaza para el funcionamiento de plantas depuradoras bien dimensionadas y operadas.

2. Medio Antrópico**2.1 Aspectos Sociales****Generación****Expectativas: Etapa de Concepción y Diseño**

Crea un ambiente mejorado de saneamiento beneficiosos para toda la Población.

- Salud:**
- Instalación de Estudio**
Se benefician los primeros habitantes que fueron seleccionados para la prueba piloto.
 - Estudio de Desempeño**
También beneficia a los seleccionados en particular, pero a todos en general.
 - Reglamentación**
Aporta el beneficio de una nueva legislación.
 - Campaña**
El beneficio es la concientización de la comunidad.
 - Funcionamiento en Hogares**
Aquí el beneficio ya es masivo, en función del grado de saturación del mercado.
 - Funcionamiento en la Industria**
Beneficioso, aunque en menor grado que en los hogares, por una cuestión de grado de saturación.
- Higiene en Hogares:**
- Instalación de Estudio**
El beneficio de la higiene casera se manifestará para aquellas viviendas que hayan sido seleccionadas para el estudio.
 - Estudio de Desempeño**
Los beneficios se irán remarcando en la medida que avance el estudio.
 - Reglamentación**
Como siempre, la reglamentación, por parte de las autoridades de saneamiento, es el paso decisivo en el proyecto de masificación a largo plazo
 - Campaña**
Como antes, la campaña de información y educación será en beneficio de la limpieza e higiene casera.
 - Funcionamiento en Hogares**
El beneficio se manifiesta en las cocinas, por el mayor aseo y limpieza.
 - Funcionamiento en Industria**
También las cocinas de la industria alimenticia se benefician de la higiene que trae el uso de desmenuzadores.

Higiene en Calles:

Instalación de Estudio

El beneficio es extensible a las aceras del barrio o zona de estudio donde no habrá tanta basura putrescible.

Estudio de Desempeño

Beneficia la higiene en las calles de la misma manera que el rubro anterior.

Reglamentación

Marca el comienzo de una nueva etapa de saneamiento urbano.

Campaña

Es beneficioso porque concientiza a la población urbana en general.

Funcionamiento en Hogares

Recién aquí comienza a notarse la diferencia con situaciones anteriores al uso de desmenzadores.

Funcionamiento en Industria

También aquí será muy notorio la limpieza en las calles, cuando los grandes generadores de residuos orgánicos dejen de depositarlas en las aceras.

2.2 Aspectos Económicos

Red

Cloacal: Funcionamiento en Hogares

Se pone de manifiesto el beneficio demostrado en estudios previos, respecto del mejoramiento del flujo de los líquidos cloacales, con el aporte de las aguas residuales de los desmenzadores.

Funcionamiento en Industria

Como el proceso de desmenzado es siempre el mismo, se beneficiarán las instalaciones sanitarias a las cuales los desmenzadores estén conectados.

Planta

Depuradora: Funcionamiento en Hogares

No perjudica el buen funcionamiento de las plantas depuradoras bien diseñadas.

Funcionamiento en Industria

No perjudica el buen funcionamiento de las plantas depuradoras bien diseñadas.

Aguas Residuales

No perjudican el buen funcionamiento de las plantas depuradoras bien diseñadas.

Recolección

de Residuos: Instalación de Estudio

Los beneficios económicos, derivados de la disminución del peso de la basura recolectada, así como de la reducción de la frecuencia de recolección de basura domiciliaria, estarán limitados al entorno de la zona de estudio.

Estudio del Desempeño

Los resultados de los estudios beneficiarán la toma de decisiones por parte de las autoridades competentes.

Reglamentación

Beneficiará a la comuna en términos de menores erogaciones en servicios contratados.

Campaña

Al igual que en las consideraciones anteriores, una campaña bien instrumentada ayudará a difundir el uso de desmenuzadores y, por lo tanto, reducir costos.

Funcionamiento en Hogares

A menores tonelajes de residuos sólidos urbanos recolectados, menores serán las erogaciones municipales a las prestatarias de este servicio.

Funcionamiento en Industria

Aunque de menor magnitud, pero igualmente beneficiosa en términos de reducción de costos de recolección.

Aguas Residuales

Resulta muy beneficiosa la generación de las mismas, ya que permiten reducir el volumen de residuos sólidos urbanos.

Lixiviados: Instalación de Estudio

Benefician la reducción de costos de tratamiento de lixiviados, aunque en menor escala.

Estudio de Desempeño

Se demuestra el impacto positivo sobre los rellenos sanitarios y lixiviados.

Reglamentación

Es beneficioso por ser el punto de partida de la nueva legislación.

