

Escala nacional y estatal, para Jalisco,
Baja California y Ciudad de México.

INVENTARIO DE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS EN MÉXICO



residuoscop
manejo ambientalmente adecuado

Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos
con Contaminantes Orgánicos Persistentes en México.

El presente documento fue desarrollado para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**), con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (**PNUD**), y cofinanciamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (**GEF** por sus siglas en inglés), a través de la implementación del proyecto “Manejo ambientalmente adecuado de residuos con contaminantes orgánicos persistentes” y la consultoría ***“Desarrollo del inventario de generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en México, a escala nacional y estatal, así como los inventarios detallados para los estados de Jalisco, Baja California y Ciudad de México; calcular el balance de flujo de materia por categoría de producto para el volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados; y elaborar un análisis prospectivo Baja California y Ciudad de México”*** llevada a cabo por ADHOC Consultores Asociados, S.C.

Si desea más información sobre ésta y otras publicaciones del proyecto “Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Contaminantes Orgánicos Persistentes” (**ResiduosCOP**), diríjase a:

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental
Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas
Ejército Nacional 223, Piso 15, ala A
Colonia Anáhuac, Delegación Miguel Hidalgo
C.P. 11320, Ciudad de México, México.
Tel. +52(55) 5624 34 00

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

Montes Urales 440, Col. Lomas de Chapultepec,
Delegación Miguel Hidalgo
C.P. 11000, Ciudad de México, México.
Tel. +52(55) 4000 9701

http://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/operations/projects/environment_and_energy/e-waste-cops.html



@ResiduosCOPmx

www.residuoscop.org

Las opiniones, análisis y recomendaciones aquí expresadas, no reflejan necesariamente las opiniones del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, de su Junta Ejecutiva o de sus Estados miembros.

Citar como:

SEMARNAT, 2017. Inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en México. Escala nacional y estatal para Jalisco, Baja California, y Ciudad de México. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Proyecto #92723 “Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Contaminantes Orgánicos Persistentes” (**ResiduosCOP**). México.

CRÉDITOS

PNUD

Antonio Molpeceres

Coordinador Residente del Sistema de Naciones Unidas en México y Representante del PNUD en México

Katyna Argueta

Directora de País del PNUD en México

Edgar González

Director del Programa de Desarrollo Sustentable

Lucrecia Almaraz

Gerente de Desarrollo Sustentable

SEMARNAT

Rafael Pacchiano Alamán

Secretario de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Martha Garcíarivas Palmeros

Subsecretaria de Gestión para la Protección Ambiental

César Murillo Juárez

Director General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas

Unidad Coordinadora de Proyecto

Erick Felipe Jiménez Quiroz

Coordinador del Proyecto

Gabriela López Haro

Especialista Técnico

Mónica Jacqueline Hernández Jiménez

Asistente Técnico

Fátima López Solana

Especialista en Monitoreo y Evaluación

Guillermo López Escobedo

Administrador del Proyecto

Adhoc Consultores Asociados S.C.

Erendira Corral Zavala

Jefa de Proyecto

Aldo Piceno Román

Profesional 1

Isael Fierros González

Profesional 2

PRÓLOGO

Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (**RAEE**), en México y en el mundo, representan un problema en aumento. Todo dispositivo, aparato, equipo o los componentes que lo integran y que requieren de energía eléctrica para operar, es un potencial residuo que en caso de ser mal dispuesto o manejado inadecuadamente, puede provocar graves daños a la salud de la población y al medio ambiente.

Los distintos componentes que conforman a los equipos eléctricos y electrónicos (**AEE**) han requerido, para su funcionamiento, el empleo de sustancias que pueden representar potencial económico para ser revalorizado, una vez que se convierten en residuo; pero también se han empleado sustancias que representan un riesgo a la salud humana y al medio ambiente, debido a sus características de toxicidad.

Entre las sustancias valorizables se encuentran distintas clases de metales, como: oro, plata, aluminio, cobre, magnesio, y tierras raras. Por otro lado, las sustancias que presentan un riesgo son: plomo, cromo, mercurio, cadmio, berilio, arsénico, y compuestos bromados y clorados. Los compuestos bromados y clorados han sido clasificados por el Convenio de Estocolmo, como **Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP)**.

México es uno de los países que ha firmado y ratificado el Convenio de Estocolmo, comprometiéndose a cumplir con sus lineamientos de reducir, eliminar el uso de sustancias COP y prevenir sus emisiones al ambiente.

Por lo anterior, México requiere tener información confiable sobre el problema potencial que muestra la generación de **RAEE** en el país; con el objetivo de fomentar acciones que promuevan su prevención, disminución, y manejo ambientalmente adecuado.

En este sentido, México, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, ejecuta el proyecto ResiduosCOP, el cual es co-financiado con el **Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM)** o **GEF** por sus siglas en inglés), e implementado Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

RESUMEN EJECUTIVO

La creciente demanda de aparatos eléctricos y electrónicos en México, como a nivel mundial, trae consigo el aumento acelerado en la generación de residuos con características específicas, entre ellas, la presencia de **compuestos orgánicos persistentes (COP's)** en aparatos electrónicos. Sin embargo, previo a establecer estrategias para su manejo se requiere estimar la cantidad generada mediante la elaboración de un inventario actualizado de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (**RAEE**) en el país.

Como parte de las actividades del proyecto ***“Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Compuestos Orgánicos Persistentes en México” (ResiduosCOP)***, donde uno de sus componentes es reducir las emisiones y exposiciones a COP's a través de la ejecución de operaciones de manejo de residuos electrónicos y plaguicidas y con el fin de contribuir a la toma de decisiones y al establecimiento de estrategias para el manejo de **RAEE**, se desarrolló el presente documento, el cual busca establecer una nueva base sobre la estimación de la generación de **RAEE** a nivel nacional y en los tres estados de interés.

Para la integración del presente documento, se reunieron las experiencias tomadas de la literatura técnica y científica más reciente, así como de los inventarios realizados en México, a nivel nacional y para algunas regiones y entidades federativas. El estudio consistió en la ejecución de los siguientes pasos:

- Revisión de inventarios anteriores y literatura nacional e internacional de relevancia.
- Desarrollo de la guía metodológica, la cual incluyó la identificación de los aparatos eléctricos y electrónicos (**AEE**) considerados para el inventario, y se estableció como año base el 2015.
- Estimación de la generación de **RAEE** mediante la primera aproximación (a nivel nacional y una extrapolación para los estados de interés):
 - o Búsqueda de información relativa a la importación, exportación y producción de los **AEE** seleccionados, principalmente de la base de datos de la balanza comercial de **Secretaría de Economía (SE)**, en los Censos Económicos del **INEGI** y entre muchas otras fuentes de información.
 - o Cálculo del consumo nacional aparente ($\text{consumo} = \text{producción} + \text{importación} - \text{exportación}$).
 - o Estimación de la generación de residuos en unidades de masa, al convertir el consumo nacional aparente utilizando pesos promedio por equipo y multiplicándolo por la función de Weibull (probabilidad de fallo).

Para el cálculo a nivel estatal, se interpoló el consumo nacional aparente de los tres estados piloto utilizando como referencia el número de viviendas con televisor registradas en cada entidad federativa y realizando los mismos pasos previamente descritos para el cálculo a nivel nacional.

- Estimación de la generación a través de la segunda aproximación (resultados de las encuestas en los tres estados de interés y proyección a nivel nacional):

- o Extrapolación del número de dispositivos obtenidos de las encuestas a los hogares de cada estado piloto utilizando como referencia el número de viviendas con televisor. Para el caso de las encuestas a empresas, la extrapolación se realizó utilizando el número de unidades económicas de la industria manufacturera para cada estado.
- o Se obtuvieron tres estimaciones de residuos de esta segunda aproximación: 1.a) utilizando la extrapolación de dispositivos y la vida media (resultado de las encuestas), 1.b) con la extrapolación de dispositivos y sumando únicamente los equipos en desuso y 2.a) utilizando los valores de la extrapolación del consumo aparente de la primera aproximación y la tasa de desecho de cada equipo (resultado de las encuestas).

Para el cálculo de la generación a nivel nacional, se extrapoló la cantidad de residuos estimada en los tres estados con base en el número de viviendas con televisor y en el caso de las empresas, se realizó el mismo análisis, pero utilizando las unidades económicas de la industria manufacturera a nivel nacional como referencia.

- Estimación final del inventario de residuos eléctricos y electrónicos, tras discutir los resultados obtenidos en las dos metodologías anteriores y comparar críticamente los resultados correspondientes a cada una de ellas, se procedió a la realización de la tercera aproximación.

De la primera aproximación se estimó que en 2015 a nivel nacional se generaron un total de 1,097.03 kt de **RAEE**, de los cuales, 204.26 kt (18.62%) corresponden a la generación en los estados piloto; donde la Ciudad de México, Jalisco y Baja California representaron el 9.42%, 5.92% y 3.28% respectivamente. Del total nacional, “equipos de regulación de temperatura” es la categoría con mayor representación (43.8%) con 480.81 kt e incluye los congeladores, refrigeradores y aires acondicionados; mientras que el segundo sitio, lo tiene la categoría de “pantallas” (incluye los monitores con tubos de rayos catódicos, televisores y pantallas de cristal líquido y plasma), con 389.66 kt (35.5%).

Por su parte, de la segunda aproximación se obtuvieron tres valores diferentes considerando las tres estimaciones que se describieron previamente. La Tabla siguiente resumen estos datos, sin embargo, el rango obtenido fue de 109.77 kt a 399.94 kt para los estados piloto.

¹Pesos promedio indicados por la UNU en el documento E-waste statistics 2015.

Resultados de la segunda aproximación en los estados piloto y a nivel nacional

No.	Estimación utilizada	Generación de residuos (kt)				
		Baja California	Ciudad de México	Jalisco	Estados piloto	Nacional
1.a	Extrapolación del total de dispositivos de 2015 y vida útil obtenidos de las encuestas	56.36	111.46	76.57	244.39	1,310.52
1.b	Extrapolación del total de dispositivos de 2015 obtenido de las encuestas (equipos en desuso)	*19.38	57.79	32.60	109.77	817.83
2.a	Consumo aparente teórico acumulado en el periodo 2006-2015 y tasa de desecho (obtenido de las encuestas a hogares)	44.56	245.38	110.00	399.94	2,460.25

En términos generales, se observa que la generación potencial de residuos es, en todos los casos, mayor para la Ciudad de México, seguida de Jalisco y en tercer sitio en el estado de Baja California. Con respecto a la estimación a nivel nacional, el rango de generación obtenido fue de 817.83 kt a 2,460.25 kt con esta aproximación.

Una vez obtenido estos valores, se realizó un análisis de ambas metodologías, identificándose las limitantes y ventajas de cada una, observándose también que, de la segunda aproximación, la estimación 1.a (1,310.52 kt) se refiere al valor más cercano al resultado de la primera (1,097.03 kt). El total de 1,310.52 kt se divide en 293.72kt generadas por las empresas y 1,1016.79 kt por los hogares, sin embargo, para este valor (las toneladas generadas por los hogares) se plantearon dos nuevos escenarios, además se incluyó en el total un porcentaje adicional por la generación del sector público. Una vez incluidas estas consideraciones, se obtuvo los resultados finales, es decir, uno por cada escenario; 1,247.78 kt y 965.62 kt.

²El primer escenario, del total estimado para los hogares se restó el porcentaje de aparatos que reportaron los encuestados que mantienen almacenados y el segundo, además del porcentaje de almacenamiento el de donación.

Se ha estimado...

**El inventario
nacional de RAEE
en 1,103.57 kt.**

**Que es el equivalente al promedio de los tres
valores considererados para la generación de
RAEE a nivel nacional:**

- a) 965 kt.
- b) 1,097.03 kt.
- c) 1,247.78 kt.



Con respecto a los tres estados piloto, también se incluyó la generación de residuos del sector público, de este modo, los resultados considerados como finales son, para la **Ciudad de México de 117.55 kt**, para **Jalisco de 82.07 kt** y para **Baja California de 58.6 kt**.

De este rango estimado a nivel nacional, se estima que existe 65.12% de material con potencial económico, es decir, entre 622,980 y 812,592 toneladas, mientras que el 5.99% debe ser separado y manejado adecuadamente como un residuo peligroso debido a los componentes tóxicos que incluye, es decir, entre 57,315 y 74,760 toneladas. El 28.89% restante se refiere a materiales que actualmente no son aprovechados, tales como: cerámicos, fibras y otros tipos de plásticos no valorizables.



Finalmente, utilizando como base el promedio de generación a nivel nacional, es decir, 1,103.47 kt y las tasas de crecimiento obtenidas del análisis prospectivo, se estima una generación de **1,211.58 kt para 2021**, mientras que en **2026 de 1,353.71 kt**.

Los resultados aquí presentados sobre la generación de **RAEE** a nivel nacional son congruentes con las 958 kt propuestas para México en el documento *"The Global E-waste monitor 2014, Quantities, flows and resources"*, cuyo año base es tan solo un año anterior, es decir 2014, al año base del presente inventario.

Finalmente, es relevante decir que un inventario de **RAEE** confiable y actualizado, aportará información útil para dimensionar las necesidades para su gestión. Posteriormente permitirá evaluar el impacto de la implementación de Planes de Manejo piloto en los diferentes estados en términos ambientales, económicos y sociales.



ÍNDICE GENERAL

Resumen ejecutivo

1. Introducción

2. Objetivo y justificación

2.1. Objetivos

2.2. Justificación

3. Contexto demográfico y económico como determinante de la generación de residuos electrónicos en México

3.1. Factores demográficos

3.1.1. Nivel nacional

3.1.1.1. Proyección de la población a nivel nacional: 2016-2030

3.1.1.2. Proyección de población mexicana por grupo quinquenal de edad: 2016-2030

3.1.1.3. Proyecciones sobre dimensión de los hogares en México: 2016-2030

3.1.2. Estados piloto

3.1.2.1. Baja California

3.1.2.2. Ciudad de México

3.1.2.3. Jalisco

3.2 Contexto económico

3.2.1 Nivel nacional

3.2.2 Estados piloto

4. Guía metodológica

4.1 Definición de línea base

4.1.1. Supuesto teórico para el desarrollo del inventario

4.1.2. Límites geográficos o área de estudio

4.1.3. Residuos a desarrollar en el inventario

4.1.4. Temporalidad

4.1.5. Verificación de información mediante encuestas

4.1.6. Tamaño del universo

4.1.7. Tamaño de muestra en las encuestas

4.1.8. Precisión requerida

4.2. Acopio de información

4.2.1. Fuentes Oficiales

4.2.2. Fuentes bibliográficas; estimaciones y proyecciones desde otros países

4.2.3. Encuestas

4.3. Primera aproximación a nivel país para el inventario y los estados piloto

4.3.1. Determinación del número de dispositivos a nivel nacional

4.3.2. Cálculo de masa

4.3.3. Duración de Vida (Distribución de Weibull)

4.3.4. Resultado de los cálculos a nivel nacional y estados piloto

4.4. Segunda aproximación del inventario en los estados por medio de encuestas

4.4.1. Determinación del número de dispositivos en los estados piloto

4.4.2. Cálculo de masa

4.4.3. Vida media

4.4.4. Tasa de desecho

4.4.5. Resultado de los cálculos a nivel nacional y estados piloto

4.5. Aproximación del inventario total

4.6. Análisis prospectivo

4.6.1. Revisión de las metodologías empleadas en la prospección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

4.6.1.1. Los modelos de series de tiempo

4.6.1.2. Los modelos de variable limitada (no lineales)

4.6.1.3. Los modelos de corte transversal

4.6.2. La función de demanda teórica del consumo de aparatos eléctricos y electrónicos en México

4.6.3. Descripción de la metodología empleada en la prospección nacional

4.6.3.1. Fuentes de información

4.6.4. Metodología empleada en la construcción de base de datos

4.6.4.1. Metodología empleada en la generación del modelo econométrico y la prospección a cinco y 10 años

4.6.4.2. Supuestos utilizados en la metodología

4.6.5. Modelo empírico empleado para determinar el consumo de aparatos electrónicos en México

4.6.5.1. La variable dependiente

4.6.5.2. Las variables independientes

4.6.6. Limitaciones de la estimación

4.6.7. Metodología y datos empleados para el análisis prospectivo en los tres estados piloto

4.6.7.1. Metodología y datos empleados

4.6.7.2. Supuestos utilizados en la metodología para los tres estados piloto

4.6.7.3. Limitaciones de la prospección para los tres estados piloto

4.7. Análisis de las fuentes de información

4.7.1. Valores de producción nacional

4.7.2. Valores de importación y exportación

5. Estimación del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel nacional

5.1. Primera aproximación de la generación de residuos

5.1.1. Valores de producción nacional

5.1.2. Valores de importación y exportación

5.1.2.1. Importación de productos electrónicos

5.1.2.2. Exportación de productos electrónicos

5.1.3. Consumo/uso de productos electrónicos

5.1.4. Probabilidad de fallo

5.1.5. Resultados de la primera aproximación (nacional)

5.2. Segunda aproximación de la generación de residuos

6. Estimación del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para los estados de Jalisco, Baja California y Ciudad de México

6.1. Primera aproximación de la generación de residuos

6.1.1. Consumo aparente (fuentes oficiales) de dispositivos electrónicos en los estados piloto

6.1.2. Estimación de la generación (fuentes oficiales) en los estados piloto

6.1.2.1. Ciudad de México

6.1.2.2. Jalisco

6.1.2.3. Baja California

6.1.3. Resultados de la primera aproximación (estados piloto)

6.2. Segunda aproximación de la generación de residuos

6.2.1. Resultados de las encuestas y estimación de la generación (vida útil) en los estados piloto

6.2.1.1. Ciudad de México

6.2.1.2. Jalisco

6.2.1.3. Baja California

6.2.2. Estimación de la generación (encuestas-tasa de desecho) en los estados piloto

6.2.2.1. Ciudad de México

6.2.2.2. Jalisco

6.2.2.3. Baja California

6.2.2.4. Resultados en los tres estados piloto

6.2.3. Comparación de las estimaciones realizadas en los estados piloto

7. Estimación final del inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

7.1. Estimación de la generación de RAEE a nivel nacional

7.2. Estimación de la generación de RAEE en los estados piloto

8. Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel estatal respecto a la media nacional (total y per cápita)

9. Análisis prospectivo sobre la generación del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel nacional

9.1. Determinantes del consumo de AEE en México: identificación de variables estratégicas

9.2. Prospección de la generación de residuos a cinco y diez años

9.2.1. Prospección de la generación de residuos a cinco y diez años en el plano nacional

9.2.2. Prospección de la generación de residuos a cinco y diez años por hogar

9.2.3. Prospección de la generación de residuos a cinco y diez años per cápita

9.3. Consideraciones de las proyecciones económicas del modelo a nivel nacional

9.3.1. Proyecciones sobre ingreso disponible de los hogares en México: 2016-2030

9.3.2. Proyecciones sobre el acceso al crédito de los hogares en México: 2016-2030

9.3.3. Proyecciones sobre el acceso al Internet de los hogares en México: 2016-2030

10. Análisis prospectivo sobre la generación del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para los estados de Jalisco, Baja California y Ciudad de México

10.1. Prospección de la población cinco y diez años: Baja California, Jalisco y Ciudad de México

10.1.1. Baja California

10.1.2. Jalisco

10.1.3. Ciudad de México

- 10.2. Prospección del volumen de residuos eléctricos y electrónicos a generarse a cinco y diez años: Baja California, Ciudad de México y Jalisco
 - 10.2.1. Baja California
 - 10.2.2. Jalisco
 - 10.2.3. Ciudad de México
- 10.3. Participación de los RAEE de los estados muestra respecto al total nacional
- 11. Factores de generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a escala nacional y estatal
 - 11.1. Consumo de equipos
 - 11.2. Factores de generación
- 12. Composición del inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por categoría de producto
 - 12.1. Supuestos para determinar la composición del inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
 - 12.2. Composición del inventario nacional
 - 12.3. Composición del inventario de RAEE en los estados piloto
- 13. Balance de flujo de materia
 - 13.1. Supuestos para calcular el balance del flujo de materia
 - 13.2. Flujo de materia para el inventario nacional
 - 13.3. Flujo de materia para el inventario en los estados piloto
- 14. Comparación internacional del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados en México respecto a países con economías similares y validación de resultados
- 15. Consideraciones finales
- 16. Bibliografía y referencias
- 17. Anexos
 - a. Anexo 1. Formato de encuesta a hogares
 - b. Anexo 2. Formato de encuesta para empresas

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1.** Población total del país y por estado para 2015
- Tabla 2.** Población total y grupos quinquenales de edad según sexo
- Tabla 3.** Población total en los estados de Baja California, Ciudad de México y Jalisco del 2015
- Tabla 4.** Tasa de crecimiento promedio anual de la población 2000-2010 y 2010-2015
- Tabla 5.** Población total en Baja California y porcentajes por dos grupos de edad, según sexo
- Tabla 6.** Población total en la Ciudad de México y porcentajes por dos grupos de edad, según sexo
- Tabla 7.** Población total en Jalisco y porcentajes por dos grupos de edad, según sexo
- Tabla 8.** Variación porcentual anual del Producto Interno Bruto, 2015
- Tabla 9.** Resultados en la generación de residuos electrónicos en los diagnósticos realizados en el país de acuerdo a su metodología de estimación
- Tabla 10.** Línea base de categorías y dispositivos de AEE
- Tabla 11.** Principales estadísticas descriptivas de los estados a encuestar
- Tabla 12.** Muestra por estado para la encuesta a hogares
- Tabla 13.** Lista de fuentes de información oficial (actores clave)
- Tabla 14.** Lista de fuentes bibliográficas; estimaciones y proyecciones desde otros países
- Tabla 15.** Tabla masa promedio (Kg/Unidad) EU-28
- Tabla 16.** Categorías utilizadas en las encuestas para la clasificación de los equipos
- Tabla 17.** Variables sociodemográficas
- Tabla 18.** Variables económicas
- Tabla 19.** Variables regionales y acceso a las TIC
- Tabla 20.** Variables de política pública
- Tabla 21.** Variables incluidas en la versión final de la modelación econométrica
- Tabla 22.** Modificación del listado de aparatos electrónicos
- Tabla 23.** Masa promedio (kg/unidad) EU-28
- Tabla 24.** Volumen anual nacional de producción (Kilotoneladas (kt))
- Tabla 25.** Volumen anual nacional de importación (kilotoneladas (kt))
- Tabla 26.** Volumen anual nacional de exportación (kilotoneladas (kt))
- Tabla 27.** Consideraciones adicionales para el cálculo del consumo aparente
- Tabla 28.** Matriz de importación, exportación, producción y consumo (kilotoneladas (kt)), periodo 2006-2008 (1)
- Tabla 29.** Continuación de la Tabla 28, periodo 2009-2011 (2)
- Tabla 30.** Continuación de la Tabla 28, periodo 2012-2014 (3)
- Tabla 31.** Continuación de la Tabla 28, 2015 (4)
- Tabla 32.** Resumen del consumo nacional aparente durante el periodo 2006-2015
- Tabla 33.** Determinación de la probabilidad de fallo para cada residuo
- Tabla 34.** Consumo aparente proyectado para cuatro dispositivos (kt)
- Tabla 35.** Estimación total de la generación de residuos para 2015 (1)
- Tabla 36.** Estimación total de la generación de residuos para 2015 (2)
- Tabla 37.** Estimación total de la generación de residuos para 2015 (3)
- Tabla 38.** Estimación total de la generación de residuos para 2015 (4)

Tabla 39. Estimación total de la generación de residuos para 2015 (5)

Tabla 40. Estimación de la generación de residuos a nivel nacional

Tabla 41. Indicador de viviendas particulares que cuentan con televisor en los estados piloto

Tabla 42. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2001 y 2002

Tabla 43. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2003 y 2004

Tabla 44. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2005 y 2006

Tabla 45. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2007 y 2008

Tabla 46. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2009 y 2010

Tabla 47. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2011 y 2012

Tabla 48. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2013 y 2014

Tabla 49. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2015

Tabla 50. Estimación total de la generación de residuos del 2015, Ciudad de México (1)

Tabla 51. Continuación de la Tabla 50, Ciudad de México (2)

Tabla 52. Continuación de la Tabla 50, Ciudad de México (3)

Tabla 53. Continuación de la Tabla 50, Ciudad de México (4)

Tabla 54. Estimación total de la generación de residuos del 2015, Jalisco (1)

Tabla 55. Continuación Tabla 54, Jalisco (2)

Tabla 56. Continuación Tabla 54, Jalisco (3)

Tabla 57. Estimación total de la generación de residuos del 2015, Baja California (1)

Tabla 58. Continuación Tabla 57, Baja California (2)

Tabla 59. Continuación Tabla 57, Baja California (3)

Tabla 60. Continuación Tabla 57, Baja California (4)

Tabla 61. Generación total de RAEE de los estados piloto para 2015

Tabla 62. Resultados de las encuestas en hogares de la CDMX de equipos en uso y desuso según la clasificación propuesta

Tabla 63. Número de aparatos y equipos electrónicos por cada mil hogares en la Ciudad de México

Tabla 64. Resultado de las encuestas en hogares en la CDMX- destino final de equipos en desuso

Tabla 65. Resultado de las encuestas en hogares en la CDMX- tiempo de reemplazo de los equipos por clasificación

Tabla 66. Resultados de las encuestas en empresas en la CDMX de equipos en uso y desuso según la clasificación propuesta

Tabla 67. Resultado de las encuestas en empresas en la CDMX- destino final de equipos en desuso

Tabla 68. Consumo de AEE's en la Ciudad de México basado en encuesta a hogares

Tabla 69. Generación potencial de residuos en hogares de la Ciudad de México

Tabla 70. Consumo de AEE's en la Ciudad de México basado en encuesta a empresas

Tabla 71. Generación potencial de RAEE en empresas de la Ciudad de México

Tabla 72. Generación total de RAEE en la Ciudad de México para 2015 161

Tabla 73. Consumo de equipos por estrato socioeconómico en la Ciudad de México (piezas)

Tabla 74. Resultados de las encuestas en hogares de Jalisco de equipos en uso y desuso según la clasificación propuesta

Tabla 75. Número de aparatos y equipos electrónicos por cada mil hogares en Jalisco

Tabla 76. Resultado de las encuestas en hogares en Jalisco - destino final de equipos en desuso

Tabla 77. Resultado de las encuestas en hogares en Jalisco- tiempo de reemplazo de los equipos por clasificación

Tabla 78. Resultado de las encuestas en empresas en Jalisco- destino final de equipos en desuso

Tabla 79. Consumo de AEE's en Jalisco basado en encuesta a hogares

Tabla 80. Generación potencial de residuos en hogares de Jalisco

Tabla 81. Consumo de AEE's en Jalisco basado en encuestas a empresas

Tabla 82. Generación potencial de residuos en empresas de Jalisco

Tabla 83. Generación total de RAEE en la Jalisco para 2015

Tabla 84. Consumo de equipos por estrato socioeconómico en Jalisco (piezas)

Tabla 85. Resultados de las encuestas en hogares de Baja California de equipos en uso

Tabla 86. Número de aparatos y equipos electrónicos por cada mil hogares en Baja

Tabla 87. Resultados de las encuestas en hogares en Baja California

Tabla 88. Resultado de las encuestas en hogares en Baja California- tiempo de reemplazo de los equipos por clasificación

Tabla 89. Consumo de AEE's en Baja California basado en encuesta a hogares

Tabla 90. Generación potencial de residuos en hogares de Baja California

Tabla 91. Generación potencial de residuos en empresas de Baja California

Tabla 92. Generación total de RAEE en Baja California para 2015

Tabla 93. Consumo de equipos por estrato socioeconómico en Baja California (piezas)

Tabla 94. Porcentaje de equipos en uso y desuso reportados en las encuestas de los tres estados piloto

Tabla 95. Destino final de los equipos en desuso reportado en las encuestas de los tres estados piloto

Tabla 96. Promedio de los porcentajes del destino final de los equipos por clasificación

Tabla 97. Tiempo de reemplazo (años) en los tres estados piloto

Tabla 98. Estimación de la tasa de desecho de los estados piloto con base en los resultados de las encuestas

Tabla 99. Generación de residuos durante el periodo 2006 a 2015 considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, CDMX

Tabla 100. Generación de residuos del 2015, considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, CDMX

Tabla 101. Generación de residuos del periodo 2006 a 2015 considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, estado de Jalisco

Tabla 102. Generación de residuos del 2015, considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, Jalisco

Tabla 103. Generación de residuos del periodo 2006 a 2015 considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, estado de Baja California

Tabla 104. Generación de residuos del 2015, considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, Baja California

Tabla 105. Generación de residuos del periodo 2006 a 2015 considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos para los tres estados piloto

Tabla 106. Generación de residuos del 2015, considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos para los tres estados piloto

Tabla 107. Comparativo de las tres estimaciones realizadas para los estados piloto

Tabla 108. Resultados obtenidos de las dos primeras aproximaciones de la generación de RAEE a nivel nacional

Tabla 109. Resultados de generación considerando los escenarios propuestos para el total generado en hogares

Tabla 110. Resultados finales a nivel nacional para la segunda aproximación

Tabla 111. Generación de RAEE a nivel nacional para 2015

Tabla 112. Generación final de RAEE a nivel nacional por dispositivo

Tabla 113. Generación final de RAEE por estado piloto

Tabla 114. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2021

Tabla 115. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (cont.)-2017

Tabla 116. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (cont.)-2018

Tabla 117. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (cont.)-2019

Tabla 118. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (cont.)-2020

Tabla 119. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (cont.)-2021

Tabla 120. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (cont.)-2022

Tabla 121. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (cont.)-2023

Tabla 122. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (cont.)-2024

Tabla 123. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (cont.)-2025

Tabla 124. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (cont.)-2026

Tabla 125. Resumen de las proyecciones nacionales de RAEE: 2016-2026 (1)

Tabla 126. Resumen de las proyecciones nacionales de RAEE: 2016-2026 (2)

Tabla 127. Tasas de crecimiento anual de la población y de los RAEE

Tabla 128. Generación de RAEE del periodo prospectivo incluyendo hogares, sector público y empresas

Tabla 129. Prospección de la generación de RAEE por hogar: 2021 y 2026

Tabla 130. Prospección de la generación de RAEE per cápita: 2021 y 2026

Tabla 131. Prospección de la generación de RAEE de los estados de Baja California, Jalisco y Ciudad de México: 2016-2026

Tabla 132. Participación de los RAEE de los estados muestra en el nacional

Tabla 133. Número de equipos por cada 1,000 hogares del estrato socioeconómico Bajo

Tabla 134. Número de equipos por cada 1,000 hogares del estrato socioeconómico Medio

Tabla 135. Número de equipos por cada 1,000 hogares del estrato socioeconómico Alto

Tabla 136. Promedio del número de equipos por cada mil hogares para los tres estados piloto

Tabla 137. Tasas de desecho por estado piloto y promedio

Tabla 138. Supuestos utilizados para estimar la composición del inventario

Tabla 139. Composición del inventario de RAEE a nivel nacional

Tabla 140. Composición del inventario de RAEE en los estados piloto

Tabla 141. Estimación de generación de RAEE en países del continente americano, 2014

Tabla 142. Proyección de la generación de RAEE a cinco y diez años

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proyecciones de la población total en México 2016 – 2030

Figura 2. Pirámide Poblacional 2015

Figura 3. Evolución de la población, según grupo quinquenal: 2016, 2021 y 2026

Figura 4. Proyecciones sobre el número de hogares en México: 2016 – 2030

Figura 5. Proyecciones del tamaño promedio de los hogares en México: 2016 – 2030

Figura 6. Esquema de metodología para desarrollo de inventario de RAEE

Figura 7. Esquema de metodología para desarrollo de inventario con aproximaciones

Figura 8. Estimación del consumo nacional aparente

Figura 9. Duración de diferentes productos basados en la distribución de Weibull

Figura 10. Metodología implementada para la obtención de la información de producción

Figura 11. Evolución del volumen de producción de aparatos eléctricos y electrónicos seleccionados

Figura 12. Metodología implementada para la obtención de la información de importación y exportación

Figura 13. Distribución porcentual de la importación nacional de aparatos electrónicos por categoría, (kilotoneladas)

Figura 14. Evolución del volumen de importación de aparatos eléctricos y electrónicos seleccionados

Figura 15. Distribución porcentual de la exportación nacional de aparatos eléctricos y electrónicos por categoría, (kilotoneladas)

Figura 16. Evolución del volumen de exportación de aparatos eléctricos y electrónicos seleccionados

Figura 17. Distribución porcentual del consumo nacional aparente estimado, (kilotoneladas)

Figura 18. Evolución del volumen del consumo nacional aparente de aparatos electrónicos seleccionados

Figura 19. Distribución porcentual de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por categoría durante el periodo de estudio (kilotoneladas)

Figura 20. Distribución porcentual del consumo aparente de aparatos eléctricos y electrónicos

Figura 21. Distribución porcentual de la generación de residuos electrónicos y eléctricos por categoría en 2015, Ciudad de México

Figura 22. Distribución porcentual de la generación de residuos electrónicos y eléctricos por categoría en 2015, Jalisco

Figura 23. Distribución porcentual de la generación de residuos electrónicos y eléctricos por categoría en 2015, Baja California

Figura 24. Distribución porcentual de la generación total de residuos electrónicos y eléctricos por categoría, de los tres estados piloto para 2015

Figura 25. Generación total de RAEE en estados piloto con respecto al generado a nivel nacional

Figura 26. Representación porcentual del consumo de AEE's en la CDMX, de acuerdo a encuesta en hogares

Figura 27. Resultados de las encuestas en hogares en la CDMX de equipos en uso y desuso según su clasificación

Figura 28. Número de equipos por cada mil hogares de acuerdo al estrato socioeconómico, en la Ciudad de México

Figura 29. Destino de los equipos eléctricos y electrónicos en desuso en la CDMX

Figura 30. Destino de los equipos en desuso por estrato socioeconómico, CDMX

Figura 31. Representación porcentual del consumo de AEE's en la CDMX, de acuerdo a encuesta en empresas

Figura 32. Distribución porcentual de la generación total de RAEE en la Ciudad de México para 2015

Figura 33. Consumo de equipos por estrato (%) en la CDMX

Figura 34. Porcentaje de variables de reemplazo de AEE's en la Ciudad de México

Figura 35. Variables de reemplazo de AEE's en la Ciudad de México

Figura 36. Representación porcentual de AEE's en Jalisco, de acuerdo a encuesta en hogares

Figura 37. Resultados de las encuestas en hogares en Jalisco de equipos en uso y desuso según su clasificación

Figura 38. Número de equipos por cada mil hogares de acuerdo al estrato socioeconómico, en Jalisco

Figura 39. Destino de los equipos eléctricos y electrónicos en desuso en hogares de Jalisco

Figura 40. Destino de los equipos en desuso por estrato socioeconómico, Jalisco

Figura 41. Representación porcentual del consumo de AEE's en Jalisco, de acuerdo a encuesta en empresas

Figura 42. Distribución porcentual de la generación total de RAEE en Jalisco para 2015

Figura 43. Consumo de equipos por estrato en Jalisco

Figura 44. Porcentaje de variables de reemplazo de AEE's en Jalisco

Figura 45. Variables de reemplazo de AEE's en Jalisco

Figura 46. Representación porcentual de AEE's en Baja California, de acuerdo a encuesta en hogares

Figura 47. Resultados de las encuestas en hogares en Baja California de equipos en uso y desuso según su categoría

Figura 48. Número de equipos por cada mil hogares de acuerdo al estrato socioeconómico, en Jalisco

Figura 49. Destino de los equipos eléctricos y electrónicos en desuso en hogares en Baja California

Figura 50. Destino de los equipos en desuso por estrato socioeconómico, Baja California

Figura 51. Distribución porcentual de la generación total de RAEE en Baja California para 2015

Figura 52. Consumo de equipos por estrato en Baja California

Figura 53. Porcentaje de variables de reemplazo de AEE's en Baja California

Figura 54. Variables de reemplazo de AEE's en Baja California

Figura 55. Distribución porcentual de la generación de RAEE en México

Figura 56. Tasas de crecimiento anual de la población y de los RAEE

Figura 57. Prospección de la generación de RAEE a nivel nacional (kt)

Figura 58. Prospección de la generación de RAEE por hogar: 2021 y 2026

Figura 59. Prospección de la generación de RAEE per cápita: 2021 y 2026

Figura 60. Proyecciones del ingreso disponible en México
(miles de pesos anuales): 2016 - 2030

Figura 61. Proyecciones de personas de 15 años y más con acceso a crédito
(porcentaje): 2016 - 2030

Figura 62. Proyecciones del Acceso a Internet de los hogares de México: 2016-2030

Figura 63. Proyecciones de la población (a mitad del año) 2016 - 2030: Baja California

Figura 64. Proyecciones de la población (a mitad del año) 2016 - 2030: Jalisco

Figura 65. Proyecciones de la población (a mitad del año) 2016 - 2030: Ciudad de México

Figura 66. Proyecciones de los RAEE (kt) 2016 - 2026: Baja California

Figura 67. Proyecciones de los RAEE (kt) 2016 - 2026: Jalisco

Figura 68. Proyecciones de los RAEE (kt) 2016 - 2026: Ciudad de México

Figura 69. Participación de la generación de RAEE de los estados muestra respecto al total nacional

Figura 70. Promedio del número de equipos por cada mil hogares para cada estrato socioeconómico

Figura 71. Promedio del número de equipos por cada mil hogares para los tres estados piloto

Figura 72. Diagrama de flujo de materia de la generación de RAEE a nivel nacional

Figura 73. Diagrama de flujo de materia de la generación de RAEE en los estados piloto

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ABS	Acrilonitrilo butadieno estireno
AEE	Aparatos eléctricos y electrónicos
AMM	Área Metropolitana de Monterrey
BANXICO	Banco de México
BC	Baja California
DOF	Diario Oficial de la Federación
CANIETI	Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la información
CANACINTRA	Asociación de Maquiladoras, la Cámara Nacional de la Industria de Transformación
CANAME	Cámara Nacional de Manufactura Eléctricas
CFC	Clorofluorocarbonos
CONAPO	Consejo Nacional de Población
COP	Contaminantes Orgánicos Persistentes
CDMX	Ciudad de México
ENIGH	Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares
HC	Hidrocarburos
HCFC	Hidroclorofluorocarburos
HFC	Hidroclorofluorocarbonos
IFT	Instituto Federal de Telecomunicaciones
INECC	Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Kg	Kilogramos
Kg/hab	kilogramo por habitante
Kt	Kilotonelada
LGPGIR	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PC	Policarbonato
PCB	Policlorobifenilos
PP	Polipropileno
PROFECO	Procuraduría Federal del Consumidor
PS	Poliestireno
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
SE	Secretaría de Economía
SEDEMA	Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México
SEMADET	Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial de Jalisco
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIAMI	Sistema de Información Arancelaria Vía Internet
SICE	Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica
SPA	Protección al Ambiente de Baja California
Ton	Tonelada
UNU	Universidad de las Naciones Unidas (United Nations University)
USD	Dólares americanos
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México



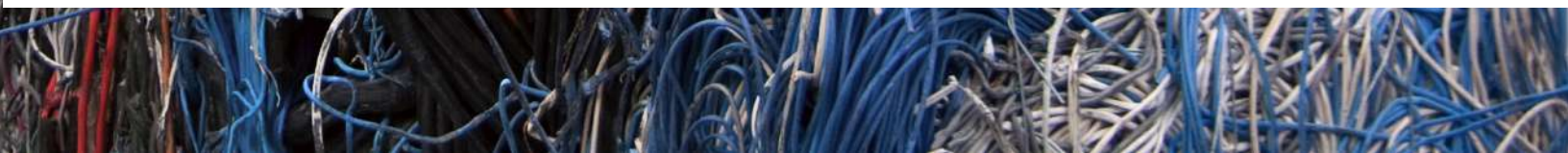


1. Introducción

La rápida generación de **Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)** en México es dinámica, compleja y requiere la existencia de un inventario confiable y actualizado que permita ponderar su magnitud para la toma de decisiones informadas y basadas en evidencia, además de desarrollar e implementar estrategias adecuadas para su gestión. En este inventario, se reúnen las experiencias tomadas de la literatura técnica y científica más actualizada, así como de los inventarios realizados en México, a nivel nacional y para algunas regiones y entidades federativas. La metodología propuesta para este estudio se considera que dará como resultado una mejor aproximación a las cantidades reales.

Adicionalmente, el estudio incluye una guía metodológica que describe a detalle el procedimiento para desarrollar el inventario de generación de **RAEE** en México a escala nacional y estatal, además de los resultados obtenidos; este último se refiere a las proyecciones sobre la generación que se realizaron para el 2021 y 2026.

Un inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos confiable y actualizado, aportará información relevante para dimensionar las necesidades requeridas para su gestión. Posteriormente permitirá evaluar el impacto de la implementación de Planes de Manejo u otros instrumentos de política pública en los estados piloto, en términos ambientales, económicos y sociales.







2. Objetivo y justificación

2.1. Objetivos

Objetivo general

“Contar con el inventario de generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en México a escala nacional y estatal, y detallado para los estados de Jalisco, Baja California y Ciudad de México; conocer el balance de flujo de materia por categoría de producto para el volumen de residuos electrónicos generados, y con el análisis prospectivo”.

Asimismo, los objetivos particulares se refieren a lo siguiente:

1. Elaborar la Guía Metodológica para desarrollar el inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, considerando dentro de ésta el análisis de los inventarios de residuos electrónicos existentes en México y los ajustes metodológicos necesarios.
2. Realizar estimaciones del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados a escala nacional y estatal (Jalisco, Baja California y Ciudad de México), composición del inventario por tipo de equipo y estimaciones del balance de flujo de materia.
3. Realizar el análisis prospectivo relacionado con la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a cinco y 10 años.

2.2. Justificación

En el marco del proyecto *“Manejo Ambientalmente Adecuado de Residuos con Compuestos Orgánicos Persistentes en México” (ResiduosCOP)*, el cual tiene por objetivo minimizar los impactos a la salud y al ambiente mediante un manejo adecuado de químicos, así como reducir las emisiones y exposiciones a COP's a través de la ejecución de operaciones de manejo de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y plaguicidas; y busca establecer una nueva base sobre la estimación de la generación de **RAEE** a nivel nacional y en los tres estados de interés.

GALLINA
CHICA

Fes 16-17
FP0093415
L016-0556
People net
Cable negro 40 10/18
Orc. 14, 18, 10 580...

VIAKON



3. Contexto demográfico y económico como determinante de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en México

3.1. Factores demográficos

La estructura social y económica de cualquier país puede brindar una perspectiva general de la administración, gestión e implicaciones de la producción y el consumo de dicha economía. Asimismo, la forma y manera de cómo está compuesta dicha estructura es muy relevante para cualquier desarrollo de modelo estadístico o económico; ya que éstos contienen criterios y/o variables fundamentales y relevantes que tratarán de explicar lo planteado en el marco conceptual de cualquier estudio de investigación, así como las pautas de hacia qué tipo y cuáles decisiones deben tomarse en términos de política económica, o al menos analizarse y considerarse.

Por lo anterior, en esta sección, se describen a grandes rasgos los aspectos demográficos y económicos de México, así como las proyecciones realizadas sobre determinadas variables, a nivel nacional y de los tres estados piloto, objeto de interés del presente estudio.



3.1.1. Nivel nacional

En México, de acuerdo a la Encuesta Intercensal de 2015, realizada por el **Instituto Nacional de Estadística y Geográfica (INEGI)**, se contaron 119 millones 530 mil 753 habitantes, de los cuales 58,056,133 (48.6%) son de sexo masculino y 61,474,620 (51.40%) femenino, es decir, que por cada 100 mujeres hay 94 hombres.

Los estados con mayor número de habitantes son: Estado de México que cuenta con 16 millones 187 mil 608 habitantes, **Ciudad de México (CDMX)** con 8 millones 918 mil 653, y Veracruz de Ignacio de la Llave con poco menos que la CDMX (8 millones 112 mil 505). En la siguiente **Tabla 1** se puede observar la población total nacional y por entidad federativa, así como su participación respecto al total en el país.