Campaña

Es beneficiosa puesto que concientiza y difunde el concepto de la contaminación ambiental.

Funcionamiento en Hogares

Se manifiesta notablemente en la reducción de los costos de las plantas de tratamiento de lixiviados, en función del nivel de saturación de mercado.

Funcionamiento en Industria

En menor grado que en el caso anterior, pero también de gran beneficio.

Aguas Residuales

Estas son las que indirectamente significan el mayor beneficio económico para las plantas de tratamiento de lixiviado, pues son las que quitan toda la materia orgánica de la basura domiciliaria que llega a los rellenos sanitarios.

6. Conclusiones Generales

La observación a simple vista de los cuadros de costos-beneficios, así como todas las ponderaciones previas del estudio, nos permiten concluir de la siguiente manera:

6.1 Desde la óptica comunitaria y del bienestar público

1. Los ahorros potenciales son una función directa del grado de saturación del mercado, con la condición de que las autoridades promuevan una campaña de educación de higiene ambiental. Todas las ciudades de EE.UU. y Europa que tuvieron gran difusión de desmenuzadores, contaron con el patrocinio y campañas de apoyo de sus respectivas municipalidades. Son las autoridades sanitarias las que deben reglamentar la instalación y el debido uso de estos aparatos.
2. Como podrá verse, los montos calculados para toda el área de la Capital Federal arrojan medio millón de US\$ con apenas 3% de saturación de mercado y superan al millón, con 5% de saturación, al 5° año consecutivo de su implementación. Si bien nuestro análisis se enfoca parcialmente en la Zona 1, es de suponer que el plan de acción se implementará para toda el área de jurisdicción de la Capital Federal, una vez que las autoridades asuman sus responsabilidades como guardianes del medio ambiente.
3. La penetración de mercado de un producto determinado es habitualmente un proceso relativamente lento, con alrededor de 1% de crecimiento anual, si queda supeditado exclusivamente al poder persuasivo del marketing clásico, con sus campañas de publicidad patrocinadas por el propio fabricante, distribuidor o representante. Muy distinto es el caso de un plan de acción implementado por las propias autoridades sanitarias, que declare de interés municipal la instalación y el uso de desmenuzadores.

En este caso, el crecimiento de la saturación puede ser mucho más dinámico. El desmenuzador debe ser visto desde la óptica global del cuidado del ambiente, como un medio de separación de residuos en origen, y no meramente como un simple aparato electrodoméstico de confort hogareño.

4. Otro aspecto destacable es el hecho de que al reducirse el ingreso de residuos orgánicos a los rellenos sanitarios, o Centros de Disposición Final, como los denomina CEAMSE, se reducen también los lixiviados y, por ende, los costos de tratamiento de los mismos. Los lixiviados son la principal causa de la contaminación de las napas freáticas.
5. Es verdad que el uso extensivo de desmenuzadores trae aparejado una serie de beneficios económicos concretos, que comprenden toda la cadena de producción, recolección, transporte, transferencia de la prestataria al CEAMSE, en los respectivos centros de transferencia, disposición final y tratamiento de lixiviados. Pero los beneficios reales van más allá de los ahorros tangibles, para las autoridades mencionadas, e implican una serie de ventajas globales para toda la población urbana: menos residuos orgánicos en las aceras de la vía pública, consecuentemente más aseo, menos reproducción de roedores e insectos y por ende, menos plagas y riesgo de enfermedades y epidemias.
6. Aún cuando la implementación de un plan de acción sanitaria global le signifique algún grado de inversión a la municipalidad, la misma será siempre muy inferior a los costos de un plan de remediación que habrá que implementar, si no se toman medidas preventivas a tiempo.
7. La Capital Federal, con sus 3 millones de habitantes, no tiene todavía su planta depuradora de aguas cloacales. Desde la óptica del cuidado del ambiente, este es un hecho lamentable en sí, pero no deja de ser una ventaja, porque la nueva planta depuradora que tendrá la Ciudad de Buenos Aires, en un futuro próximo, ya estará diseñada con la capacidad suficiente para absorber los efluentes residuales adicionales provenientes del uso de desmenuzadores.
8. Respecto del suministro de agua potable adicional, por parte de la concesionaria Aguas Argentinas, el mismo es despreciable, ya que con 16.500 m³/día adicionales sobre un total de 4.217.500 m³ diarios, representa menos del 0,4%. En nuestro caso de referencia de la Ciudad de Nueva York, el estudio arrojó 0,25%, que también se lo considera despreciable.