Tabla 1. Población total del país y por estado para 2015

Entidad federativa	Población total (2015)	Porcentaje (respecto a la población total)
Estados Unidos Mexicanos	119,530,753	100
Aguascalientes	1,312,544	1.1
Baja California	3,315,766	2.8
Baja California Sur	712,029	0.6
Campeche	899,931	0.8
Coahuila de Zaragoza	2,954,915	2.5
Colima	711,235	0.6
Chiapas	5,217,908	4.4
Chihuahua	3,556,574	3.0
Ciudad de México	8,918,653	7.5
Durango	1,754,754	1.5
Guanajuato	5,853,677	4.9
Guerrero	3,533,251	3.0
Hidalgo	2,858,359	2.4
Jalisco	7,844,830	6.6
México	16,187,608	13.5
Michoacán de Ocampo	4,584,471	3.8
Morelos	1,903,811	1.6
Nayarit	1,181,050	1.0
Nuevo León	5,119,504	4.3
Oaxaca	3,967,889	3.3
Puebla	6,168,883	5.2
Querétaro	2,038,372	1.7
Quintana Roo	1,501,562	1.3
San Luis Potosí	2,717,820	2.3

Entidad federativa	Población total (2015)	Porcentaje (respecto a la población total)
Sinaloa	2,966,321	2.5
Sonora	2,850,330	2.4
Tabasco	2,395,272	2.0
Tamaulipas	3,441,698	2.9
Tlaxcala	1,272,847	1.1
Veracruz de Ignacio de la Llave	8,112,505	6.8
Yucatán	2,097,175	1.8
Zacatecas	1,579,209	1.3

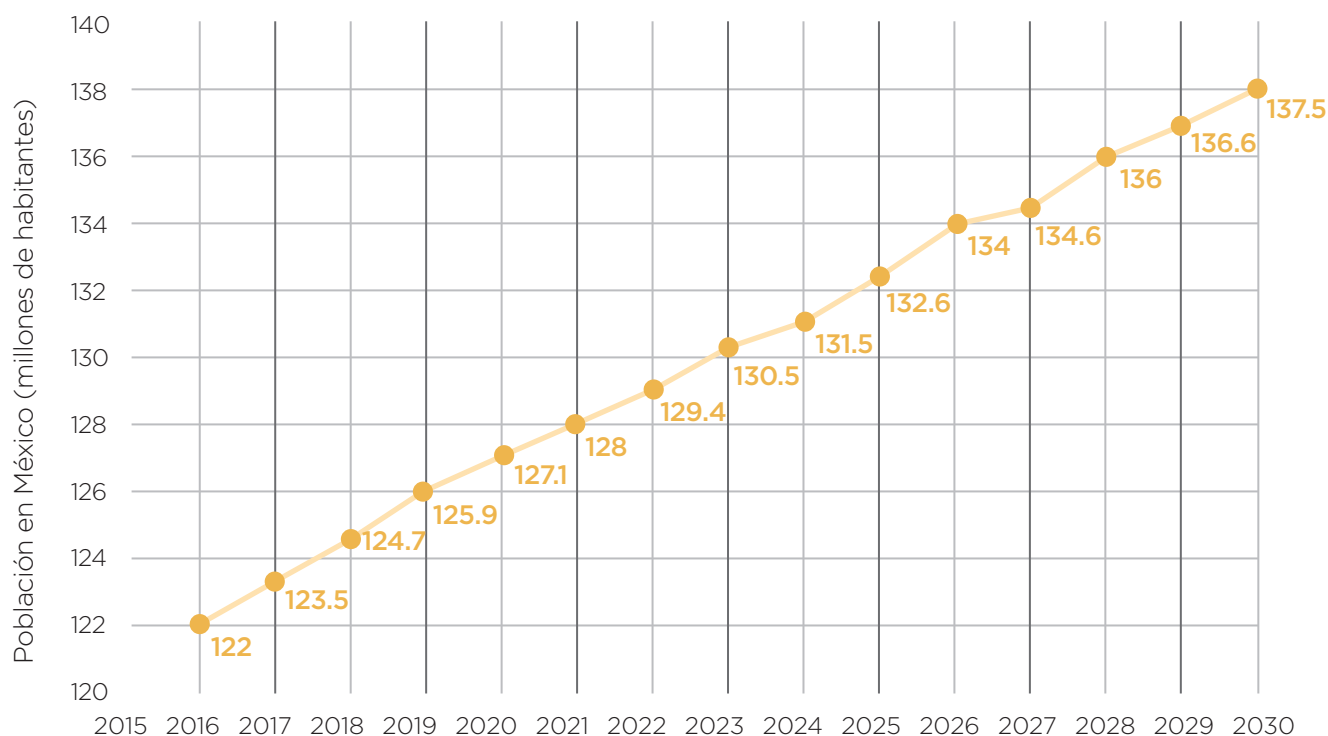
Fuente: INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

3.1.1.1. Proyección de la población a nivel nacional: 2016-2030

Con el objetivo de poder contar con una perspectiva sobre la demanda de los **AEE**, con datos de **CONAPO** se realizaron proyecciones de la población mexicana. En la **Figura 1** se muestra que, en 2017, la población total en México alcanzará los 123,518,269 de habitantes. Para 2021, la población podría alcanzar los 128,230,520 personas, de los cuales 62,425,888 serían del sexo

masculino (48.6%) y 65,804,632 del femenino (51.4%). Es decir que por cada 100 mujeres habría 94 hombres. De igual forma, para 2026 se prevé que alcance los 133,614,190 habitantes: 64,916,370 de sexo masculino (48.58%) y 68,697,820 de sexo femenino (51.4%). En la siguiente gráfica es posible observar la tendencia del crecimiento de la población en México.

Figura 1. Proyecciones de la población total en México 2016 - 2030



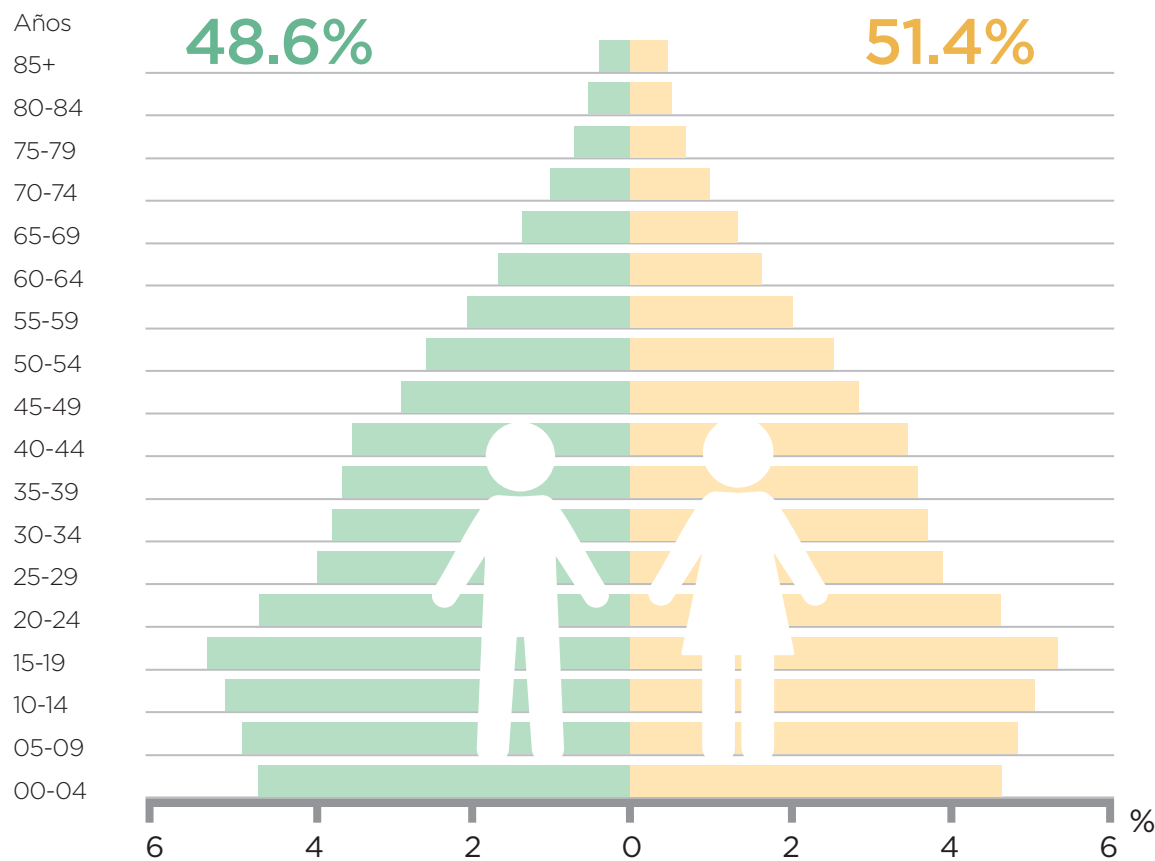
Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CONAPO.

Población mexicana por grupo quinquenal de edad: 2015

Así como es relevante conocer la población total y estatal, también es importante saber su distribución, ya que dependiendo de ésta, existen diversas implicaciones de consumo y uso de los **AEE**. Según la Encuesta Intercensal 2015, la población menor de 15 años representa 27.40% del total de la población, mientras que el grupo de 15 a 64 años de edad representa 65.38% del total, y la población de la tercera edad (avanzada) el 7.22%. Como se puede observar en la **Figura 2**, la pirámide poblacional 2015 indica que la proporción de niños de entre 0 y 4 años de edad ha decrecido respecto al total, y ha aumentado la de los adultos entre 35 y 44 años y se reduce nuevamente entre los 70 y 74 años.



Figura 2. Pirámide Poblacional 2015



Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

En la **Tabla 2** se puede apreciar la distribución de la población en el país por grupos quinquenales de edad y sexo, la cual puede influir en la demanda de **AEE** y en la generación de **RAEE**.

Tabla 2. Población total y grupos quinquenales de edad según sexo

Grupos quinquenales de edad	Población total	Hombres	Mujeres	Participación porcentual
Total	119,530,753	58,056,133	61,474,620	
00-04 años	10,526,139	5,340,695	5,185,444	8.80
05-09 años	10,997,189	5,581,874	5,415,315	9.20
10-14 años	11,228,232	5,676,831	5,551,401	9.40
15-19 años	10,772,297	5,411,572	5,360,725	9.01
20-24 años	10,665,816	5,235,695	5,430,121	8.92
25-29 años	9,252,596	4,422,663	4,829,933	7.74
30-34 años	8,930,752	4,233,564	4,697,188	7.50
35-39 años	8,609,437	4,063,748	4,545,689	7.20
40-44 años	8,208,994	3,908,051	4,300,943	6.86
45-49 años	6,814,143	3,213,389	3,600,754	5.70
50-54 años	6,155,306	2,898,347	3,256,959	5.15
55-59 años	4,846,762	2,277,011	2,569,751	4.05
60-64 años	3,889,755	1,824,754	2,065,001	3.25
65-69 años	2,987,316	1,395,947	1,591,369	2.50
70-74 años	2,207,466	1,026,937	1,180,529	1.85
75 años y más	3,351,784	1,502,661	1,849,123	2.80
No especificado	86,769	42,394	44,375	0.07

Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015.

3.1.1.2. Proyección de población mexicana por grupo quinquenal de edad: 2016-2030

La pirámide poblacional en México muestra una tendencia progresiva, debido a la predominancia de gente joven (menor a 15 años de edad). En la pirámide poblacional del 2016 se observa que la barra más ancha es la del grupo de 10 a 14 años de edad, que fue de 11,195, 385 de habitantes. No obstante, en el 2021 esta cifra decrecerá en 11,044,715 habitantes y hacia el 2026 se hará aún más pequeña. Otra cuestión interesante es el hecho de que para los próximos diez años (2026) crecerá considerablemente el grupo de 25 a 40 años de edad, y es probable que con ello crezca también la demanda de **AEE** (Figura 3).

Figura 3. Evolución de la población, según grupo quinquenal: 2016, 2021 y 2026



Fuente: Elaboración propia, con base en datos de CONAPO, 2017

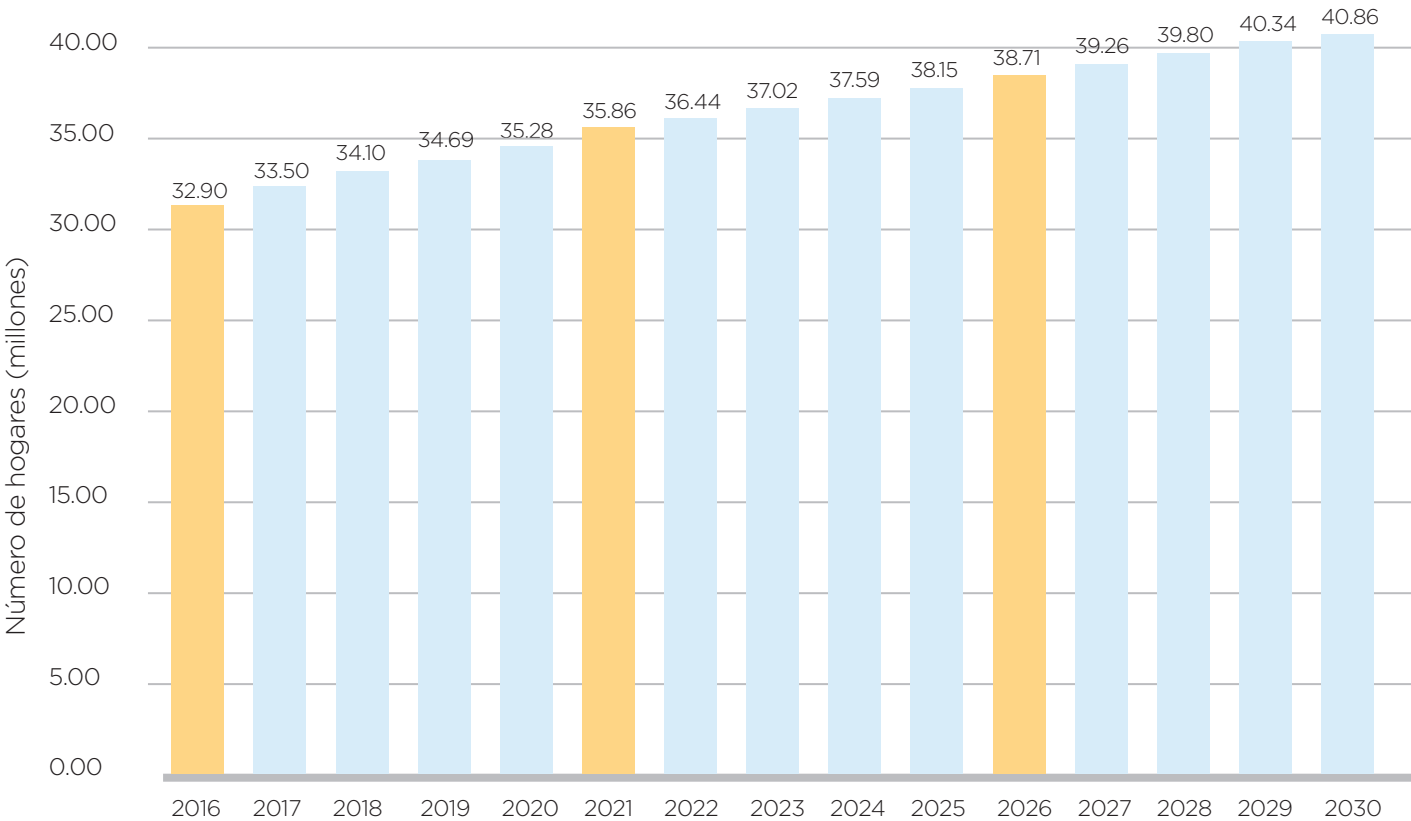
Hogares

De acuerdo a la Encuesta Nacional de los Hogares 2015 del **INEGI**, existen 31.8 millones de hogares. A nivel nacional cada hogar se integra en promedio por 3.8 personas, donde el 27.6% de los hogares tienen por jefatura al sexo femenino. El tamaño promedio de los hogares en los estados piloto son los siguientes: Baja California 3.6, Ciudad de México 3.4 y Jalisco 3.9, integrantes por hogar, respectivamente.

3.1.1.3. Proyecciones sobre dimensión de los hogares en México: 2016-2030

La proyección sobre los hogares en México muestra que en el 2016 existen 32,903,348, mientras que en 2021 podrían ser 35,861,693; alcanzando en términos relativos un incremento del 10.9%. En tanto que para el 2026 serán 38,708, 225. Lo anterior refleja que en los próximos diez años habrá cerca de 5.7 millones de hogares adicionales con respecto a 2016 (**Figura 4**).

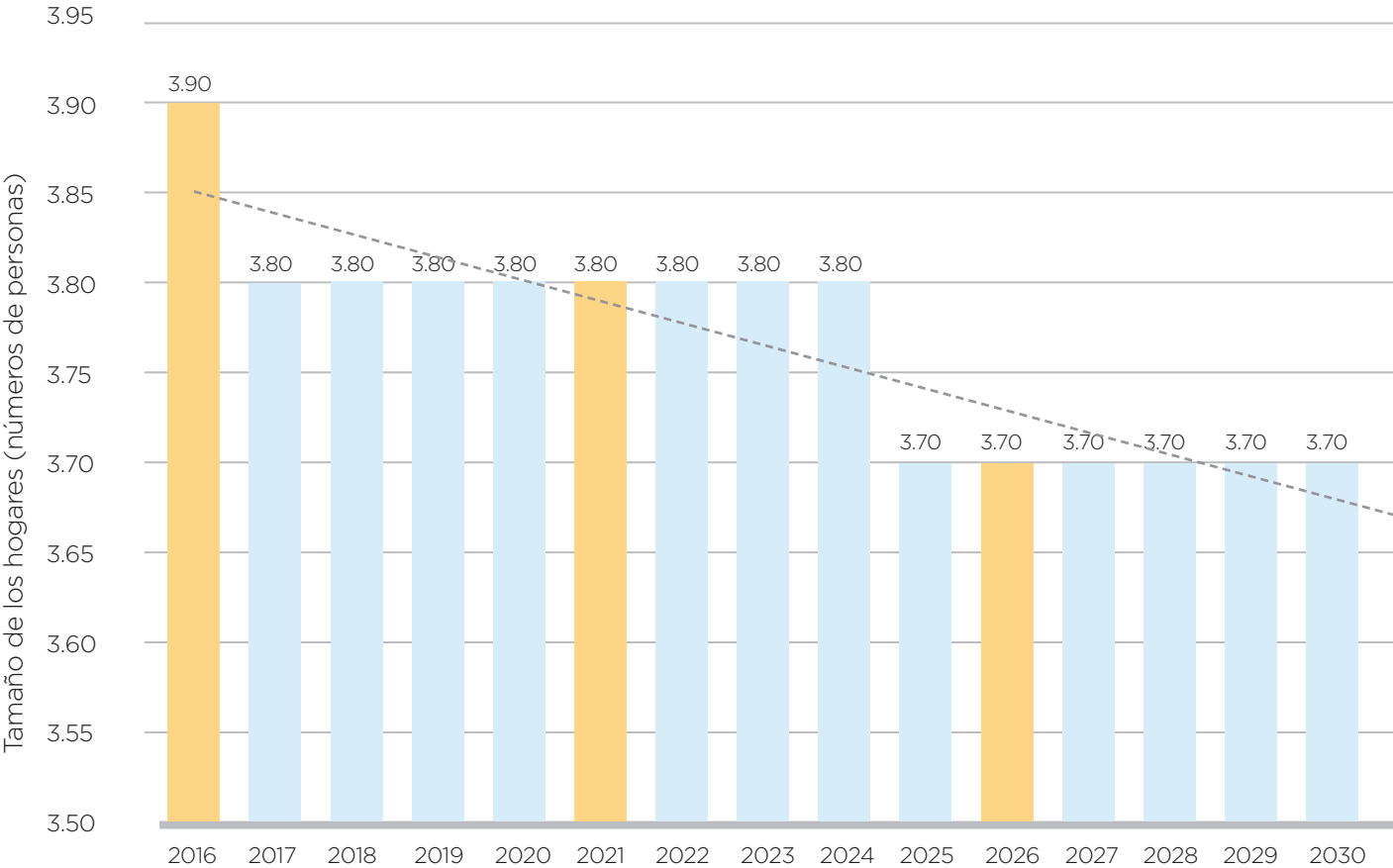
Figura 4. Proyecciones sobre el número de hogares en México: 2016 – 2030



Fuente: Elaboración propia, con datos de Euromonitor International from national statistics.

Es preciso mencionar que, el tamaño del hogar se reducirá para los próximos diez años (2026). Esto es, en los siguientes dos lustros los hogares decidirán tener un menor número de hijos. Aunque la reducción en el tamaño parece marginal, en el periodo de análisis, la tendencia decreciente parece ser irreversible para los años posteriores al 2026 (**Figura 5**).

Figura 5. Proyecciones del tamaño promedio de los hogares en México: 2016 - 2030



Fuente: Elaboración propia, con datos de Euromonitor International from national statistics.

3.1.2. Estados piloto

Según datos de la Encuesta Intercensal 2015, las tres entidades federativas de interés para el presente estudio representan 16.79% de la población respecto al total nacional, ocupando el primer lugar de éstas, la Ciudad de México, siguiéndole en orden de importancia el estado de Jalisco y en tercero, Baja California. En la **Tabla 3**, se puede observar la distribución poblacional en los tres estados en mención.

Tabla 3. Población total en los estados de Baja California, Ciudad de México y Jalisco del 2015

Entidad Federativa	Población total (2015)	Porcentaje (respecto a la población total)
Estados Unidos Mexicanos	119,530,753	100
Baja California	3,315,766	2.8
Ciudad de México	8,918,653	7.5
Jalisco	7,844,830	6.6

Fuente: INEGI, Encuesta Intercensal 2015.

Según las proyecciones del **Consejo Nacional de Población (CONAPO)**, la tasa de crecimiento promedio anual de la población a nivel nacional en el periodo 2010-2015 sería de 1.2%, sin embargo, la registrada fue del 1.4 por ciento³.

Como puede observarse, las tasas de crecimiento promedio anual de la población, en dos de las tres entidades federativas de interés se mantuvieron constantes, excepto en Baja California donde se registró una menor tasa de crecimiento promedio anual de la población.

En la siguiente **Tabla 4** se pueden observar las tasas de crecimiento promedio anual de la población en los periodos 2000 al 2010 y del 2010 al 2015.



³Ello se debe a que se proyectó una tasa promedio nacional menor, dado que en la década inmediata anterior se reportó una tasa promedio menor (decreciendo del 1.9% a 1.4%), por lo que se supuso la misma tendencia y que en el siguiente quinquenio se obtendría una tasa menor; considerando proyecciones con valores menores a uno, tales como: en los estados de Guerrero, Michoacán, Oaxaca, Veracruz y Zacatecas, y hasta tasas negativas, tal fue el caso para la Ciudad de México de -0.2, cuando su valor registrado fue de 0.3 por ciento.

Tabla 4. Tasa de crecimiento promedio anual de la población 2000-2010 y 2010-2015

	Tasa 2000-2010	Tasa 2010-2015
Nacional	1.4	1.4
Baja California	2.3	1.3
Ciudad de México	0.3	0.3
Jalisco	1.5	1.5

Fuente: INEGI, Encuesta Intercensal 2010, 2015. CONAPO.

3.1.2.1. Baja California

Según la Encuesta Intercensal 2015, en Baja California se contaron 3,315,766 habitantes, de los cuales poco más de una cuarta parte, son habitantes entre 15 y 29 años, con una distribución proporcional por género. La edad media de la población de Baja California, de acuerdo al Censo del 2010, es de 26 años de edad y la densidad de población en Baja California es de 44.16 habitantes por metro cuadrado.

Tabla 5. Población total en Baja California y porcentajes por dos grupos de edad, según sexo

	Población total	Hombres	Mujeres
Censo 2010 ¹	3,155,070 ¹	1,591,610	1,563,460
Encuesta Intercensal 2015	3,315,766 ²	ND	ND
Porcentaje de población de 15 – 29 años ²	26.5 ²	13.2	13.3
Porcentaje de población de 60 y más años ²	8.5 ²	3.9	4.5
Edad mediana ¹	26 ¹	26	26

Fuente: INEGI, Encuesta Intercensal 2015 y Censo 2010.

¹Datos del Censo 2010, INEGI.

²Datos de la Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

De forma general, la generación de **RAEE** está determinada por el consumo de los aparatos eléctricos y electrónicos (**AEE**), por la vida útil de estos, su tasa de desecho y los equipos en desuso.

Asimismo, de acuerdo al análisis empírico, el consumo de **AEE** está determinado por diversas variables, tales como: el nivel de ingresos, es decir el estrato socioeconómico al que pertenece el individuo, el cambio de tecnología, el acceso al crédito, el acceso a internet, entre otras variables. Sin embargo, como se verá más adelante en el apartado de prospectivas, debido a la falta de datos, las variables fundamentales para dicho análisis prospectivo fueron la demográfica, el cambio tecnológico y las políticas públicas al interior de los estados.



3.1.2.2. Ciudad de México

Según la Encuesta Intercensal 2015, la entidad federativa con la estructura de población más envejecida es la Ciudad de México, con una edad mediana de 33 años. Asimismo, dentro de la Ciudad de México, la delegación con la población más vieja es Benito Juárez, con 38 años. En la **Tabla 6** se puede apreciar por dos grupos de edad y sexo, como se distribuye la población en la Ciudad de México.

Tabla 6. Población total en la Ciudad de México y porcentajes por dos grupos de edad, según sexo

	Población total	Hombres	Mujeres
Censo 2010	8,851,080¹	4,233,783	4,617,297
Encuesta Intercensal 2015	8,918,653²	ND	ND
Porcentaje de pobación de 15 – 29 años	23.7 ²	11.7	12.0
Porcentaje de población de 60 y más años	14.3 ²	6.1	8.2
Edad mediana	31 ¹	29	32
Edad mediana	33 ²	ND	ND
No especificado	198,026	98,131	99,131

Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015 y Censo 2010.

¹Datos del Censo 2010, INEGI.
²Datos de la Encuesta Intercensal 2015, INEGI.

Según la Encuesta Intercensal 2015, en la Ciudad de México se contaron 8,918,653 habitantes, de los cuales el 23.7% son personas de entre 15 y 29 años, y el 14.3% es mayor de 60 años. En la capital de México el porcentaje de mujeres es mayor que el de hombres. La edad media, de acuerdo al Censo del 2010, es de 31 y según la Encuesta Intercensal 2015, de 33 años de edad, siendo su densidad de población muy alta, de 5,920.45 habitantes por metro cuadrado.

3.1.2.3. Jalisco

Según la Encuesta Intercensal 2015, en el estado de Jalisco se contaron 7,844,830 habitantes de los cuales, poco más de una cuarta parte son personas entre 15 y 29 años, con una distribución proporcional por género, sólo varían por una décima porcentual, y 10% son personas adultas de la tercera edad. A diferencia de Baja California, los habitantes de Jalisco son en un 2% más viejos, pero respecto a la CDMX, 4% más jóvenes, donde como ya se comentó, un gran porcentaje de su población es de gente mayor. La edad mediana, de acuerdo al Censo del 2010, es de 25 años de edad.

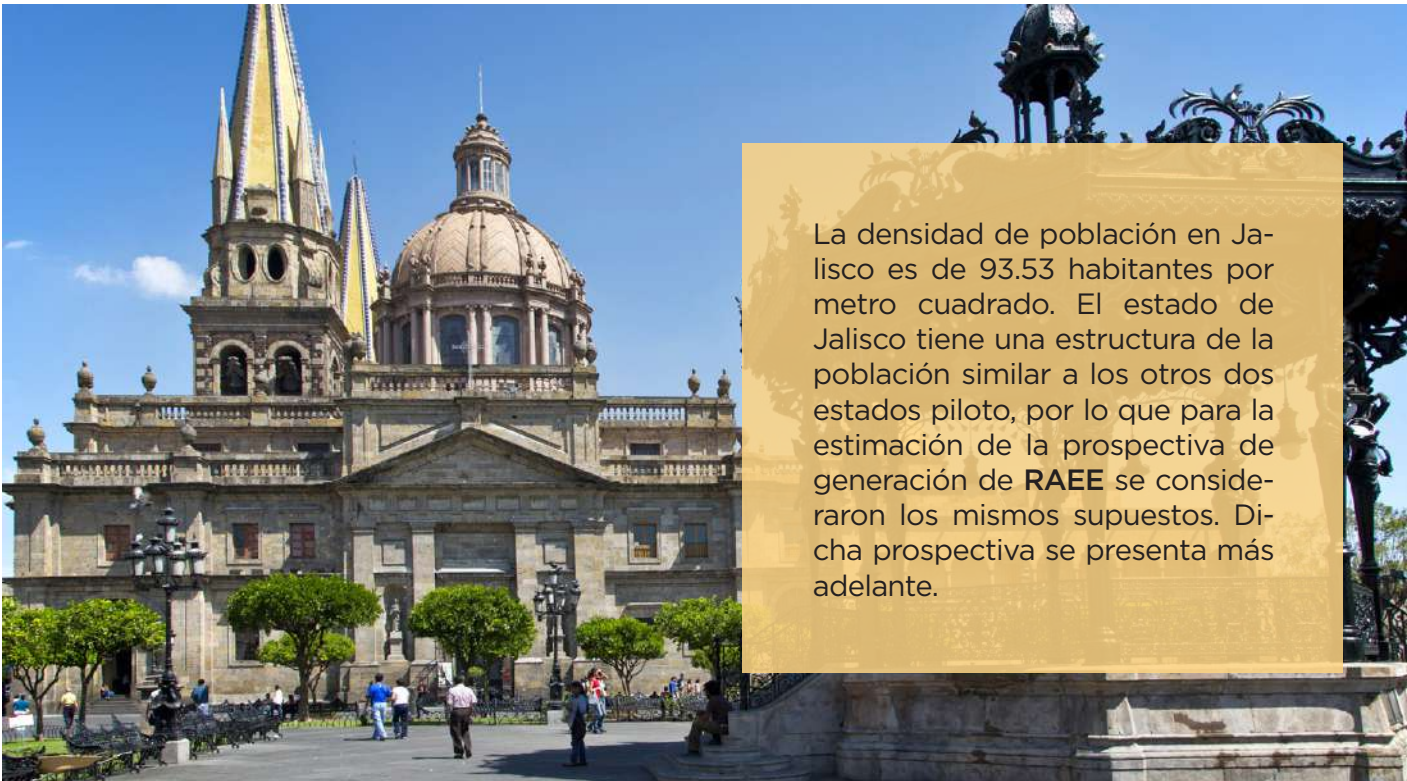
Tabla 7. Población total en Jalisco y porcentajes por dos grupos de edad, según sexo

	Población total	Hombres	Mujeres
Censo 2010	7,350,682 ¹	3,600,641	3,750,041
Encuesta Intercensal 2015	7,844,830 ²	ND	ND
Porcentaje de población de 15 – 29 años ²	26.2 ²	13.0	13.1
Porcentaje de población de 60 y más años ²	10.3 ²	4.8	5.6
Edad mediana ¹	25 ¹	25	26

Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015 y Censo 2010.

¹Datos del Censo 2010, INEGI.

²Datos de la Encuesta Intercensal 2015, INEGI.



La densidad de población en Jalisco es de 93.53 habitantes por metro cuadrado. El estado de Jalisco tiene una estructura de la población similar a los otros dos estados piloto, por lo que para la estimación de la prospectiva de generación de RAEE se consideraron los mismos supuestos. Dicha prospectiva se presenta más adelante.

3.2. Contexto económico

3.2.1. Nivel nacional

Considerando que el 2015 es el año base, es importante señalar que México se situó con un **Producto Interno Bruto (PIB)** Nominal a precios de mercado en 17,391,045 millones de pesos corrientes, y creció 2.5% con respecto al año inmediato anterior. Este dato está dentro del rango que, en su momento, **Secretaría de Hacienda y Crédito Público** estimó en un rango entre 2.0 y 2.8%, y por encima del proyectado por **BANXICO** de entre 1.9 y 2.4 por ciento.

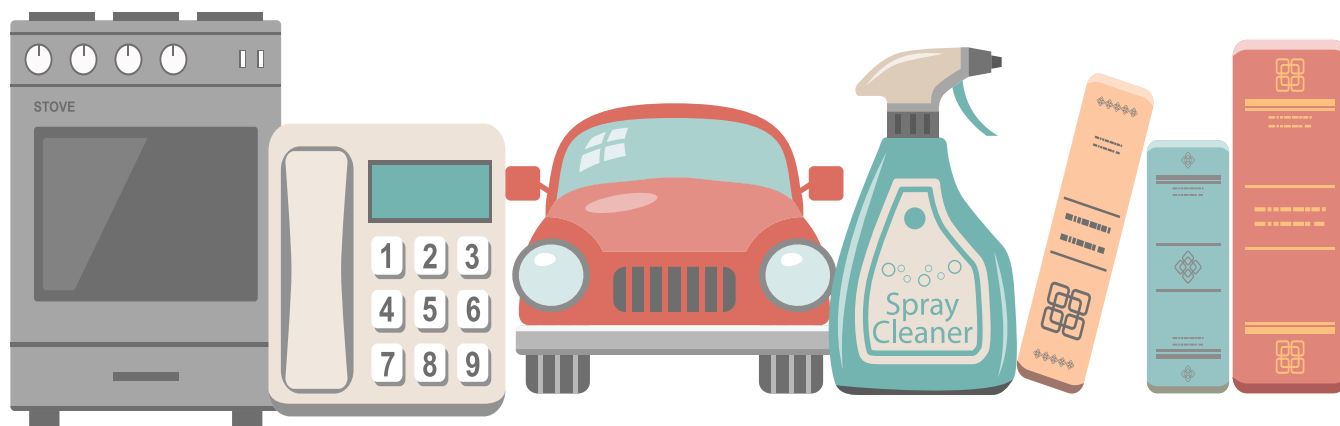
Por su parte en el 2015, Baja California registró un PIB de 517,006 millones de pesos (MDP) a precios corrientes, representando una participación porcentual en valores corrientes del 3.02%, Ciudad de México generó 2,866,253 MDP y una participación porcentual del 16.74%; y el estado de Jalisco, un **PIB** de 1,168,953 MDP, significando una participación porcentual del 6.83% con respecto al **PIB** nacional, respectivamente (**INEGI**).



En 2015, los estados de Baja California y Jalisco fueron dos de los nueve estados que aportaron mayor crecimiento al país, registrando 7% y 4.7% participación porcentual con respecto al **PIB** nacional, respectivamente (**INEGI**, febrero 2016).

A nivel nacional el PIB de las Actividades Tercarias de 2015 fue el que registró la mayor variación porcentual real anual respecto al año anterior (3.3%), aportando el comercio 4.5% y la información en medios masivos 10.1%. Por su

parte las Actividades Secundarias fue el sector de la economía que menor variación porcentual real anual aportó con respecto al 2014, siendo éste tan sólo del 1.0%. Sin embargo, el subsector manufacturero fue el segundo que registró la mayor variación porcentual real con respecto al año previo (2.0%), después de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y ductos al consumidor final (3.7%) (**INEGI**, febrero 2016).



Por su parte, el **PIB** per cápita en el 2015 ascendió a \$9,143 USD, equivalente a \$16,757.32 MXN. ubicándose en su nivel más bajo desde 2010, así reportando el primer retroceso desde la crisis financiera de 2009, según datos reportados por **INEGI** y **BANXICO**. Este dato es relevante, ya que pondera la riqueza generada por un país en un año con respecto a su población.

El ingreso es una variable económica muy importante, ya que de éste depende el consumo en bienes y servicios (gasto), que pueden destinarse a la compra de AEE, por ello se consultó la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH 2016) del INEGI, en ésta destaca que en promedio 2.45 son los perceptores de ingresos por hogar, del cual 64.3% proviene de ingreso corriente del trabajo; en tanto que el promedio de personas ocupadas por hogar fue de 1.69.

Cabe destacar que 30% de los hogares con mayores ingresos, es decir los deciles VIII, IX y X concentraron 63.3% de los ingresos corrientes totales en el país, mientras que el 70% de los hogares (del decil I al VII) obtuvieron tan sólo 36.7% de los ingreso totales del país. De esos siete deciles que obtuvieron 36.7% de los ingresos corrientes, menos de una tercera parte (27.86%) los obtienen los deciles IV, V, VI y VII, es decir su ingreso corriente promedio trimestral por hogar fue de 23,556; 28,812; 34,837 y 42,431 pesos, respectivamente (**ENIGH**, precios 2016).

El gasto corriente monetario total trimestral por grandes rubros, de acuerdo a la **ENIGH**, señala que 45% del gasto total corresponde a los siguientes rubros: transporte, y comunicaciones; servicios de educación, artículos de esparcimiento y otros gastos de esparcimiento, cuidados personales; accesorios y otros gastos diversos; y artículos y servicios de limpieza, enseres domésticos, etc.

Si se desagregan el gasto por rubro específico, se observa que del

gasto corriente **monetario**

promedio trimestral por hogar

(precios **2016**) se destina

20.24% a educación,

cuidados de la **casa,**

comunicaciones, y

esparcimiento.

Es decir, de este **porcentaje** podríamos suponer que un **porcentaje** de su **gasto corriente** se va al consumo de **AEE**.



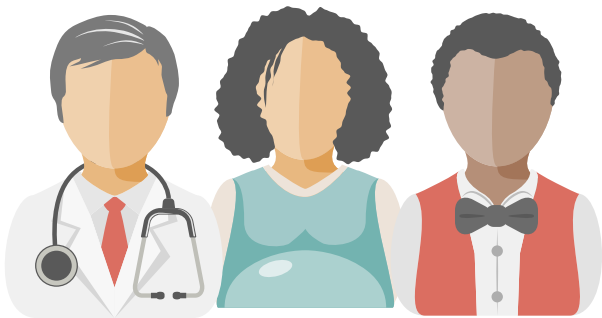
3.2.2. Estados piloto

El **PIB** de las actividades primarias, alcanzó 572,566 millones de pesos corrientes a nivel nacional del 2015, siendo el estado de Jalisco el que aportó la mayor proporción con un 12.1% y Baja California con 2.9 por ciento.

Las actividades secundarias registraron en el 2015, un monto de 5,614,600 millones de pesos corrientes. Respecto a la participación por estado, Jalisco aportó el 6.5% y Baja California, el 3.5 por ciento.

La producción de los **AEE** cae dentro de las actividades secundarias, siendo el sector manufacturero el que aporta en mayor proporción a dichas actividades. Como puede observarse en la **Tabla 8**, tanto en Baja California como en Jalisco, las actividades secundarias representan la mayor variación porcentual anual con relación al 2014.

Por su parte, las actividades terciarias en el 2015 generaron un **PIB** de 10,939,625 millones de pesos corrientes a nivel nacional, de los cuales destacaron los estados de Jalisco registrando 6.7% y de Baja California con 2.8% y Ciudad de México con 23.4 por ciento.



En la **Tabla 8** se puede observar la variación porcentual anual total del **PIB** con respecto al 2014 en los tres estados piloto, así como su variación anual en las tres actividades económicas.

Tabla 8. Variación porcentual anual del Producto Interno Bruto, 2015

Estado	Total	Actividades		
		Primarias	Secundarias	Terciarias
Baja California	7.0	8.2	10.2	5.1
Ciudad de México	2.5	-6.6	-4.6	3.4
Jalisco	4.7	2.6	6.8	3.8

Fuente: Cuentas Nacionales, INEGI. 2015.







4. Guía metodológica

En el presente capítulo se presenta la metodología para el desarrollo del inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Con el fin de asegurar que el presente documento represente la estimación más fidedigna de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, se parte de la revisión exhaustiva de inventarios anteriores desarrollados en México y metodologías aplicadas a nivel internacional.

A continuación, se describen las metodologías y resultados obtenidos en los cinco inventarios que se han realizado en México, cuatro de ellos se enfocan a residuos electrónicos (incluyen únicamente cinco residuos, computadoras, televisores, celulares, equipos de sonido y teléfonos) y sólo uno a residuos electrodomésticos; Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica en México (2007); Diagnóstico Regional sobre la generación de residuos electrónicos al final de su vida útil en la Región Noreste de México (2008); Estudio de análisis, evaluación y definición de estrategias de solución de la corriente de residuos generados por electrodomésticos al final de su vida útil (2009); Diagnóstico regional de residuos electrónicos en dos ciudades de la Frontera Norte de México: Tijuana y Ciudad Juárez (2010); y del Diagnóstico de la generación de residuos electrónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México (2010).



En los cuatro inventarios de residuos electrónicos se utilizaron tres metodologías, “Equipos en uso”, “Producción+Importación-Exportación” y “Encuestas”, en el primer método se identifica una variación, es decir, se utiliza la vida útil para determinar el año de donde se obtiene el total de unidades consumidas. La **Tabla 9** que se muestra a continuación resume los valores obtenidos en cada estudio de acuerdo a su metodología de estimación.

Tabla 9. Resultados en la generación de residuos electrónicos en los diagnósticos realizados en el país de acuerdo a su metodología de estimación

Método de estimación	Diagnóstico Nacional 2007	Diagnóstico Noreste 2008 (ton)		Diagnóstico Frontera Norte 2009 (ton)	Diagnóstico ZMVM 2010 (ton)
Prod + Imp – Exp	257 150	-		40,292	-
Equipos en uso (considera vida útil)	273 046	-		48,372	-
Equipos en uso (sin considerar vida útil)	-	31,588		-	62,282
Encuestas	-	Residuos dispuestos	49,249	31,777	112,490
		Futuros residuos	216,886		

A continuación, se resume cada una de las metodologías, así como los resultados obtenidos en cada caso:

Prod+Imp-Exp: Los únicos dos estudios que utilizan este método de estimación son el Nacional y el de la Frontera Norte, lo que resulta congruente con el tipo de información necesaria, ya que es complicada encontrarla para regiones más específicas. En el caso del inventario de la Región Fronteriza, que es la principal región en la producción de equipos electrónicos en el país, se obtienen los valores de producción, importación y exportación como un porcentaje de participación de la información disponible a nivel nacional, debido a la falta de datos específicos. En ambos diagnósticos, se observa que el valor calculado con esta metodología es muy próximo a las cifras generadas por las otras estimaciones.

Equipos en uso: Esta metodología también se basa en los datos de fuentes oficiales, los que están sujetos a disponibilidad, ya que, en muchas ocasiones la información se encuentra incompleta, es indirecta o inexistente. Utiliza los valores de consumo de los aparatos electrónicos, por ejemplo, para televisores, computadoras, aparatos de sonido y teléfonos fijos, la información utilizada se refiere al número de hogares que cuentan con al menos uno de estos equipos con base en los Censos de Población y Vivienda de **INEGI**; mientras que, para los celulares, los valores se refieren al número de usuarios con el servicio disponible. Con los valores anteriores, se procede a calcular la generación de residuos suponiendo una tasa de obsolescencia (50% para todos los estudios).

Esta metodología considera dos vertientes, es decir, utilizando o no la vida útil, cuya diferencia es que el año de donde se obtiene la información varía con base en la vida útil de cada equipo; cuando no se considera, los valores se obtienen de un solo año.

Cabe hacer mención, que parte de la metodología utilizada durante el inventario de electrodomésticos utiliza este principio, pero para realizar su análisis prospectivo, es decir, que proyecta la generación con base en las unidades de equipos en uso en determinado año y la estimación del año de su desecho con base en la vida útil para cada aparato electrodoméstico.

Encuesta: El inventario de la región noreste del país, es el primer estudio que utiliza este método de estimación, la extrapolación de los resultados obtenidos en las encuestas realizadas en el **Área Metropolitana de Monterrey (AMM)** hacia los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. En 2009, se elabora el diagnóstico en la región fronteriza, donde el levantamiento de la información se realiza en las ciudades de Tijuana y Ciudad Juárez; finalmente en 2010, de manera muy similar a los inventarios anteriores, se utilizan los valores de las encuestas realizadas en puntos de muestreos en los dos estados (Estado de México y Ciudad de México) para realizar su extrapolación hacia toda la **Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)**.

El primer aspecto a analizar se refiere al criterio utilizado para determinar el número de encuestas con base en la población de interés; es decir, en el inventario de la región noreste, la población objetivo del muestreo estuvo conformada por el total de viviendas tradicionales, mientras que en el diagnóstico de la región fronteriza el universo fue el número de viviendas con televisión, que, a pesar de ser datos muy similares, sí involucra una diferencia entre ellos. En el caso del inventario de la **ZMVM** el muestreo se realiza con base en el número de habitantes.

Otro aspecto de relevancia es que el único muestreo que consideró el estrato socioeconómico fue el de la Región Frontera y los resultados obtenidos muestran diferencias significativas en la cantidad y vida útil de los equipos electrónicos de acuerdo al nivel socioeconómico, lo cual representa que es un elemento que debe ser considerado en el muestreo. Finalmente, un último tema a analizar, se refiere a la información obtenida de las encuestas, el diagnóstico de la región noreste no solicita explícitamente que el encuestado especifique una vida útil de sus equipos electrónicos como se realiza en los cuestionarios de la frontera norte y de la **ZMVM**, en cambio solicita información sobre el tiempo en el cual fueron adquiridos.

Por otra parte, también se llevó a cabo el análisis de diferentes estudios internacionales, entre ellos; *E-waste Volume I Inventory Assessment Manual* y el *Diagnóstico de la Gestión de los Residuos Electrónicos* en Colombia.

El primero está orientado a la elaboración de inventarios, mientras que el segundo al manejo de dichos residuos. El primero fue desarrollado como parte del **Programa Noruego de Asistencia en Manejo Integral de Residuos Sólidos (Norwegian Assistance on Integrated Solid Waste Management)** en colaboración con el **Secretariado de la Convención de Basilea (Secretariat of Basel Convention)** y con la **Oficina de Consumo y Producción Sustentable (Sustainable Consumption and Production)** de **DTIE-UNEP**; es un documento que pretende ser una guía y apoyo en la elaboración de inventarios y evaluación de riesgos asociados a los residuos electrónicos. Se trata de un material preparado con base en fuentes secundarias, tales como revistas científicas, reportes o sitios web.



En el segundo documento se plantea inicialmente aplicar la metodología del **Análisis de Flujos de Materiales (AFM)**; sin embargo, debido a la poca información existente en este tema, el **AFM** no se pudo desarrollar por completo, por lo que se realiza únicamente una simulación y proyección de ciertos flujos seleccionados. El alcance del estudio considera dos equipos electrónicos, las computadoras y los teléfonos celulares.

Considerando el análisis previamente realizado de los estudios elaborados en México y de documentos y guías internacionales, para este estudio se parte del supuesto teórico de que el total de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos existentes en un momento determinado, es la suma de los equipos desechados por los consumidores en ese año. Este supuesto es recurrente en inventarios anteriores, como se describió previamente. La diferencia principal de

la presente propuesta, es la combinación de las tres etapas de aproximaciones sucesivas. La primera aproximación se basa en los datos oficiales de importación, exportación y producción, pero a diferencia de otros estudios, incorpora la función de Weibull en relación al tiempo de uso, para obtener datos más precisos que los inventarios anteriores.