6.2 Desde la óptica particular del usuario

1. El aumento de consumo de electricidad debido al desmenuzador es despreciable; pues los 0,5 kWh/mes que genera significa menos del 0,1% del consumo normal de un grupo familiar tipo. Respecto del consumo individual de agua debido al uso del desmenuzador, este también es despreciable – menos del 1,5% - si consideramos los apenas 5,5 L/hab/día sobre un consumo promedio de 370 l/hab/día.

2. Desde el punto de vista del ahorro individual, que cada habitante usuario de desmenuzador puede aportar al cuidado del ambiente, el planteo es el siguiente:
Tomando un valor medio de generación de residuos de 1,07kg/hab/día, o bien 390kg/hab/año, el ahorro representa 156 kg/hab/año de residuos orgánicos que no ingresan a los rellenos sanitarios. Aún tomando el valor mínimo de la escala de generación de residuos per cápita (0,84 kg/hab/día, o sea, 307 kg/hab/año), tendremos un ahorro de 123 kg de residuos orgánicos. Y si tomamos el valor máximo del rango (1,2 kg/hab/día, o sea, 438 kg/hab/año) tendremos un ahorro de 175 kg de residuos orgánicos que dejarán de ingresar a los ya sobrecargados rellenos sanitarios.

6.3 Comentario Final

Nuestros comentarios y recomendaciones finales son que las autoridades respectivas, municipales, provinciales, nacionales, o transnacionales, que tienen a su cargo el cuidado ambiental, la salud y el bienestar de las poblaciones, deben interiorizarse más de los problemas acuciantes que asolan sus respectivas áreas de jurisdicción.

Deben analizar cuidadosamente todas y cada una de las alternativas tecnológicas disponibles en el mercado, evaluar sus perspectivas para la situación y condiciones contemporáneas reinantes localmente, desde un punto de vista ambiental global, diseñar las políticas adecuadas y luego actuar en consecuencia. No son épocas éstas de *laissez faire* y los daños ambientales infringidos son prácticamente irreversibles.

El mayor crimen de lesa humanidad en cuestiones ambientales, lo constituye precisamente la ignorancia y la inoperancia. Hemos presentado una alternativa válida, conducente a reducir los residuos orgánicos urbanos, mediante la separación en origen. Si estos sistemas están en operación desde hace más de 50 años en países altamente industrializados, a pesar de que el porcentaje de residuos orgánicos es mucho menor que en los países en vías de desarrollo, creemos que con más razón deberían ser aplicados en la Argentina. A nuestro criterio, es un proyecto sustentable que merece ser estudiado y ponderado en toda su extensión.

7. Bibliografía y Referencias

1. Archer, Dane et al: Conservación de Energía y Política hacia el Público. La Mediación de Comportamientos Individuales. Eficiencia y Energía. Perspectivas sobre Comportamiento Individual. Willett Kempton et Max Neiman ed. ACEEE 1987.
2. Bennet, Lindstedt: Caracterización y Tratamiento Individual del Agua Residual en el Hogar. Informe Final. Serie N° 66, Universidad Estatal de Colorado, 1975.
3. Brillet, Broix, Buon: Triturador de Residuos del Hogar. Nantes, 1986.
4. Bueckens, Patrick: Incineración, Administración de Residuos Sólidos, Tópicos Seleccionados; Suess,ed.WHO, Conpenhagen, 1985.
5. Domalski et al: El Contenido de Cloro de los Residuos Sólidos Municipales de Baltimore y Brooklyn, Conferencia Nacional de Procesamiento de Residuos, AMSE, Actas de la 12° Conferencia Bianual 1986, Denver, 1986.
6. Energía a partir de Residuos Sólidos, ANE, Statens Energiverk (Agencia Nacional Sueca de Energía), 1986, Stockholm, 1986.
7. Halmo: Residuos Sólidos, Referencias y Libro de Estudio, Tapir, Trondheim, 1984.
8. Hosvenius: Razón de Generación y Composición de Residuos Caseros en Laxa. SNV, PM 902,Solna, 1977.
9. Tratamiento Térmico de Residuos Caseros.¿Una Posibilidad para Mejorar la Administración de Residuos Sólidos y la Utilización de Energía?, 1986.
10. Johansson, Pettersson: Administración de Residuos Sólidos en los EE.UU., Informe de una Gira de Estudio, Lund, 1989.
11. Lagerkvist, Karlsson: Sistema de Transporte Integrado para los Residuos Caseros Separados en su Origen, Lulea, 1983.
12. Lunds Tekniska Högskola (Instituto Tecnológico de Lund):Notas de Cursos sobre Tecnología de Aguas Servidas, Instalaciones de Abastecimiento de Aguas), Lund, 1984.
13. Lunds Tekniska Högskola (Instituto Tecnológico de Lund): Notas de Conferencias sobre Tecnología de Agua y Aguas Servidas, Instalaciones de Aguas Servidas, Lund, 1984.
14. Lömab AB: Almacenamiento de Residuos Caseros. Informe Reforsk N° 21, Malmö, 1987.