Esto de acuerdo con las recomendaciones del **e-Waste Monitor 2014**. La segunda aproximación parte de datos obtenidos de encuestas levantadas en tres estados de la República Mexicana. La escala de las entrevistas no tiene precedente a nivel nacional por lo cual se esperaba obtener información más representativa que estudios anteriores. La tercera aproximación discute y complementa los resultados generados en las primeras dos aproximaciones.

Los pasos para el desarrollo del inventario de **RAEE** son:

- I) Revisar inventarios anteriores y literatura nacional e internacional relevante.
- II) Establecer la línea base: el área de estudio y definir los límites geográficos.
- III) Identificar los aparatos eléctricos y electrónicos que serán tomados en cuenta y la cadena de valor de los mismos.
- IV) Estimar la masa de la generación de **RAEE** a partir de fuentes oficiales y de pesos promedio por equipo y utilizar la función de Weibull para determinar la vida media.
 - a. identificar y clasificar las fuentes oficiales de información para extraer datos de importación, exportación y producción nacional y con ello calcular el consumo aparente de **AEE**.
 - b. Identificar fuentes de información relevantes para determinar la masa por equipo y la vida media para ser comparados con los resultados o utilizados como parámetros.
 - c. Identificar los parámetros de las distribuciones de Weibull por equipo y multiplicar dichos valores con aquellos adquiridos en los dos pasos anteriores.
 - d. Proyectar los resultados nacionales obtenidos, hacia un nivel estatal utilizando datos demográficos y socioeconómicos.
- V) Estimar la masa de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a partir de encuestas realizadas en los tres estados y utilizar datos empíricos sobre la tasa de desecho de los mismos, para extrapolar los datos a nivel nacional.
 - a. Determinar tamaño de muestra
 - b. Realizar encuestas en hogares y sector privado
 - c. Analizar y validar los datos
 - d. Multiplicar los resultados obtenidos
 - e. Extrapolar los datos a nivel nacional
- VI) Evaluar y discutir los resultados obtenidos a partir de las primeras dos aproximaciones e incorporar las virtudes de ambas.
- VII) Incorporar ajustes relacionados al “*Apagón Analógico*”. También se buscaba establecer ajustes debido a las estimaciones de importación y exportación ilegal y de los residuos eléctricos relacionados a la producción de aparatos electrónicos; sin embargo, no se encontró información oficial que permitiera incorporarlos de algún modo.
- VIII) Desarrollar las proyecciones a futuro a partir de cálculos econométricos.

En la **figura 6**, se presentan los elementos básicos de la metodología a seguir para desarrollar el Inventario, así como las fuentes primarias y secundarias de información, las cuales se describen en esta sección.

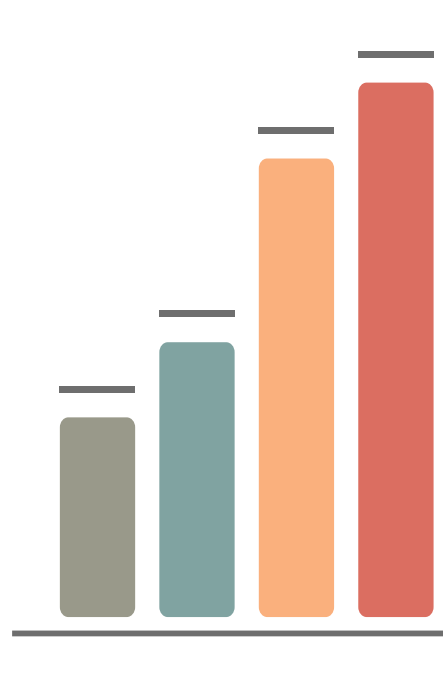
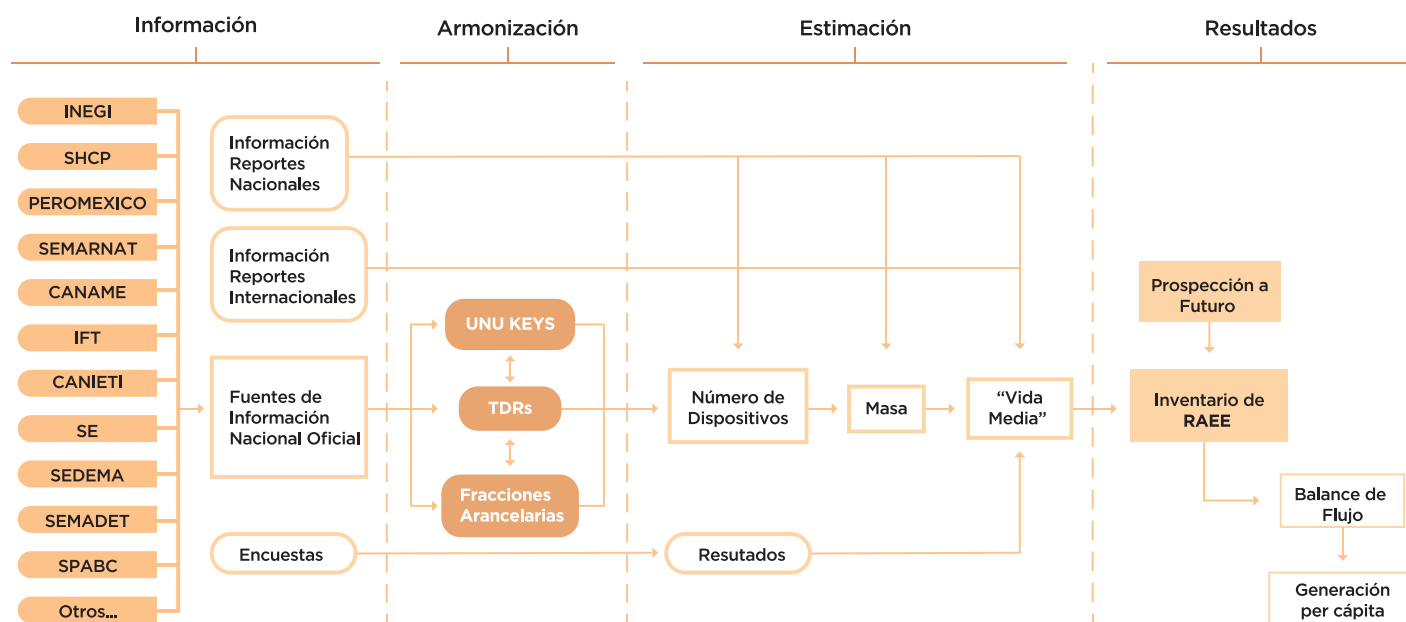


Figura 6. Esquema de metodología para desarrollo de inventario de RAEE



*Se utilizaron como base los valores promedio reportados por la United Nations University (UNU) en el documento E-wasted statistics 2015.

A partir de la revisión exhaustiva de estudios previos y a sus correspondientes metodologías, inicialmente la guía metodológica definió la línea base que comprende: área de estudio y límites geográficos, los residuos objeto a estudio con sus categorías y dispositivos; la temporalidad y año base 2015 y la verificación de información mediante encuestas, para lo que fue necesario determinar el tamaño del universo; el tamaño de muestra; y la precisión requerida.

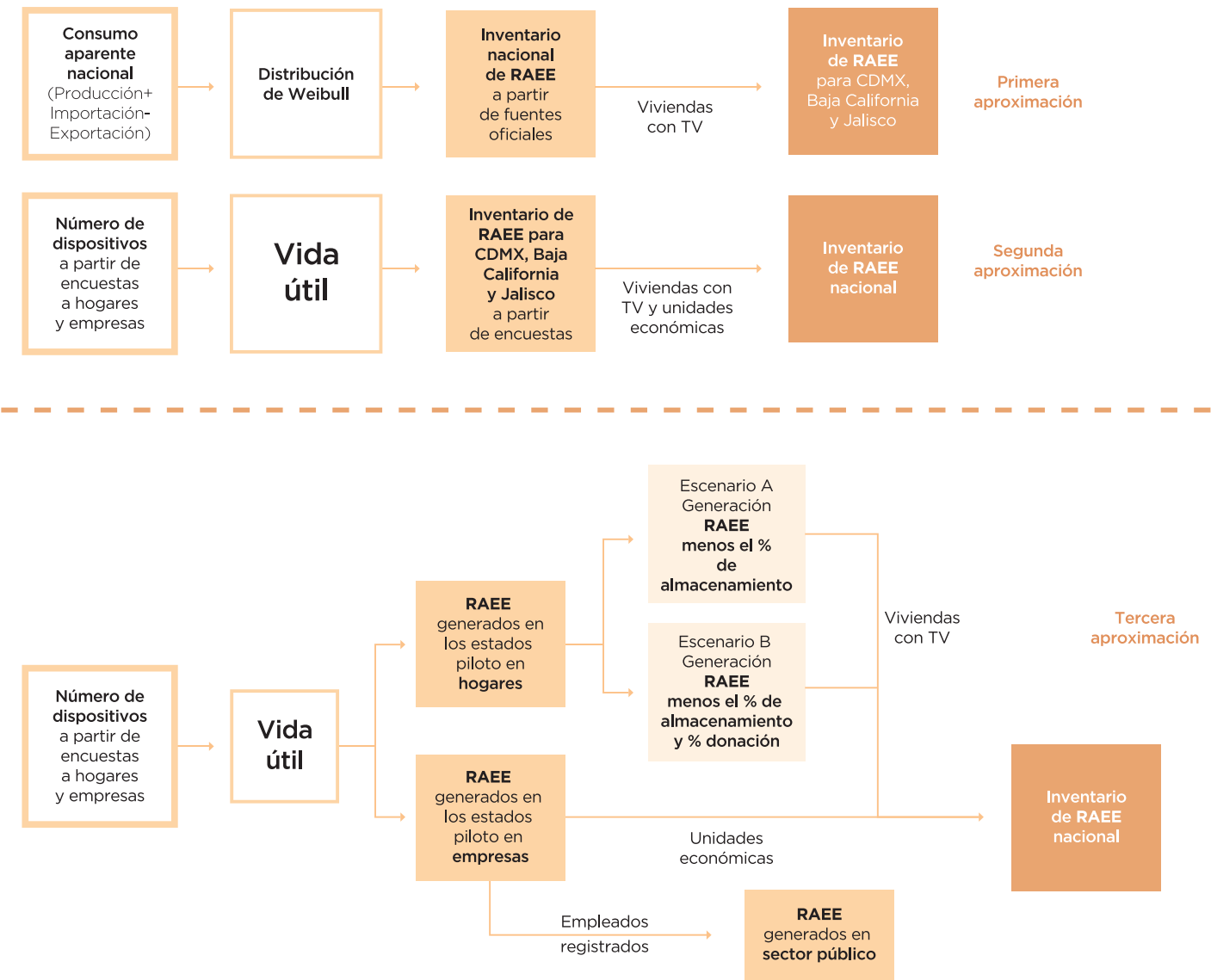
Seguido de esto, para el desarrollo del inventario, según se ejemplifica en el esquema anterior, se buscó lo siguiente: identificar y clasificar las fuentes oficiales de información para sustraer datos de importación, exportación y producción nacional; otras fuentes bibliográficas importantes comprenden estudios e inventarios anteriores tanto nacionales como internacionales. De éstos se sustrajeron datos sobre el número de dispositivos, la masa y la vida media, para ser comparados con los resultados o utilizados como parámetros; la información de las encuestas se utilizó para particularizar los resultados en los tres estados piloto, Ciudad de México, Baja California y Jalisco y como base de la aproximación empírica para comparar y complementar el inventario nacional.

Se desarrollan tres aproximaciones al inventario, como se describe a continuación. La primera aproximación nacional se obtuvo a partir de los siguientes datos: el número de dispositivos a nivel nacional se obtuvo de la información de fuentes oficiales, a partir de los datos de importación, exportación y producción; la masa en kilogramos de los dispositivos se obtuvo a partir de pesos promedio utilizados internacionalmente en el sector; la duración de vida refleja la probabilidad de fallo en un determinado año de cada dispositivo y se obtiene utilizando las mejores prácticas internacionales para determinar de manera precisa, el momento en que se desecha cada tipo de aparato eléctrico o electrónico y en conjunción con datos nacionales. De este modo se obtuvo la primera aproximación del inventario nacional, el cual posteriormente se proyecta a los tres estados usando datos demográficos y socioeconómicos.

La segunda aproximación se determinó a partir de los datos obtenidos de las encuestas realizadas en los estados piloto y del análisis de dichos datos, en términos generales, se obtuvo el número de dispositivos, la masa promedio y la tasa de desecho para los estados piloto.

En la tercera aproximación se discuten los resultados obtenidos en las primeras dos aproximaciones y se discuten y comparan los resultados y metodologías aplicadas en ambos. El objetivo de la tercera aproximación fue incorporar las virtudes de los modelos anteriormente utilizados, así como maximizar la precisión del inventario nacional y los inventarios estatales a partir de la combinación adecuada de parámetros. De este modo, al final se obtuvo una aproximación que incluye los datos teóricos y mejores prácticas internacionales en la primera aproximación y los datos empíricos levantados de las encuestas.

Figura 7. Esquema de metodología para desarrollo de inventario con aproximaciones



La **Figura 7** muestra las tres iteraciones por medio de las cuales se determinó el inventario final. Los resultados obtenidos se presentan en el presente documento con sus respectivas tablas y representaciones gráficas.

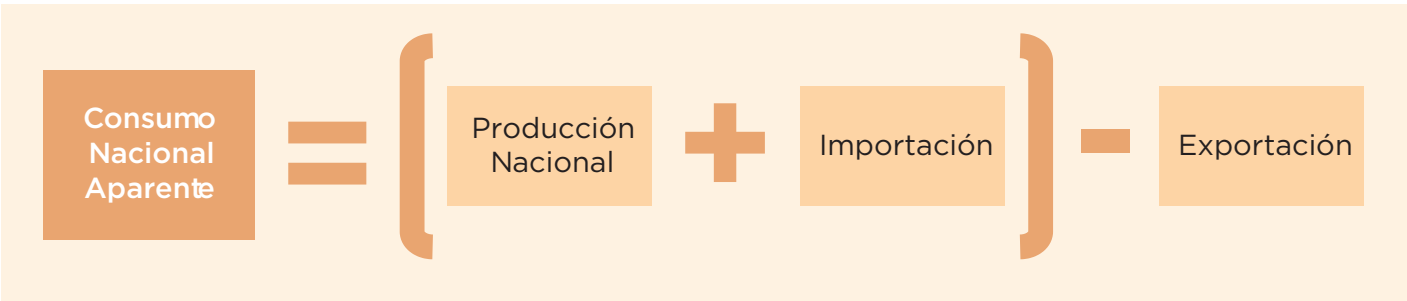
4.1. Definición de línea base

La definición de la línea base de residuos a estudiar en México y los estados piloto (Jalisco, Baja California y Ciudad de México) incluye los dispositivos que fueron definidos al inicio del desarrollo de este documento, y que representan la mayor parte de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, así como de los dispositivos que contienen componentes ambientalmente tóxicos, los que tienen mayores cantidades de materiales valiosos y los que representan una proporción significativa del volumen total de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. La línea base se sitúa en 2015 puesto que es el año más reciente del cual se tienen datos oficiales de todas las variables.

4.1.1. Supuesto teórico para el desarrollo del inventario

Con el fin de determinar la cantidad de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos producidos en México en un determinado momento y su proyección a futuro es necesario establecer un año base en el cual se determina la masa de los residuos y a partir del cual se harán las proyecciones a futuro. Se asume que el consumo de electrónicos en un año determinado se puede determinar a partir de balances nacionales de importación, exportación y producción con la siguiente formula:

Figura 8. Estimación del consumo nacional aparente



Se parte del supuesto que, a partir de los datos de consumo de años anteriores a la línea base, es posible determinar la cantidad y el momento en que cada producto será desechado. En estudios anteriores en México se ha tomado la vida media de los residuos electrónicos como una aproximación discreta del momento en que los artículos se desecharán. A pesar de que esta estimación toma en cuenta un promedio de años por artículo, no considera que la probabilidad de que un artículo falle, obedece una distribución probabilística. Esta representa la mayor ventaja de esta metodología propuesta en el e-Waste Monitor 2014, puesto que permite incorporar

tanto el cambio en el peso de los electrónicos, como una mayor exactitud en el momento de desecho de cada electrónico.

Al incorporar una probabilidad de fallo por año y por artículo, resulta posible determinar con mayor certeza la cantidad en masa de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por año, al multiplicar dicha probabilidad por la masa del consumo por año y obtener la tasa de desecho por producto. De tal manera que la contribución de un electrónico en específico al flujo total de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos es la suma de las tasas de desecho de años anteriores al año base.

La suma de las contribuciones de todos los electrónicos en los años anteriores al año base resulta en el flujo total de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Como anteriormente se ha mencionado, el 2015 es el año más reciente en el cual, durante una investigación preliminar, se encontraron datos oficiales y por lo tanto se define como el año base.

4.1.2. Límites geográficos o área de estudio

Los límites geográficos del estudio se definieron por **SEMARNAT** y **PNUD**, a través del proyecto **ResiduosCOP**. Existen dos escalas en las cuales se presentarán resultados:

La primera escala a la que se producen resultados es la escala nacional a partir de la primera aproximación anteriormente descrita, a partir del consumo de electrónicos y por medio de extrapolar los datos adquiridos en la segunda aproximación a nivel estatal.

La segunda escala es a nivel estatal en los tres estados de la República Mexicana: Jalisco, Baja California y Ciudad de México. La primera aproximación de resultados se hará a partir de la primera aproximación a nivel nacional por medio de datos demográficos y socioeconómicos. Posteriormente se estimarán los resultados a nivel estatal partiendo de las entrevistas realizadas en dichas entidades.

4.1.3. Residuos a desarrollar en el inventario

Se consideran cinco categorías de dispositivos objetos de estudio. Éstos representan el universo de equipos eléctricos y electrónicos considerados en este estudio. A continuación, se presentan las categorías y dispositivos que forman la línea base de la presente Guía para realizar la estimación de los residuos eléctricos y electrónicos generados en México:



Tabla 10. Línea base de categorías y dispositivos de **AEE**

No	Línea Base	
	Categorías	Dispositivos
1	Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado
		Congeladores
		Refrigeradores
2	Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos
		Televisores
		Pantallas de cristal líquido y plasma
		Laptops
		Notebooks
		Tabletas
3	Equipos grandes	Lavadoras
		Secadoras
		Estufas
		Paneles fotovoltaicos
		Copiadoras
		Impresoras
4	Equipos pequeños	Aspiradoras
		Cafeteras
		Hornos de microondas
		Tostadores
		Ventiladores
		Rasuradoras
		Básculas
		Calculadoras
		Consolas de Videojuegos
		Radios
		Videocámaras
		Juguetes Electrónicos
		Herramientas domésticas
		Instrumentos de monitoreo y control
5	Equipo de telecomunicaciones e informática	Celulares
		GPS
		Calculadora de bolsillo
		Routers
		PCs
		Teléfonos fijos

4.1.4. Temporalidad

El presente estudio tiene como objetivo determinar el inventario nacional de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Para ello es necesario definir un momento en el tiempo del cual sea posible obtener datos confiables y que ha sido determinado para el presente inventario como 2015. Este es el año más reciente del cual se presenta información en reportes de fuentes oficiales. A partir de estos datos, se obtiene el alcance que tendrá el inventario y resulta posible hacer cálculos y estimaciones con un mayor grado de certidumbre, así como proyecciones a futuro.

La temporalidad se refiere a la relación de la duración de vida de cada aparato electrónico y el año del cual se tomará en cuenta la masa de consumo. El concepto de duración de vida se describe con mayor detalle más adelante. Como fue comentado en la revisión de los inventarios anteriores y sus respectivas metodologías, las estimaciones se hacían a partir de la vida media. Por ejemplo, se determinó que la vida media de un teléfono celular es de alrededor de dos años, por lo tanto, los datos que se analizarían son los datos de ventas de los teléfonos en 2013. Esto suponía un método discreto de cálculo y de la misma manera se hacía para otros residuos como televisiones cuya vida media era de 5 años, por lo tanto, se analizaría 2010. En el presente estudio se toman en cuenta los datos de consumo alrededor de la vida media por medio del uso de la función de Weibull. Como anteriormente se ha mencionado, dicha función refleja la probabilidad de fallo de cada artículo en un año determinado y permite así una mayor exactitud de cálculo.

Por lo tanto, es importante para la metodología el concepto de temporalidad de cada aparato al momento de realizar los cálculos y sumas de masa, cada aparato electrónico tiene una temporalidad distinta y probablemente parecida a la de otros equipos de su categoría; la duración de vida de cada producto, se refleja en los parámetros de la función de Weibull.

4.1.5. Verificación de información mediante encuestas

A pesar de que las encuestas no tenían como intención principal la verificación de la información adquirida en la primera aproximación, generaron datos empíricos sobre la vida activa de los equipos eléctricos y electrónicos. En la tercera aproximación se compararon y discutieron los datos generados a partir de datos oficiales con aquellos obtenidos a partir de las encuestas.



4.1.6. Tamaño del universo

El universo a estudiar está definido por el número de aparatos eléctricos y electrónicos existentes en el territorio nacional.

Estos aparatos se convierten en residuos cuando termina su vida útil y son desechados.



Existen dos grandes grupos de consumidores y, en consecuencia, generadores de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos: los hogares y las empresas. Estos representan las unidades de análisis incluidas en este estudio. Se considera como hogar un conjunto formado por una o más personas que residen habitualmente en una vivienda y se sostienen de un gasto monetario común, para alimentarse y pueden ser parientes o

no (INEGI, 2014). Por otro lado, se consideraron a las empresas que se dedican a la producción o provisión de bienes y servicios; sin embargo, es importante mencionar, que a pesar del esfuerzo realizado, el alcance del presente estudio solo consideró a las empresas de la industria manufacturera como se describirá más adelante.



4.1.7 Tamaño de muestra en las encuestas

Con el fin de obtener datos empíricos y cuantitativos sobre la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, se realizaron encuestas en los estados piloto. Para obtener una mayor representatividad de los datos obtenidos en dichas encuestas, el método de muestreo seleccionado fue el probabilístico, estratificado y por conglomerados, en donde las unidades últimas de análisis son el hogar y las instituciones. El método es probabilístico puesto que, dado que cada hogar de la población de los estados tiene una probabilidad conocida y distinta de cero de ser seleccionado, es posible hacer inferencia estadística sobre los resultados. Es también estratificado debido a que se consideran tres niveles socioeconómicos de hogares: hogares de ingresos bajos, medios y altos, de acuerdo a los resultados de **Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de Hogares (ENIGH, 2014)**. A continuación, se define cada uno de los estratos de hogares:



- Ingresos bajos: cuyo ingreso mensual promedio es de \$0 - \$5,559 pesos corrientes mensuales para año de referencia de la encuesta (2015). Es decir que se encuentren en los deciles uno al tres.
- Ingresos medios: aquellos que tengan ingresos promedios mensuales corrientes mayores a \$5,560 y menores o igual a \$15,159, los deciles cuatro al siete.
- Ingresos altos: quienes obtengan ingresos mensuales promedios superiores \$15,159. Deciles ocho al diez.

Existen numerosas categorizaciones de estratos socioeconómicos en México. Muestra de lo anterior es que, por ejemplo, la **Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO)** señala que en México existen seis clases socioeconómicas: 1) Baja-Baja, Baja-Alta, Media-Baja, Media-Alta, Alta-Baja y Alta-Alta. Para la clasificación anterior, la **PROFECO** toma en cuenta la ocupación económica, ingresos económicos, nivel cultural y sus pautas de comportamiento en el consumo (DOF, 8/05/2014). Sin embargo, la identificación anterior es compleja y su seguimiento longitudinal es muy limitado, debido a que no existen fuentes oficiales que permitan conocer la evolución de cada una de estos grupos. En consecuencia, de lo anterior, hay dos razones por las que se decidió tomar en cuenta la clasificación de la **ENIGH**:

- La primera se debe a que los resultados más recientes de esta encuesta (2014) muestran una sólida evidencia empírica sobre diferentes patrones de consumo, que son dependientes del ingreso monetario. De esta forma, en la categoría de gasto en artículos y servicios para la casa (rubro en el que se encuentran la compra de equipos electrónicos y eléctricos EE) los hogares de menores ingresos (decil uno) dedicaron, en promedio, \$1,862 anualmente a este rubro; los de ingresos medios (decil cinco) \$4,480 y los de ingresos altos (decil diez) \$46,177.
- La segunda razón se debe a que es posible obtener estadísticas descriptivas sobre la evolución que han tenido el consumo de equipos EE (ventilador, aparatos telefónicos, identificador de llamadas, aparatos de aire acondicionado para casa, estufa de gas, refrigerador, licuadora, batidora, plancha, extractor de jugos, horno de microondas, lavadora, aspiradora, otros aparatos: tostador, calefactor, horno eléctrico), al menos desde el 2008 a la fecha (**INEGI, 2014**).

Finalmente, el método es por conglomerados debido a que se utilizaron las bases de datos de diversos Directorios Industriales para seleccionar aleatoriamente (o en su caso, preseleccionar como representativas), diferentes tipos de empresas de diferentes tamaños y actividad económica a las cuales se le aplicó la encuesta.

El marco utilizado para definir la muestra es la Encuesta Intercensal 2015. Para las tres entidades que forman parte de la muestra (Ciudad de México, Baja California y Jalisco), la variable utilizada para el tamaño son las viviendas con acceso a televisión, debido a que la literatura señala que las viviendas que poseen un televisor tienen altas probabilidades de tener acceso a otros tipos de **AEE**, como los que se analizaron en este estudio. A continuación, se describen las principales estadísticas descriptivas de los tres estados.

En la **Tabla 11** es posible ver para los tres estados, las variables de población, vivienda, viviendas con electricidad, viviendas con refrigerador y viviendas con televisión. De acuerdo a la publicación del **Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)** “*Los residuos electrónicos en México y el mundo*”, establece como universo el total de casas habitación que disponen de televisión.

Tabla 11. Principales estadísticas descriptivas de los estados a encuestar

Variable	CDMX	Baja California	Jalisco
Población total	8,918,653	3,315,766	7,844,830
Viviendas	2,599,081	961,553	2,058,775
Con electricidad	2,594,435	954,738	2,049,453
Con refrigerador	2,429,286	907,561	1,938,471
Con TV	2,545,520	930,305	2,003,441

El tamaño de la muestra se determina estadísticamente en la metodología, tomando en consideración el tiempo y los recursos disponibles para el desarrollo del inventario. Se buscó obtener un nivel de confianza del 95 por ciento.

Para el cálculo de la muestra en los tres estados se toma en cuenta la **Ecuación 1**, como una versión preliminar. La cual puede ser definida formalmente de la manera siguiente:

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

Donde:

n = el tamaño de la muestra

N = tamaño de la población

σ = Desviación estándar de la población que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0.5

Z = Valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se lo toma en relación al 95% de confianza equivale a 1.96 (como más usual) o en relación al 99% de confianza equivale 2.58, valor que queda a criterio del investigador. El valor seleccionado para este proyecto es una confianza de 95%

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0.01) y 9% (0.09), valor que queda a criterio del encuestador. El valor seleccionado para este proyecto es un error muestral de 0.05

Ec.1

Tabla 12. Muestra por estado para la encuesta a hogares

Variables		Ciudad de México	Jalisco	Baja California
Tamaño de la población	N	2,545,520	2,003,441	930,305
Tamaño de la muestra	N	384	384	384
Valores considerados para la selección de la muestra $e= 0.05$, $Z= 1.96$, $\alpha = 0.05$				

Nota: Para poblaciones mayores a 100 mil habitantes, el número mínimo de encuestas en la Ec.1 se hace constante.

4.1.8. Precisión requerida

El presente estudio tiene dos fuentes principales de información primaria: datos oficiales publicados para la primera aproximación y datos empíricos adquiridos a través de las encuestas para la segunda aproximación. Ambas fuentes de información tienen cierta incertidumbre, pero corresponden a los datos más exactos alcanzables dentro del marco de este estudio.

La primera aproximación utiliza una versión adaptada a México de la metodología recomendada por el e-Waste Monitor 2014 (C.P. Balde, et al 2015). Dicho documento estima la precisión de la metodología para países fuera de la Unión Europea en $\pm 10\%$. Por lo tanto, se espera que los datos generados en la primera aproximación tengan la misma precisión. En ello se toma en cuenta que la duración de vida de los equipos electrónicos está basada en datos empíricos obtenidos de estudios realizados en la Unión Europea (C.P. Balde, et al 2015) pero que son las

aproximaciones más detalladas al respecto a nivel internacional.

Para el caso del levantamiento y verificación de información, el tamaño de muestra se determinó de tal manera que la precisión y confiabilidad de la información obtenida mediante encuestas, tenga un nivel de confianza del 95 por ciento.

Por lo tanto, se considera para efectos de las primeras aproximaciones un error entre los parámetros anteriormente mencionados y otro porcentaje de error correspondiente al sesgo implícito que tiene la información de otras fuentes consideradas en las metodologías aquí expuestas. Por medio de la tercera aproximación, se buscó maximizar la precisión al combinar ambas metodologías.

4.2. Acopio de información

Las principales fuentes utilizadas son: fuentes oficiales; fuentes bibliográficas, estimaciones y proyecciones desde otros países; y cálculos basados en importación, exportación y producción a nivel país.

4.2.1. Fuentes Oficiales

Se definen, como una de las principales fuentes de información para este estudio, las fuentes oficiales disponibles. A continuación, se muestra una lista de las fuentes de información clasificadas por fuente, año de publicación y título del documento o estudio. De estas bases de datos se obtendrá el número de dispositivos existentes en el país a partir de las importaciones, exportaciones y de la producción nacional.

Las fuentes de información nacionales oficiales se consideran como “actores clave”. Incluyen fuentes

federales de datos, sobre producción, importación, exportación y consumo de productos electrónicos, así como del manejo de sus residuos. También información sobre datos demográficos de población y sus estratos socioeconómicos, autoridades estatales de las entidades: Baja California, Ciudad de México y Jalisco; cámaras industriales y de comercio pertinentes, disponibles en internet o solicitadas a sus registros, en su caso. Esto se presenta en la Tabla siguiente.

Tabla 13. Lista de fuentes de información oficial (actores clave)

Actores clave	Año	Título del documento	Liga Electrónica
INECC, SEMARNAT	N/D	Los Residuos Electrónicos en México y en el Mundo	http://www2.inecc.gob.mx/publicacionesdownload/715.pdf https://docplayer.es/11047843-Los-residuos-electronicos-en-mexico-y-el-mundo-leonora-rojas-bracho-arturo-gavilan-garcia-victor-alcantara-concepcion-y-frinee-cano-robles.html
Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)	2016	CCA (2016), Caracterización cuantitativa de flujos internos y transfronterizos de productos electrónicos usados: estudio de caso sobre computadoras y monitores usados en América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá, 138 pp.	http://www3.cec.org/islandora/es/item/11673-quantitative-characterization-domestic-and-transboundary-flows-used-electronic-es.pdf
Asociación Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL)	2013	Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial, Teléfonos celulares	http://www.anatel.org.mx/programaverde.pdf
INEGI	2013 a 2015, actualización 2016	Ciencia y tecnología	http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=19007 http://www.beta.inegi.org.mx/temas/pecyt/
INEGI	2015 Publicado en 2016	<i>“Encuestas en hogares” y se seleccionó “Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH)”</i>	http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2016/especiales/especiales2016_03_01.pdf http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63383/Resultados_ENDUTIH-Prensa_INEGI_rev_11032015.pdf http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/enchogares/regulares/dutih/2016/default.html
INEGI	2014	Producción Bruta Total	https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj6ltLLmKHQAhVCs1QKHUiCQg-QFggfMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.inegi.org.mx%2Fest%2Fcontenidos%2Fespanol%2Fproyectos%2Fcensos%2Fce2009%2FTabulados%255Crd09_SON09.xls&usg=AFQjCNFrm5KCbSPM_p5ocMDA-BKMzESmLeQ&bvm=bv.138169073,d.cGw http://bit.ly/ProducBrutaTotal
INEGI	2010	Censo de Población y Vivienda 2010. Intercensal	http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=27302&s=est
INEGI	Actualización 2015	Banco de Información Económica	http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/
PROMEXICO	2014	Insumos industriales y TIC's, Industrias creativas y del conocimiento	http://www.promexico.mx/es/mx/sectores
Cámara Nacional de Manufactura Eléctricas (CANAME)	2016	Estadísticas del sector, octubre 2016	http://www.caname.org.mx/index.php/servicios/estadisticasdelsector

Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT)	2015	Anuario Estadístico 2015	http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/anuario-estadistico-2015-acc_1.pdf
Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la información (CANIETI)	2015	Cifras y Gráficos 2015	http://www.canieti.org/Industria/estudiosyestadisticas.aspx
Actores clave	Año	Título del documento	Liga Electrónica
Secretaría de Economía (SE)	1993-2016	Comercio Exterior/Información Estadística y Arancelaria/importaciones y exportaciones por país 1993-2016/por socios	http://www.gob.mx/se/documentos/comercio-exterior-informacion-estadistica-y-arancelaria-importaciones-y-exportaciones-por-pais-1993-2016-por-socios https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/comercio-exterior-informacion-estadistica-y-arancelaria?state=published
Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Jalisco (SEMADET)	2016	Autorización para el manejo de residuos de manejo especial.	http://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/residuos/gestion-integral-de-residuos
Secretaría de Protección al Ambiente, Baja California (SPABC)	2016	Licencia como Prestador de Servicios para el Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial.	http://www-2.baja.gob.mx/intranet/Sitrased.nsf/7e-f7c05da3e4ec6b88257909006081a0/71bfda578bf-6d53c88257937007250cf?OpenDocument
Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA)	2016	Listado de establecimientos mercantiles, de servicios y/o unidades de transporte de residuos sólidos de competencia local, con autorización y registro otorgado por la SEDEMA (RAMIR).	http://www.sedema.cdmx.gob.mx/servicios/servicio/ramir
Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte 2013 (SCIAN 2013)	2013	Libro SCIAN	http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/SCIAN/presentacion.aspx

4.2.2. Fuentes bibliográficas; estimaciones y proyecciones desde otros países

En esta sección se enlistan los documentos de los cuales se obtiene información relevante para determinar algunos de los parámetros como el número de dispositivos, la masa, la vida media, entre otros. Se toman en cuenta los reportes de inventarios desarrollados en el país, así como los datos de los inventarios a nivel internacional que incluyen a México. A partir de estas fuentes se tienen datos base (estimados) históricos, al menos a partir de 2006 de México para algunos de los equipos. Asimismo, se revisa la información de las metodologías utilizadas en México, así como internacionales, que sirvieron para complementar y/o afinar los cálculos.

Tabla 14. Lista de fuentes bibliográficas; estimaciones y proyecciones desde otros países

No.	Nombre del documento	Año	Organización / autores
Diagnósticos			
1	Project Document “UNDP-MX-Environ-BPC-PRODOC”	2015	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
2	Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica en México.	2007	IPN-INE/ Guillermo J. Román Moguel

3	Diagnóstico Regional sobre la generación de residuos electrónicos al final de su vida útil en la Región Noreste de México.	2008	ITESM Campus Monterrey-INE-SEMARNAT/ Joaquín Acevedo Mascarúa, Erick R. Rivas Rodríguez y Olivia Carrillo Gamboa
4	Estudio de análisis, evaluación y definición de estrategias de solución de la corriente de residuos generados por electrodomésticos al final de su vida útil.	2009	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
No.	Nombre del documento	Año	Organización / autores
5	Diagnóstico regional de residuos electrónicos en dos ciudades de la Frontera Norte de México: Tijuana y Ciudad Juárez	2010	CIEMAD-IPN-INE/ Guillermo J. Román Moguel
6	Diagnóstico de la generación de residuos electrónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México.	2010	CIEMAD-IPN-INE/ Rosa Laura Meraz Cabrera
7	Diagnóstico de la Gestión de los Residuos Electrónicos en Colombia.	2008	EMPA Materials Science and Technology/Daniel Ott
Papers			
8	Key drivers of the e-waste recycling system: Assessing and modelling e-waste processing in the informal sector in Delhi.	2005	Martin Streicher Porte, Rolf Widmer, Amit Jain, Hans Peter Bader, Ruth Scheidegger, Susanne Kytzia.
9	Decision factors for e-waste in Northern Mexico: To waste or trade	2014	ITESM Ciudad de México/ Jesús. A. Estrada Ayub, Ramzy Kahhat.
Guías e información de apoyo			
10	E-waste Volume I Inventory Assessment Manual	2007	United Nations Environment Programme (UNEP)
11	The Global e-waste monitor 2014 Quantities, flows and resources	2014	United Nations University Institute for the Advanced Study of Sustainability (UNU-IAS)
12	E-waste statistics Guidelines on classification, reporting and indicators 2015	2015	United Nations University Institute for the Advanced Study of Sustainability (UNU-IAS)
13	Ecoinvent data v2.2 the 2010 version f the most comprehensive and most popular public LCI database	2010	Swiss Centre of Life Cycle Inventories
14	Guía municipal de gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para el noreste de México	2012	COLEF-INE/ Ma. Eugenia González Avila
15	eWaste en América Latina el aporte de los operadores móviles en la reducción de la basura electrónica- Estudio de casos	2014	GSMA Latin America
16	Los Residuos Electrónicos en México y el mundo.	N/D	SEMARNAT- INECC/ Leonora Rojas Bracho, Arturo Gavilán García, Víctor Alcántara Concepción y Frineé Cano Robles
17	Análisis de estadísticas del INEGI sobre residuos sólidos urbanos.	2015	INEGI/ José Paul Carrasco Escobar y José Luis Ángel Rodríguez Silva
Análisis de Ciclo de Vida			
18	Análisis de ciclo de vida de residuos electrónicos y propuesta de manejo en ciudades fronterizas de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.	2012	COLEF/ María Eugenia González

19	Análisis de Ciclo de Vida de las alternativas para el manejo de residuos electrónicos en México	N/D	AMEQA-SETAC/Gavilán García, Alcántara Concepción.
20	Estudio de Análisis de Ciclo de Vida de computadoras al término de su vida útil	2013	INECC/Arturo Gavilán García, Frineé Kathia Cano Robles y Víctor Alcántara Concepción
21	Environmental impacts at the end of the life of computers and their management alternatives in México	2016	INECC-UNAM/ Víctor Alcántara Concepción, Arturo Gavilán García, Irma C. Gavilán García.

4.2.3. Encuestas

La segunda aproximación metodológica para la determinación del inventario se basa en datos empíricos obtenidos mediante encuestas realizadas en los estados piloto. Con la información de las encuestas se obtuvo el número de dispositivos, tasa de desecho y valores de vida media para los estados.

Las encuestas se aplicaron en dos grupos de interés: hogares y empresas. También se consideraron los datos de encuestas realizadas anteriormente en el país y se complementaron en algunos aspectos.

La encuesta a hogares tuvo como objetivo conseguir datos directos en campo. Principalmente se enfocó en obtener información que permitió la estimación estadística de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Para lograr esto último se recogió información relacionada a: las características sociodemográficas de los hogares encuestados y sus miembros, tales como género, escolaridad, ingresos y proporción de gastos dedicados a la compra de equipos eléctricos y electrónicos (ver Anexo 1). También se indaga el origen de las compras de los equipos (así como las transferencias en especie entre hogares), la vida útil de los equipos, disponibilidad y tipo de equipos y disposición final.

La aplicación de esta encuesta se realizó de forma directa en los hogares seleccionados de manera aleatoria. Es decir, se entrevistó directamente a un conjunto de personas que proporcionaron la información antes descrita. Para tener el acceso a las personas a encuestar, con objeto de lograr los mejores resultados, se realizaron encuestas directas por casa-habitación

o en lugares públicos, por medio de contactos a través de empresas y organizaciones con las que el Consultor tiene contacto, de tal manera que se tuvo acceso directo y más seguro a éstas (debido a cuestiones de seguridad, las personas tienen reticencia a proporcionar datos). A continuación, se describen algunos ejemplos de variables y preguntas que se incluyeron en la encuesta; las preguntas fueron cerradas primordialmente, para facilitar las respuestas.



Encuesta en Hogares

1. Nombre del encuestado
2. Dirección del encuestado
3. Número de personas que habitan su mismo domicilio y su edad
4. Composición familiar, número de habitantes
5. Características de la vivienda
6. Acceso a crédito formal
7. Indique el tipo de **AEE** que existen en su casa
8. Indique la cantidad de **AEE** que hay en su casa
9. Cuántos años de uso tiene los **AEE**
10. En cuántos años reemplaza los **AEE**
- 11.Cuál es la razón para el reemplazo
12. Qué hace con el equipo que reemplaza

La encuesta se diseñó de tal forma que contenía preguntas cerradas y en aquellas que pudiesen tener respuestas abiertas, se presentaron varias opciones para la respuesta y/o intervalos para las mismas.

En el caso de las encuestas diseñadas para las empresas, éstas hicieron posible obtener información sobre su tamaño, actividad económica principal, vida útil de los **AEE**, tasa de desecho, tipo de equipos, depreciación de equipos, destrucción fiscal y disposición final de los **RAEE**, entre otros aspectos relevantes. Se aclara que esto aplica principalmente al uso de equipos electrónicos de comunicación y cómputo, que son los que éstas requieren en sus operaciones.

La recopilación de información para este nivel de agregación se realizó vía electrónica o telefónica; sin embargo, cabe mencionar que a pesar del esfuerzo realizado, sólo se obtuvieron un total de siete encuestas contestadas, es decir, tres empresas en la Ciudad de México, tres en el estado de Jalisco y una en Baja California, sin embargo, esta última decidió no incluirse dentro del análisis debido a que no contenía información completa sobre el número de dispositivos. Cabe mencionar, que las empresas encuestadas fueron del giro industrial manufacturero, ya que se consideró como uno de los principales generadores de **RAEE**. A continuación, se describen las principales variables incluidas en la encuesta (ver Anexo 2):

Encuesta en Empresas y Organizaciones

1. Número de empleados
2. Actividades de la empresa
3. Dependencia tecnológica a los AEE⁴
4. Indicar el tipo de equipos AEE que hay en la empresa
5. Indique la cantidad de AEE que hay en las empresas
6. En cuántos años reemplaza los AEE
- 7.Cuál es la razón para el reemplazo
8. Qué hace con el equipo que reemplaza
9. Cuánto tiempo los almacena
10. Depreciación de equipos
11. Destrucción fiscal
12. Cuenta con un plan de manejo de residuos

Diseño del cuestionario y levantamiento en campo

El diseño del cuestionario se realizó de acuerdo con las siguientes características:

- a) Permite la recolección de información precisa (preguntas cerradas).
- b) Facilita al encuestador las labores de la recopilación y procesamiento de datos.
- c) Evita recopilar información no esencial.
- d) Permite un examen exhaustivo y significativo de los datos recogidos.
- e) Evita preguntas tendenciosas.
- f) Orden de preguntas de forma lógica que favorece la motivación para responder la encuesta.

⁴La dependencia tecnológica es la necesidad de utilizar equipamiento o servicios tecnológicos que faciliten la ejecución de actividades o implementación de procesos.



Para garantizar la calidad de la encuesta, la estructura de levantamiento de datos fue la siguiente: coordinador, validador y entrevistadores. El rol del primer miembro del equipo fue planear las actividades de campo y asegurarse que éstas se llevaran a cabo por los entrevistadores de manera responsable, ordenada, en tiempo y forma. El validador revisaba en campo la calidad de la información levantada a partir de la aplicación del cuestionario a hogares; después de cada día de trabajo se revisaba minuciosamente cada cuestionario completado, se verificaba que las respuestas registradas fueran correctas y coherentes. Finalmente, los entrevistadores fueron los responsables de aplicar los cuestionarios. El grupo de entrevistadores se conforma por equipos de dos personas para realizar el muestreo de acuerdo al número seleccionado y el método de muestreo, con un número definido de encuestas a aplicar.

4.3. Primera aproximación a nivel país para el inventario y los estados piloto



De acuerdo con la metodología por etapas descrita anteriormente, esta primera aproximación se basa en los datos oficiales accesibles sobre importación, exportación y producción nacional, así como las mejores prácticas internacionales para calcular la masa de los flujos de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Es necesario tomar en cuenta que, para determinar con mayor precisión la cantidad de electrónicos que se desechan en el año de la línea base, se requiere incorporar la probabilidad de que los equipos se desechen en un momento determinado. Esta probabilidad es un factor de la masa total de electrónicos consumidos en un determinado año. Posteriormente, se describe con mayor detalle la metodología que se siguió.

A partir de los datos nacionales, se realizaron estimaciones sobre los tres estados piloto de acuerdo a datos socioeconómicos de cada uno de ellos (viviendas con televisión). De esta forma se obtiene la primera aproximación del inventario a partir de datos oficiales a nivel nacional y estatal

4.3.1. Determinación del número de dispositivos a nivel nacional

Es posible determinar el consumo nacional aparente de los **AEE** a partir de los datos nacionales de importaciones, exportaciones y producción nacional. Como anteriormente se describió, en este modelo se parte de la suposición que el consumo nacional es el resultado de la suma de la producción nacional y la importación de los equipos menos las exportaciones.

Los datos relativos a las importaciones y exportaciones se obtuvieron de la base de datos de **Secretaría de Economía (SE)** de la balanza comercial. La búsqueda se realizó por fracción arancelaria de cada dispositivo identificado como residuo a estudiar de un número entre 3 y 15 años anteriores al año designado como base. Esto es, de los equipos grandes o de larga duración estimada a priori, tales como refrigeradores, lavadoras, entre otros, se obtuvieron datos de 15 años anteriores, mientras que, para equipos menores, el periodo de búsqueda fue más corto. Los datos obtenidos se acopiaron en forma de matriz y se presentan en el Anexo 3. Primera aproximación Nacional.

En aquellos casos en donde los datos de importación y exportación de algún año específico o dispositivo no estuvieron disponibles en las fuentes anteriormente mencionadas, se realizó la búsqueda en otras bases de datos nacionales como el **INEGI**, o en el Banco de Información Económica.