15. Nilsson: Reducción de Fósforo en la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas en Tomelilla, Lund, 1987.
16. Nilsson: Equilibrio de Materiales y Estudios Funcionales en una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas, Lund, 1977.
17. Nilsson et al: Separación de Residuos utilizando Desmenuzadores de Residuos de Alimentos Caseros- Un caso estudiado en Staffanstorp. Informe R&D, N° 230, Malmö, 1987.
18. Nilsson et al: Separación de Residuos utilizando Desmenuzadores de Residuos de Alimentos Caseros- Un caso estudiado en Staffanstorp. Informe interno, Sept. 1988, Lund, 1988.
19. Nilsson et al: Separación de Residuos utilizando Desmenuzadores de Residuos de Alimentos Caseros – Un caso estudiado en Staffanstorp, Informe Final, Boletín Serie VA N° 56, Lund, Enero 1990.
20. Pilsen, M.e: Actitud de los Consumidores hacia la Conservación de Energía. Revista de Estudios Sociales, Edición 37, 108-1312,1981.
21. Pettersson: Estado Actual en el Area de Residuos de Alimentos Caseros. Tersis, Lund, 1988.
22. Stern, P: Energía y Comportamiento:¿Qué hemos aprendido? De: Familias y Energía. Haciendo Frente a la Incertidumbre. Actas de Conferencias, Universidad Estatal de Michigan, 1984.
23. SNV: PM: Memorándum con relación a Desmenuzadores de Residuos de Alimentos. L.Ulmgren, J.E. Lind, Enero 21, 1969.
24. Swedish Export Council: El Mercado Norteamericano de Productos de Cocina, Gabinetes de Cocina, Artefactos Eléctricos de Cocina y demás Equipos de Cocina. Stockholm, 1977.
25. SYSAV: Estadísticas de 1988, Malmö, 1989.
26. Wicke: El Efecto de los Desmenuzadores de Residuos de Alimentos en el Medio Ambiente, Racine, EE.UU. , 1987.
27. Departamento de Ingeniería Ambiental del Instituto Tecnológico de la Universidad de Lund, Suecia. Informes de los Miembros del Grupo de Trabajo y Asesoramiento. Lund, Suecia, Sept. 1990.
28. Educational Foundation of the National Association of Plumbing, Heating and Cooling Contractors: Food Waste Disposers: Un Sistema Efectivo de Manejo de Residuos Domésticos. Fals Church, Va. EE.UU., 1993

29. New York Realty; Owner's Guide: Desmenuzadores de Residuos de Alimentos, New York, EE.UU. 2001.
30. Emerson Electric Co. ISE Division: Separación de Residuos en la Fuente mediante el Uso de Desmenuzadores en el Hogar, Wis. EE.UU., 1990.
31. Departamento de Protección Ambiental de la Ciudad de Nueva York, EE.UU. Informe sobre el Impacto de Desmenuzadores en Zonas de Sistemas Cloacales y Pluviales Combinados. Sept. 1995.
32. W.C. Boyle, Universidad de Wisconsin: Efecto de los Trituradores de Basura sobre la Composición de Aguas Residuales. Wis. EE.UU., 1985.
33. E.P.A. Environmental Protection Agency, EE.UU. Informe sobre Depuración de Aguas Residuales Domésticas y Sistemas de Disposición. Octubre, 1980.
34. Bowman J.O.: Revista Salud y Medio Ambiente, Vol.44, N° 5, pág. 249-252. Marzo-Abril 1982.
35. Bendixen, T.W.: Efecto de los Trituradores de Restos de Alimentos sobre la Red de Cámaras Sépticas. Informe del Departamento Federal de la Vivienda de EE.UU. 15 de Nov. 1961.
36. Mahlok, J.L.: Efecto de los Elementos Orgánicos Procedentes de la Trituración de Basuras en las Plantas de Tratamiento Biológico. Instituto de Investigación de Aguas de la Universidad Estatal de Michigan, EE.UU. Junio 1972.
37. Stoltenberg, D.H.: Composición de las Aguas Residuales en la Mitad Occidental de EE.UU. , E.P.A., Chicago, Illinois, Obras Públicas, Vol.111, N° 1, Enero 1980.
38. Tabasaran Prof. Estudio de los Efectos de los Trituradores Domésticos en los Sistemas de Drenaje, Plantas Depuradoras, Cuerpos Receptores de Aguas y Procedimientos de Disposición de Residuos. Universidad de Stuttgart, Alemania, Junio 1984.
39. Fundación Nacional de Salud e Higiene de EE.UU.: Estudio sobre Trituradores de Restos de Alimentos. 1966.
40. Rostagno B.: Evaluación del Impacto de los Trituradores en el Nivel de Contaminación Generada por una Vivienda. La Rochelle, Francia, Julio 1983.
41. Konheim & Ketchum Assoc. Impacto del Uso de Trituradores de Residuos Domésticos en la Ciudad de Nueva York, EE.UU. Julio 1985.
42. Bennett & Linstedt: Caracterización de las Aguas Residuales Domésticas y su Tratamiento. Universidad de Colorado, Boulder, EE.UU. Julio 1975.