Para los datos de producción nacional se tomó en cuenta la información de la **Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME)** en estadísticas del sector; del **Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT)** en su anuario de estadísticas; en la **Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecno-**

logías de la Información (CANIETI) en la base de datos de cifras y gráficos; en el **INEGI** en los Censos Económicos de producción bruta total y sus componentes de las unidades económicas del sector privado y en la **Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares ENIGH**; entre otras fuentes como se describe en el apartado 5.1. Primera aproximación de la generación de residuos.

En aquellos casos en los que los datos relativos a la producción nacional de cada dispositivo no se encontraron en una misma base de datos como las importaciones y exportaciones, fue necesario particularizar cada componente y unidad económica hasta llegar a la unidad en número de dispositivos.

Al obtener el consumo nacional aparente de electrónicos por año, en los años anteriores a la línea base, se obtuvo el universo de equipos que probablemente serán desechados hasta 2015. Para determinar los flujos en masa, así como los volúmenes específicos desechados cada año, fue necesario tomar en cuenta tanto el peso promedio de cada uno de los equipos, como la probabilidad de que dichos equipos se desechen en el año base. En el siguiente apartado se describe la metodología para determinar la masa de los consumos anuales por tipo de equipo y posteriormente dichas masas se multiplicaron por la probabilidad de ser desechados en un determinado momento, usando la distribución de Weibull correspondiente a cada tipo de aparato.

4.3.2 Cálculo de masa

Para determinar la masa a partir del número de dispositivos se requiere contar con el peso específico de cada uno de ellos. Dado que el universo de modelos de aparatos eléctricos y electrónicos es muy amplio para cada uno de los dispositivos, para los inventarios se utilizan a nivel internacional los pesos promedio indicados por la **UNU** en el documento *E-waste statistics* 2015. A continuación, se muestra el peso promedio por tipo de aparato y para seis años, es decir, 1995, 2000, 2005, 2010, 2011 y 2012.

Tabla 15. Tabla masa promedio (Kg/Unidad) EU-28

UNU-KEY	Dispositivos	1995	2000	2005	2010	2011	2012
1	Calefacción central (hogar instalado)	34.7	32.3	30.9	30,9	30,9	28,1
2	Paneles fotovoltaicos (incluidos los convertidores)	12.0	12.0	12.0	20,0	20,0	20,0
101	Calefacción y Ventilación Profesional (excepto equipo de refrigeración)	59.9	57.0	52.7	49,5	50,0	48,9
102	Lavavajillas	76.8	49.5	45.5	43,3	43,3	42,7
103	Cocina (f.i grandes hornos, hornos, equipo de cocina)	47.3	47.8	45.4	47,7	47,7	45,9
104	Lavadoras (incluidas las secadoras combinadas)	72.6	73.1	71.4	72,4	72,4	71,5
105	Secadores (secadores de lavado, centrifugadoras)	59.6	46.9	43.2	45,9	46,0	43,5
106	Calefacción y Ventilación Doméstica (f.i. campanas, ventiladores, calentadores)	7.6	5.9	5.6	5,3	5,1	5,2
107	No se usa actualmente						
108	Frigoríficos (incluidos los Combi-frigoríficos)	40.2	47.0	52.3	55,0	55,2	54,1
109	Congeladores	50.6	44.1	43.9	44,1	44,1	43,3
110	No se usa actualmente						
111	Aire acondicionado (instalado en el hogar y portátil)	33.4	47.3	26.6	26,6	26,6	25,2
112	Otros Enfriamiento (f.i. deshumidificadores, secadores de bomba de calor)	46.2	42.5	41.2	41,0	41,0	38,8
113	Refrigeración profesional (f.i. acondicionadores de aire grandes, exhibiciones de enfriamiento)	162.3	99.0	109.0	90,2	92,8	90,5
114	Microondas (incluidas las combinadas, excepto las parrillas)	17.6	19.2	20.6	22,9	22,9	22,2
201	Otros Pequeños Hogares (f.i. pequeños ventiladores, planchas, relojes, adaptadores)	0.8	0.9	0.8	0,8	0,9	0,8
202	Alimentos (por ejemplo, tostadora, parrillas, procesamiento de alimentos, sartenes)	3.1	5.0	4.5	3,0	2,7	2,6
203	Agua caliente (f i. CoVee, té, ollas de agua)	1.8	2.7	1.3	2,8	2,9	2,8
204	Aspiradores (excepto profesionales)	5.3	5.5	5.5	5,9	5,9	5,8
205	Cuidado Personal (es decir, cepillos de dientes, secadores de pelo, maquinillas de afeitar)	0.7	0.6	0.5	0,5	0,5	0,5
301	Pequeños IT (routers, ratones, teclados, unidades externas y accesorios)	0.6	0.6	0.9	0,3	0,4	0,3
302	Ordenadores de sobremesa (excepto monitores, accesorios)	15.0	10.2	9.2	8,8	8,8	8,8
303	Portátiles (incl. Tabletas)	4.9	4.3	3.7	3,2	3,2	3,0
304	Impresoras (escáneres, multifuncionales, faxes)	7.8	8.3	9.1	10,3	10,3	10,0
305	Telecomunicaciones (teléfonos inalámbricos, contestadores automáticos)	0.9	0.6	0.5	0,5	0,5	0,4
306	Teléfonos móviles (incluidos Smartphones, buscapersonas)	0.6	0.2	0.1	0,1	0,1	0,1

UNU-KEY	Dispositivos	1995	2000	2005	2010	2011	2012
307	Profesionales de TI (servidores, routers, almacenamiento de datos, copiadoras)	40.0	40.0	40.0	40,0	40,0	40,0
308	Monitores de tubo de rayos catódicos	22.8	17.9	19.4	22,0	22,0	13,0
309	Monitores de pantalla plana (LCD, LED)	5.0	5.6	5.3	5,5	5,5	5,4
401	Electrónica de Consumo Pequeña (f.i. auriculares, mandos a distancia)	0.4	0.4	0.4	0,4	0,4	0,4
402	Audio y video portátiles (f.i. MP3, e-lectores, navegación del coche)	0.3	0.3	0.3	0,2	0,2	0,2
403	Instrumentos de Música, Radio, HiFi (incluyendo Audio)	3.3	3.3	2.3	3,4	3,5	3,4
404	Video (f.i. Grabadores de vídeo, DVD, Blue Ray, set-top boxes)	4.9	4.2	4.0	2,6	2,9	2,7
405	Altavoces	3.4	2.9	2.4	2,1	2,1	2,1
406	Cámaras (videocámaras digitales, cámaras fotográficas y digitales)	1.0	0.9	0.5	0,3	0,3	0,3
407	Televisores de rayo catódico	27.8	28.8	28.4			
408	Televisores de panel plano (LCD, LED, Plasma)			12.0	14,7	14,7	14,3
501	Lámparas (f.i. bolsillo, Navidad, sin LED y incandescente)	0.1	0.1	0.1	0,1	0,1	0,1
502	Lámparas fluorescentes compactas (incluidas retrofit y no retrofit)	0.1	0.1	0.1	0,1	0,1	0,1
503	Lámparas fluorescentes de tubo recto	0.1	0.1	0.1	0,1	0,1	0,1
504	Lámparas especiales (mercurio profesional, sodio de alta y baja presión)	0.1	0.1	0.1	0,1	0,1	0,1
505	Lámparas LED (incl retrofit lámparas LED y luminarias LED de uso doméstico)				0,08	0,08	0,08
506	Luminarias domésticas (inc. Accesorios para hogares incandescentes)	0.6	0.5	0.5	0,5	0,5	0,5
507	Luminarias profesionales (oficinas, espacios públicos, industria)	3.1	4.9	2.7	2,7	2,7	2,6
601	Herramientas para el hogar (es decir, taladros, sierras, limpiadores de alta presión, cortadoras de césped)	16.7	15.9	15.2	15,2	15,2	14,4
602	Herramientas profesionales (f.i. para soldadura, soldadura, fresado)	2.8	3.0	3.0	3,5	3,4	3,3
701	Juguetes (f.i. juegos de carreras de coches, trenes eléctricos, juguetes de música, bicicletas)	0.5	0.5	0.5	0,5	0,5	0,5
702	Consolas de juegos	2.4	2.1	2.0	2,0	2,0	1,9
703	Ocio (f.i. gran ejercicio, equipo deportivo)	52.0	52.0	52.0	52,0	52,0	52,0
801	Hogares médicos (termómetros, medidores de presión arterial)	0.3	0.2	0.2	0,2	0,2	0,2
802	Profesional Médico (hospital, dentista, diagnóstico)	67.1	67.1	67.1	67,1	67,1	67,1
901	Monitoreo y control de hogares (alarma, calor, humo, excluidas las pantallas)	0.8	0.3	0.3	0,4	0,3	0,3
902	Monitoreo y Control Profesional (f.i. laboratorio, paneles de control)	8.5	6.2	5.5	5,5	5,5	5,4
1001	Dispensadores no refrigerados (f.i. para venta, bebidas calientes, entradas, dinero)	51.0	46.4	44.0	44,0	44,0	43,2
1002	Dispensadores refrigerados (f.i. para la venta, bebidas frías)	166.0	93.8	92.2	92,2	92,2	90,6



Como se observa en la **Tabla 15**, existe una clara tendencia a la disminución del peso de los equipos en general. Por otro lado, debido a que la clasificación de la **UNU** difiere de la definida inicialmente, la información obtenida de la tabla de la **UNU** y de otras fuentes se homogeneizó con las categorías definidas en este estudio tomando en cuenta los cambios de peso con el paso del tiempo. Estos valores finales con las masas utilizadas se muestran en el apartado 5.1.1. Valores de producción nacional, en la **Tabla 23**.

Tras haber obtenido la masa promedio de cada uno de los equipos definidos como residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en este estudio, es posible estimar la masa correspondiente al consumo **RAEE** de cada año. La suma de las masas por equipo resulta en el volumen anual de consumo de electrónicos, pero este aún no refleja la masa real de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en un determinado año: la línea base 2015. Para determinar el volumen real de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que estarían disponibles para reciclarse en el año base, fue necesario tomar en cuenta el tiempo de uso de cada uno de los dispositivos y la probabilidad de cada uno de ellos de ser desechado en un momento determinado, lo cual se describe en los siguientes apartados con mayor detalle.

4.3.3. Duración de Vida (Distribución de Weibull)

En los apartados anteriores se describió la metodología necesaria para obtener los valores de la masa del consumo por equipo a nivel nacional. Para obtener la masa total de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos probablemente disponibles en 2015, fue necesario tomar en cuenta que los equipos electrónicos tienen una vida media diversificada por equipo.

Es importante tomar esto en cuenta para determinar la cantidad de años anteriores a la línea base que se requieren considerar en el inventario. Por ejemplo, si la vida media de un teléfono celular es dos años, no es necesario considerar los equipos que aparezcan en los datos de consumo 8 años anteriores a la línea base, pero, para tener mayor precisión en los resultados, se

Por ejemplo...

La **vida media** de un
teléfono celular
es alrededor de
2 años,

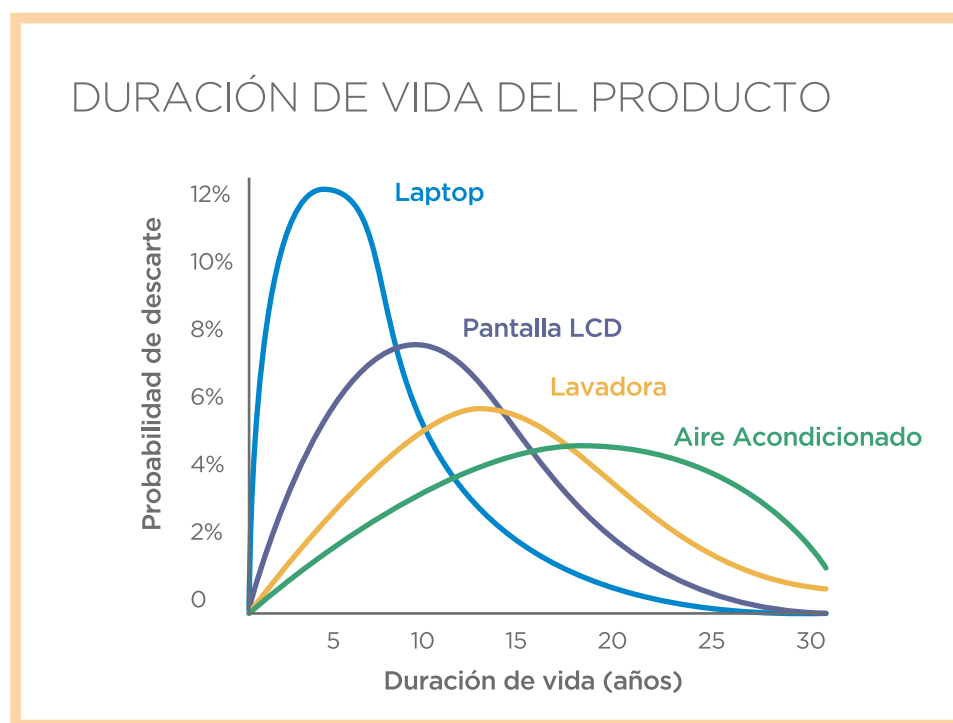
mientras que la de una
lavadora
es de aproximadamente
13 años.

considera parte del año anterior y posterior. Para ponderar la probabilidad de que un electrónico se deseché en un determinado año, se utiliza internacionalmente la función de Weibull ya que matemáticamente, el tiempo de vida asume la forma de esta función.

Existen dos ventajas principales que apoyan el uso de la distribución de Weibull frente a otras metodologías. La primera se refiere al tipo de cálculo. Mientras que, por medio de la vida media, se intenta identificar y sumar la vida útil (primer uso), vida pasiva (segundo uso) y almacenamiento, por medio de la distribución de Weibull se calcula la probabilidad de que el equipo electrónico falle y por lo tanto deje de ser usado. La segunda se refiere al rango de años tomados en cuenta para el cálculo de los residuos. Mientras que en otras metodologías se toma un año específico (por ejemplo, 2 años anteriores a la línea base para celulares) por medio de utilizar la distribución de Weibull es posible dar valores a los años anteriores y posteriores al año con la mayor probabilidad de que un equipo falle.

La **figura 9** muestra la duración de diferentes productos basados en la distribución de Weibull y parámetros específicos para cada tipo de electrónico (Balde, C.P., et al. 2015).

Figura 9. Duración de diferentes productos basados en la distribución de Weibull.



Como se puede ver en la gráfica, la duración de vida de cada producto obedece a lógicas de distribución probabilística.

La **probabilidad más alta**
de que una **computadora**
portátil (laptop) **falle**, es
después de **4 años** de uso,

mientras que un **televisor**
plano (Flat Panel TV)
tiene una **alta probabilidad**
de fallar **después** de **8 años**.

Es importante tomar en cuenta que la probabilidad de que los equipos se dañen un año antes o después es también relativamente alta y es por ello que en este estudio se utiliza esta metodología. Es importante aclarar que cada una de las curvas de Weibull corresponde a un tipo de electrónico específico y ésta depende de dos parámetros: forma y escala. El parámetro de escala se asocia con la vida media y fue ajustado con datos reales empíricos con el fin de acercarse más a las características de la vida real. Dichos parámetros se determinaron bajo condiciones normales de uso en Bélgica, Holanda y Francia y es el único conjunto de datos existente al respecto. Generar dichas curvas específicas para México, resultaría en un estudio separado muy amplio y no se considera que las condiciones de uso en México sean extremas, por lo cual no se esperan grandes cambios en los parámetros que alimentan las curvas.



Se siguieron los siguientes pasos:

- a) Calcular los datos discretos de probabilidad de desecho para los años de los cuales se obtuvieron datos de consumo.
- b) Multiplicar la probabilidad de desecho con el año correspondiente de consumo.
- c) Sumar las multiplicaciones por tipo de equipo: se determina el flujo por tipo de equipo.
- d) Sumar las masas de todos los tipos de equipos: se determina el flujo total de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en la línea base.



4.3.4. Resultado de los cálculos a nivel nacional y estados piloto

A partir de los datos generados en los tres subcapítulos anteriores se calcula la primera aproximación del inventario nacional con base en datos oficiales y mejores prácticas a nivel internacional, resultados que se describen en el apartado 5.1. Primera aproximación de la generación de residuos. Dado que el dato final al que se desea llegar es el flujo total anual de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, la suma de los flujos parciales resulta en el monto total de residuos generados en el año base.

Cada tipo de equipo (aire acondicionado, congeladores, etc.) contribuye en un año determinado con el resultado de la multiplicación de la masa de equipos consumidos en ese año con la probabilidad de fallo del mismo año. A partir de los datos obtenidos a nivel nacional, se llevaron a cabo las aproximaciones para los estados piloto utilizando el número de viviendas con TV en cada uno.

4.4. Segunda aproximación del inventario en los estados por medio de encuestas



Siguiendo la línea de la metodología se determinó la aproximación del inventario con datos adquiridos a partir de las encuestas aplicadas a los estados piloto. De las encuestas se obtiene información del número de dispositivos, tasa de desecho y valores de vida media para los estados. A partir de los datos estatales, se realizaron las estimaciones sobre el dato nacional de acuerdo a datos demográficos del país.

El proceso de captura en campo fue por bloques, una vez liberada la producción de encuestas se continuó con la captura de datos en el software Excel de Microsoft Office y se inició el primer análisis para descartar datos atípicos y errores de captura.

4.4.1. Determinación del número de dispositivos en los estados piloto

El número de dispositivos se determinó a partir de los datos obtenidos en cada hogar específicamente con el número de aparatos que se encuentren en uso y los que estén en desuso y una extrapolación con base en el número de viviendas que cuentan con televisor en cada estado. Para facilitar el acopio y el análisis de la información los dispositivos se clasificaron en las siguientes cinco categorías:

- a) electrodomésticos grandes;
- b) electrodomésticos pequeños;
- c) informáticos y de telecomunicaciones;
- d) de consumo y
- e) otros, como se muestra en la Tabla siguiente.

Tabla 16. Categorías utilizadas en las encuestas para la clasificación de los equipos

Categorías y dispositivos		
Equipos grandes	Equipos pequeños	Informáticos y de telecomunicación
Lavadoras y/o secadoras	Tostadores	Pantallas LCD
Refrigeradores y/o congeladores	Aspiradoras	Laptops y/o Notebooks
Aire acondicionado	Estufas eléctricas	Tabletas y/o celulares
Ventiladores	Cafeteras	PCs
Hornos de microondas		Teléfonos fijos
De consumo	Otros equipos	Impresoras y/o Copiadoras
Televisores TRC	Herramientas domésticas	
Radios	Juguetes y/o video juegos	
Videocámaras	Monitoreo y control	

Las encuestas excluyen los equipos de paneles fotovoltaicos, ya que aún no son equipos de uso regular o común dentro de los hogares del país. La información de los equipos que se encuentran en uso y los que estén en desuso se obtuvo para cada hogar de la muestra de cada uno de los estados por estrato socioeconómico.

Adicionalmente, los datos obtenidos de las encuestas se presentan como un promedio de aparatos por hogar; por ejemplo, los resultados de las encuestas en Jalisco arrojaron un promedio de televisiones por hogar en el estrato socioeconómico alto de 2 televisiones/hogar; estos valores ofrecen una alternativa para el cálculo de la generación considerando el nivel socioeconómico, sin embargo, en el presente inventario, el cálculo de dispositivos se realiza considerando el número de viviendas con TV en cada estado.

De manera similar se buscó estimar el número de **AEE** en las empresas, para posteriormente calcular los montos relativos a los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Por medio de las encuestas aplicadas a las empresas, se obtuvieron los datos de aparatos en uso y desuso. A partir de estos resultados y de datos oficiales sobre el total de unidades económicas de la industria manufacturera para cada estado, se calculó el número de dispositivos a nivel estatal. Como se mencionaba previamente, las empresas encuestadas fueron del giro industrial manufacturero, por considerarlo como uno de los principales generadores de **RAEE**.

La suma de los resultados obtenidos por medio de las encuestas aplicadas a hogares y empresas, resulta en los montos totales estatales de **AEE**, de los cuales posteriormente se estiman los residuos producidos. Cabe mencionar que, para el estado de Baja California, donde no se obtuvieron resultados de las encuestas para empresas, se obtuvo un promedio de los valores de consumo de Ciudad de México y Jalisco, para realizar la proyección estatal.

Dado que las encuestas se realizaron en 2017, el número de dispositivos en uso obtenido por medio de las encuestas es de 2017 y no relativo al año base 2015. Con el fin de obtener los datos relativos al año base, se considera un ajuste tomando en cuenta la vida media obtenida a partir de las encuestas. Se identificó que la vida media de la mayor parte de equipos electrónicos es mayor a dos años, por lo cual la variación entre los equipos electrónicos por hogar entre 2015 y 2017 es menor.

4.4.2. Cálculo de masa

Una vez calculado el consumo en número de dispositivos, se obtuvo el total en unidades de masa utilizando los mismos valores que en la primera aproximación, es decir, los pesos promedio indicados por la **UNU** en el documento E-waste statistics 2015 y que se muestran en la **Tabla 23**.

4.4.3. Vida media

Dentro de la segunda aproximación del presente inventario, la vida útil se utilizó también para determinar el número de **RAEE** en hogares y empresas en 2015. Es decir, que para obtener una de las estimaciones de la generación de residuos, se dividió el total de dispositivos en unidades de masa entre la vida útil, dato obtenido de la pregunta en las encuestas ¿Cada cuánto los reemplazas?; sin embargo, la vida media se define como el espacio temporal en el cual un producto llega a su final de vida. Se determina a partir de los parámetros “*vida activa*”, “*vida pasiva*” y “*almacenamiento*”.

La vida activa o útil consiste en el espacio temporal en el cual un equipo se usa de manera efectiva, la vida pasiva representa a su vez el

tiempo de uso de “*segunda mano*” y el almacenamiento es el periodo temporal en desuso, esto de acuerdo con la guía Inventory Assessment Manual (2007). La vida media de los dispositivos se determina con base en la siguiente función:

$$\begin{array}{c} \text{Vida Activa} \\ + \\ \text{Vida Pasiva} \\ + \\ \text{Almacenamiento} \\ = \\ \text{Vida Media} \end{array}$$

En el documento que se menciona previamente, se describe que cada región geográfica es diferente. En el caso de México, no se cuenta con datos suficientes en las fuentes oficiales y tampoco fue posible determinarlo con la información de las encuestas, el único dato que se obtuvo fue el de la vida activa o útil; sin embargo, queda como precedente para los estudios o actualizaciones de los inventarios que se realicen posteriormente.

4.4.4. Tasa de desecho

Con el uso de la vida media, se obtuvo una estimación de la generación de residuos; sin embargo, como una segunda alternativa utilizando los resultados de las encuestas, se calculó la tasa de desecho con los valores obtenidos en las encuestas sobre los equipos en uso y desuso.