43. Siegrist R.C.: Caracterización de Aguas Residuales Rurales. Universidad de Wisconsin, EE.UU. , 1975.
44. Cohn M.M.: Efectos de los Residuos de Alimentos en Cloacas y Sistemas Cloacales. Revista de Plantas Depuradoras de Aguas Servidas, EE.UU. Mayo 1946.
45. Cosens K.: Desmenuzadores Domésticos – Cómo afectan las Redes Cloacales. The American City, EE.UU. 1949.
46. Clarke C.M., Watson K.M.: Desmenuzadores - Efectos sobre Sistemas Cloacales. Aguas y Plantas Depuradoras, EE.UU., Junio 1962.
47. Fundación Nacional de Saneamiento, EE.UU.: Un Estudio sobre Desmenuzadores.
48. Palmer C.L., Neusbaum I. : Estudios de Basura Molida en Detroit, EE.UU. Revista Sistemas Cloacales y Basura Industrial, Vol. 23, Sept. 1951.
49. Downing P.B.: La Economía de la Disposición de Residuos Cloacales Urbanos, EE.UU. 1969.
50. El Servicio de Salud Pública de EE.UU. : Informe a la Administración Federal de la Vivienda: Efecto del Desmenuzador de Residuos de Alimentos sobre los Sistemas de Tanques Sépticos. Noviembre 15, 1961.
51. Revista de Contratistas de EE.UU. Abril 15, 1967.
52. Departamento de Salud, Educación y Bienestar de EE.UU., Saneamiento y Control de Ratas, pág. 108
53. Servicio de Salud Pública de EE.U. y el Departamento Estatal de Salud de Indiana, EE.UU.: Estudio conjunto: The American City, Febr. 1953, pág. 108.
54. M.Owen: American City, EE.UU., 1953.
55. Estudio Geológico de EE.UU., 1977.
56. Distrito de Saneamiento de Los Angeles: Informe sobre la Recolección y Disposición Final de los Residuos en los Distritos de Saneamiento del Condado de Los Angeles, California, EE.UU. 1950.
57. Departamento de Protección Ambiental de la Ciudad de Nueva York, EE.UU. Informe N° 534-97 del Alcalde Sr. A.Giuliani, Autorizando mediante Ley 1016-A el Uso de Desmenuzadores en la Ciudad. Sept. 1997.
58. Emerson Electric Canada Ltd. ISE Division: Civic Public Works: Los Desmenuzadores pueden ofrecer Alternativas para Rellenos Sanitarios. Canada, 1991.

59. Strutz W.F, P.E. de Emerson Electric Co. ISE Division: Comparación de Ciclos de Vida de cinco Sistemas de Ingeniería de Disposición de Residuos de Comidas. Universidad de Wisconsin, Abril 1998.
60. Anaheim International Inc. Centrifugadores de Desperdicios de Comida. California, EE.UU. 2001.
61. Anaheim International Inc. Respuestas de Alcaldes al Uso de Desmenuzadores en sus Municipios, EE.UU. 2001.
62. Gobierno de la Provincia de Buenos Aires: Estadísticas Territoriales y Poblacionales, Anuario 2000.
63. CEAMSE: Informes Estadísticos 1991, 2001.
64. Aguas Argentinas: Informes Estadísticos. 2001
65. Municipalidades del Conurbano Bonaerense: Datos Estadísticos, 2001.
66. CLIBA SA. Datos Estadísticos, 2001.
67. AEBA SA. Datos Estadísticos, 2001.
68. SOLURBAN SA: Datos Estadísticos, 2001.
69. ECOHABITAT SA: Datos Estadísticos, 2001.
70. INDEC, 2001.