La tasa de desecho es el porcentaje de aparatos que serán desechados, respecto al total de equipos que hay en cada hogar; es decir, que esta tasa corresponde a la relación porcentual que existe entre el número de dispositivos en desuso con respecto a la cantidad total de aparatos.

Para obtener una segunda estimación mediante esta segunda aproximación, se consideró como consumo, el obtenido de las fuentes oficiales, y para calcular la generación de residuos, se multiplicó por la tasa de desecho; sin embargo, este total considera todos los aparatos que se encuentran en desuso, incluidos aquellos que se encuentran almacenados; es decir, en la encuesta se preguntó sobre el destino final de los dispositivos en desuso, esta incluía cuatro opciones, venta, donación, desecho y almacenamiento, sin embargo, para el resultado final de esta estimación se consideraron únicamente los totales de venta, donación y desecho, ya que se refieren a los residuos que si saldrán de los hogares y establecimientos. Cabe mencionar que se decidió utilizar los porcentajes resultado de las encuestas de los hogares, por considerarse más representativos en comparación a los obtenidos de los resultados de las empresas.

4.4.5. Resultado de los cálculos a nivel nacional y estados piloto

A partir de los datos obtenidos por medio de las encuestas y de los cálculos anteriormente mencionados, se obtiene como resultado de esta sección el inventario de generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos de los estados piloto; en este caso, se obtuvieron dos estimaciones, que se resumen a continuación:

1. Se realizó la extrapolación del número dispositivos obtenidos de las encuestas con respecto al número de viviendas con TV que hay en cada estado para obtener la cantidad total de **AEE**. Posteriormente, se calcularon estos datos en unidades de masa⁵ el cual fue dividido entre la vida útil para obtener la generación de residuos. El dato de la vida útil fue obtenido de los resultados de las encuestas y es un valor para cada una de las cinco categorías.
2. Se utilizó el consumo aparente obtenido de las fuentes oficiales (en unidades de masa) y que fue aterrizado para cada estado piloto. Posteriormente, se calculó la tasa de desecho para cada equipo (relación porcentual del consumo total con respecto a la cantidad de equipos en desuso) y con ella se calculó una generación total de residuos; sin embargo, para obtener el resultado final, a este total se le restó el porcentaje de almacenamiento, que parte de los resultados a la pregunta sobre qué realizan con sus equipos cuando van a ser reemplazados; de esta manera, se obtienen aquellos residuos que posiblemente desecharán los hogares, ya sea para su venta, donación o desecho.

De este modo se obtienen los inventarios estatales a partir de los resultados de las encuestas. Para extrapolar los datos a nivel nacional, se tomó en cuenta el número de viviendas con televisión de los tres estados y con base en la generación de residuos estimada y el total de viviendas a nivel nacional, se obtuvo el valor de la generación para el país. En el caso de las encuestas a empresas, se realizó el mismo análisis, pero utilizando las unidades económicas de la industria manufacturera.

4.5. Aproximación del inventario total

En las secciones anteriores se realizaron dos aproximaciones independientes del inventario nacional de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Inicialmente se realizó una estimación a partir de datos oficiales nacionales de importación, exportación y producción de los cuales se extrajo el consumo nacional aparente de electrónicos. A partir de eso, se calculó la masa de electrónicos consumidos anualmente tomando pesos promedio por equipo usados internacionalmente en el sector.

⁵El número de unidades obtenido de las encuestas se multiplica por el peso promedio con referencia a tablas de masa internacionales y con esto, se obtiene el peso de los dispositivos en uso y desuso en los hogares y empresas de los tres estados.

Para determinar el monto de residuos que se obtiene a partir del consumo, se tomó en cuenta la duración de uso de cada tipo de equipo. Dicha duración se comporta como la función Weibull, de la cual se extrajo la probabilidad de que los equipos dejen de funcionar en un momento determinado. La suma de la multiplicación de dicha probabilidad por el consumo de cada dispositivo en un año determinado, produce las cantidades anuales en masa, de residuos eléctricos y electrónicos. Al sumar los totales por dispositivo se determina la cantidad total de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados en 2015.

En la segunda aproximación se parte de las encuestas realizadas en los estados pilotos y del análisis y procesamiento de los datos obtenidos de dichas encuestas, en el caso de la primera estimación, el número de dispositivos promedio encontrado se multiplica por el número de viviendas con televisión de cada estado. Este número de dispositivos encontrado se multiplica por la masa promedio para calcular el inventario bruto de dispositivos, para luego ser acotado por la vida útil y así calcular la aproximación del inventario a partir de los datos de las encuestas. En la segunda estimación, se utilizan los valores obtenidos de consumo aparente (obtenido de las fuentes oficiales) para cada estado piloto en unidades de masa para ser multiplicados por la tasa de desecho que se calculó previamente con los resultados del número de equipos en desuso. A este valor obtenido se le resta el porcentaje con referencia a los equipos que se encuentran almacenados en los hogares, para dejar finalmente solo aquellos que son enviados a donación, venta o desecho.

La tercera aproximación se deriva de las dos aproximaciones anteriormente mencionadas. Tras discutir los resultados obtenidos en las dos metodologías anteriores y comparar críticamente los resultados correspondientes a cada una de ellas, se procedió a la realización de la tercera aproximación. La metodología consiste en la evaluación de los resultados obtenidos en cada uno de los pasos y la subsecuente combinación de éstos, de modo que los resultados finales asemejen más a los montos reales; como se describe en el apartado correspondiente.

4.6. Análisis prospectivo

Como parte del presente inventario nacional y a partir de cálculos econométricos, se incluyen las proyecciones a futuro para el 2021 y 2026. A continuación, se presenta una revisión de las metodologías econométricas aplicadas en la literatura académica reciente, asimismo, se describe la empleada en este estudio.



4.6.1. Revisión de las metodologías empleadas en la prospección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

De acuerdo con la literatura revisada existe una variedad de métodos empleados en la estimación de los **RAEE**. Éstos se clasifican con base en: el enfoque utilizado, el área geográfica cubierta, las series de datos y las variables independientes utilizadas (Araujo, 2012; Mwenda et al., 2014; Kolekar et al., 2016). En este sentido, predominan en la literatura tres tipos de métodos: los modelos de series de tiempo, los de variable limitada y los de análisis multivariante (ejemplos de cada uno de ellos se pueden encontrar en Hockett et al., 1995; Chang y Lin, 1997; Limi, 2005). También, los Modelos de Equilibrio General Computable y

los métodos de uso y consumo han servido en la estimación de los residuos (Östblom et al., 2010; Alavi et al., 2015).

La aplicación de estas metodologías econométricas se ha hecho en diferentes contextos alrededor del mundo. Se han realizado estimaciones para países como Estados Unidos, China, España, Grecia, Chile, Japón, Suiza, Irán, Brasil, India, Polonia, Tanzania, Vietnam y Ghana (Hockett et al., 1995; Stavins 1997; Chang y Lin, 1997; Navarro et al., 2002; Dyson y Chang 2005; Samarasinghe y Ordoñez, 2005; Limi 2005; Yang y Williams 2009; Östblom et al., 2010; Abdoli et al., 2012; Araujo et al., 2012; Cheba, 2014; Mwenda et al., 2014; Tran et al., 2016; Asante-Darko et al., 2016).

4.6.1.1. Los modelos de series de tiempo

Desde el punto de vista econométrico, los modelos que han predominado en la literatura para hacer proyecciones a futuro de los **RAEE** son los modelos de series de tiempo⁶. De acuerdo con Pyndick y Rubinfeld un modelo de serie de tiempo *“es aquel que permite explicar la evolución de una variable relacionándola con sus propios valores pasados y con la suma ponderada de perturbaciones actuales y rezagadas”* (Pyndick y Rubinfeld, 2000). Es decir, este tipo de modelos se usan cuando se quiere explicar el comportamiento futuro de una variable, a partir de los datos del pasado y no por el uso de variables independientes. Dentro de este tipo de enfoques, el Modelo Autoregresivo Integrado de Promedio Móvil (ARIMA, por sus siglas en inglés: Autoregressive Interated Moving Average) es el más utilizado (Chang y Lin, 1997; Navarro et al., 2002; Mwenda et al., 2014).

Ejemplos empíricos de este tipo de modelos se encuentran en (Navarro et al., 2002; Mwenda et al., 2014). Una de las bondades de estos modelos es que el tiempo sirve como mecanismo para proyecciones a futuro de la variable dependiente. También, se pueden utilizar para estimar datos desconocidos de una serie de datos disponibles.

⁶Una serie de tiempo es una secuencia de valores registrados en intervalos de tiempo equidistantes y no son independientes. Este tipo de datos se caracteriza por la dependencia serial, y porque se relacionan con sus historias recientes; de tal forma que el supuesto de muestreo aleatorio no es apropiado.



De igual forma, se caracterizan por ser los menos intensivos en el uso de datos y pueden desarrollarse fácilmente mediante diversos paquetes de software estadísticos (Chang y Lin, 1997; Li et al., 2015). Dentro de las limitaciones que presentan este tipo de modelos está el requerimiento de grandes cantidades de datos históricos para hacer proyecciones futuras de las tendencias de los **RAEE**. En la mayoría de las ocasiones únicamente se requiere determinar el tiempo y disponer del valor pasado de la variable que se va a predecir, por lo que en algunos modelos se omiten variables valiosas que influyen considerablemente en el comportamiento de los **RAEE** (Chang y Lin, 1997; Mwenda et al., 2014; Li et al., 2015.)

Chang y Lin, 1997 utilizaron un modelo ARIMA para estimar la generación de residuos sólidos en Taipéi, Taiwán. Esta ciudad en 1995, contaba con 2,600,000 habitantes y generaba más 3,500 toneladas de residuos diarias, pero sólo contaba con un relleno sanitario. Los resultados de su estudio sugieren que el reciclado juega un papel fundamental en la generación de residuos sólidos y verifican que la metodología utilizada es acertada en el corto plazo y limitada en el largo plazo, debido a que la incertidumbre bajo la cual se generan los residuos puede ser considerable para grandes horizontes temporales (Chang y Lin, 1997).

Por su parte Navarro et al., 2002 estimaron los residuos sólidos municipales de España y Grecia. Sus hallazgos muestran que los modelos ARIMA ofrecen buenos resultados en la estimación de los residuos sólidos cuando existen patrones regulares de las variables dependientes, no obstante, los pronósticos son más imprecisos cuando existen patrones inestables de comportamiento en las variables independientes (Navarro et al., 2002).

Años más tarde Mwenda et al., 2014 buscaron analizar, comparar y encontrar el mejor modelo para predecir los residuos sólidos de la Ciudad de Arusha, una las principales zonas urbanas de Tanzania, la cual presenta los mayores problemas de eliminación de residuos sólidos. Los autores utilizaron datos mensuales de 2008 a 2013 sobre los residuos sólidos, y concluyeron que,

dada la disponibilidad de datos, esta metodología de series de tiempo empleada es la mejor para predecir la generación de la variable analizada (Mwenda et al., 2014). También, Li et al., (2015) estimaron un modelo de series de tiempo para China, economía principal consumidora de teléfonos celulares en el mundo. Los resultados mostraron que en 2012 aún se encontraban en manos de la población 739.98 millones de celulares y presentaban una tendencia creciente.

4.6.1.2. Los modelos de variable limitada (no lineales)

Por su parte, una de las bondades de los modelos de variable limitada es que permiten medir la relación causa-efecto entre la variable dependiente y las independientes en términos de probabilidad. Por ejemplo, la probabilidad de que una persona dada participe o no en el reciclaje de **RAEE**, dada la aplicación de un impuesto. Una de las limitaciones de este tipo de metodologías es que no permiten tener estimaciones puntuales sobre la variable dependiente, pues los valores que adoptan son discretos (1 y 0 en el caso de los modelos logit y probit). En la literatura se han empleado, entre otras cosas, para analizar la demanda de celulares y estimar la generación de residuos derivados de computadoras (Limi, 2005; Yang y Williams, 2009; Yuet et al., 2010; Tran et al., 2016). Muestra de ello es el estudio de Limi (2005), quien analizó la demanda de servicios de telefonía celular en Japón, a través de examinar de manera empírica la estructura de la demanda de dichos servicios, en particular en las elasticidades de precio y las externalidades; así como la diferenciación de producto. En su modelo, para explicar la demanda tomó como variables independientes las características inherentes a los celulares, tales como: pago mensual, modo de manejo, acceso a internet, servicio e-mail, descuentos para números de amigos, cargos por transmisión de información, descuentos por contratos largos, entre otras. Los resultados encontrados sustentan la idea de que hay un mercado en el cual existe la diferenciación del producto, que se explica por la demanda de este tipo de servicios. Asimismo, encontró que la elasticidad precio de la demanda (de celulares) es mayor que en servicios de telefonía fija, lo que implica que una diferencia-

ción de producto tiene un efecto que va acorde a la teoría económica, bajando el precio de competencia (Limi, 2005).

Por su parte Williams et al., 2009 utilizaron un modelo de regresión logística y un análisis de materiales para estudiar la tendencia en la generación de residuos derivados de **Computadoras Personales (PC)** en Estados Unidos. Para tal efecto se estudió el tiempo de vida útil de los aparatos, los cambios tecnológicos, las estimaciones de la población nacional, las predicciones sobre el tamaño de mercado de **PC** y las ventas de dicho mercado. Los hallazgos finales, medidos en unidades de producto, sugieren que el volumen de computadoras obsoletas en los países en vías de desarrollo podría superar a la de los países desarrollados para el 2016-2018. Asimismo, señalan que para el 2030 las regiones en vías de desarrollo generarán más residuos que las regiones desarrolladas (Williams et al., 2009). Otro estudio realizado para Estados Unidos con una metodología similar fue el de Sandkvist, cuyo propósito fue identificar a los mayores contribuyentes de generación de residuos, medida en toneladas, de diferentes industrias (vidrio, metal, papel, cartón, plástico, madera y caucho). En el modelo se utilizaron variables como la localización geográfica, el tiempo, la producción, la energía consumida en la fabricación, el PIB, los precios, la educación y los ingresos de la zona. Sandkvist (2016) mostró que el PIB, el consumo de energía y el bajo nivel de educación son variables importantes en la generación de residuos. Asimismo, se espera que en 2020 aumente 24.4% la generación total de éstos (Sandkvist, 2016).

4.6.1.3. Los modelos de corte transversal

Por último, los modelos de corte transversal utilizan factores socioeconómicos y otras variables explicativas para predecir la generación de residuos. El propósito de estos modelos es hacer predicciones sobre las cantidades de los residuos y establecer relaciones de causalidad hipotéticas entre las variables independientes y la dependiente (Li et al., 2015). Una de las principales desventajas de los modelos de corte transversal es que cuando se trabaja con hogares es común encontrar problemas de heterocedasti-

cidad (o varianza del error entre las diferentes observaciones muestrales).

En términos sencillos, ello implica que estos agentes tienen diferentes patrones de consumo de **AEE**, por ejemplo, de acuerdo a su composición sociodemográfica y nivel de ingresos. Ello dificulta encontrar un modelo que pronostique con precisión el comportamiento de consumo de **AEE**. Pese a lo anterior, dentro de las ventajas que ofrecen estos modelos, está la posibilidad de tener estimaciones puntuales y permiten establecer relaciones de causalidad estadísticamente válidas y sólidas. Un ejemplo de éstos, es el empleado por Hockett et al., (1995). El objetivo de estos autores fue identificar y medir las variables que influyen en la generación per cápita de residuos sólidos municipales en el sureste de los condados de Carolina del Norte, Estados Unidos. Para ello utilizaron un modelo en el cual la variable dependiente es la cantidad (peso en libras) de residuos generados per cápita por día, mientras que las variables independientes fueron variables sociodemográficas como: el tamaño de la población, la existencia de rutas de transporte y las características económicas como el uso de tierra, el turismo, el tipo de industria predominante, las ventas y los ingresos, además de variables geográficas. Los resultados encontrados señalan a las ventas al menudeo como un determinante significativo en la generación de residuos. Mientras que otras variables como las demográficas, resultan de muy poca significancia estadística. También sugieren que el sector de ventas al por menor debe ser objetivo principal en los esfuerzos de reducción de residuos.

Otro ejemplo de este tipo de modelos es el utilizado por Beigl et al., 2004, quienes lo usaron para medir los impactos de los cambios sociodemográficos (composición familiar, tamaño de la población, tamaño del hogar y edad) y económicos regionales (**PIB**, fuerza laboral en la agricultura y en los servicios) sobre la generación presente y futura de residuos sólidos municipales de las 55 principales ciudades europeas con más de 500,000 habitantes. Los hallazgos encontrados sugieren que el **PIB**, la edad y el tamaño del hogar son factores fundamentales para explicar la generación de residuos sólidos (Beigl



et al., 2004). Por su parte Dyson, Chang, 2004, presenta un nuevo enfoque (modelado dinámico del sistema) para la medición de residuos sólidos urbanos. El estudio fue desarrollado en la Ciudad de San Antonio, Texas, donde las variables independientes incluidas en el modelo fueron tamaño de población, el ingreso, el tamaño medio del hogar, el crecimiento económico y los residuos recogidos. Los resultados sugieren que todas las variables consideradas en el modelo tienen gran relevancia en la generación de residuos y que hay una tendencia creciente de ellos.

Otro estudio en el que se aplica esta metodología, y en el que se usan coeficientes hedónicos para la estimación de **AEE** es el de Stavins, 1997. En particular, el autor estima las elasticidades precio de la demanda para productos diferenciados en el mercado de computadoras personales. El análisis también fue desarrollado en los Estados Unidos. En el modelo se utilizaron, además del precio, características de las computadoras, como color de monitor, descuentos, equipo extra, posibilidad de ser portable, procesador, año del modelo, entre otras variables. Los resultados encontrados muestran que las elasticidades varían según los modelos informáticos y el tiempo. Una de las limitaciones de este tipo de modelos es que los valores del pronóstico consideran una tasa de crecimiento pasada; asimismo, en estas metodologías es difícil capturar cambios estructurales derivados de políticas o crisis económicas (Shakhawatul, 2010).



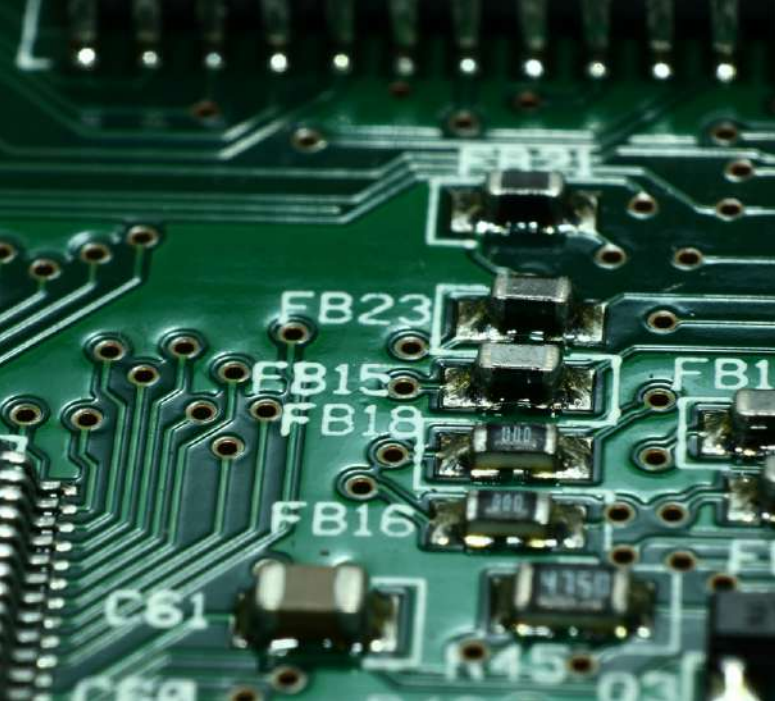
En el caso de **México**, las estimaciones **RAEE** encontradas en la literatura académica **no utilizan** modelos econométricos.

Pues el **tema** apenas se empieza a poner sobre la mesa de **discusión**.

(ver los trabajos de Cárdenas et al. (2014), Cárdenas et al. (2015) y Aguilar et al. (2016).

Para fines del presente estudio, se utilizará un modelo de regresión lineal múltiple que usa datos de corte transversal. Ello debido a la disponibilidad de información con la que se cuenta y dados los objetivos del proyecto. A pesar de las posibles limitaciones que presenta, es factible utilizar este tipo de modelos en la proyección futura, pues permiten obtener estimaciones puntuales para conocer el peso y la tendencia que tienen ciertas variables en el uso de aparatos eléctricos y electrónicos. A continuación, se detalla la metodología empleada en la modelación econométrica.





4.6.2. La función de demanda teórica del consumo de aparatos eléctricos y electrónicos en México

Para simplificar el análisis, se parte de la idea de que el consumo de **AEE** que existe en México se puede modelar como una función de demanda. De esta forma, los aparatos eléctricos y electrónicos que consume un hogar se puede estimar como:

$$q_i = q_i(p(p_1, p_2, \dots, p_n), I, T, \varphi, \vartheta), i = 1, 2, 3 \dots n$$

Ec.1

En la **Ec. 1** q_i representa la demanda **AEE** del i -enésimo hogar, p es un vector de precios de los distintos aparatos que consume el hogar (por ejemplo, refrigeradores, estufas, celulares, cámaras digitales, entre otros), I es la restricción presupuestaria, es decir, el ingreso del que dispone el hogar para hacer sus compras de estos productos. Mientras que T refleja las tendencias tecnológicas en el mercado de **AEE**. Por su parte, φ es un vector que agrupa las políticas públicas, las cuales podrían servir como incentivos para el consumo de los hogares. Finalmente, ϑ es un conjunto de variables que reflejan las preferencias de los hogares y otras variables estocásticas que influyen en el comportamiento de este agente, económico en la toma de decisiones de consumo.

La teoría económica moderna señala que la relación entre los precios de los **AEE** y las cantida-

des demandadas es inversa (Jehle y Reny, 2011). Es decir, los hogares tienden a consumir menos **AEE** a medida que aumentan los precios. Esto último se debe, entre otras cosas, a que tienen que sacrificar el consumo de otros bienes necesarios (como alimentos) para consumir **AEE**. También debido a que la capacidad de compra se reduce por el crecimiento del vector de precios. En cuanto al ingreso, se esperaría que a medida que los hogares disfruten de una mayor renta monetaria aumente la propensión a consumir **AEE**. También, es probable que la innovación tecnológica tenga dos efectos sobre el consumo: por un lado, que el cambio en las características técnicas y las funcionalidades de los **AEE** generen nuevos incentivos en los consumidores para cambiar sus **AEE**, y por otro, que genere una disminución en los precios. En cuanto a las políticas públicas, éstas puedan crear los mecanismos necesarios para contraer o expandir la

demanda, ello a través la aplicación de los impuestos a los hogares y la creación de políticas para el tratamiento ambiental de los **RAEE**. Finalmente, el tamaño de la población y las preferencias son elementos importantes en la demanda de los **AEE**.

4.6.3. Descripción de la metodología empleada en la prospección nacional

4.6.3.1. Fuentes de información

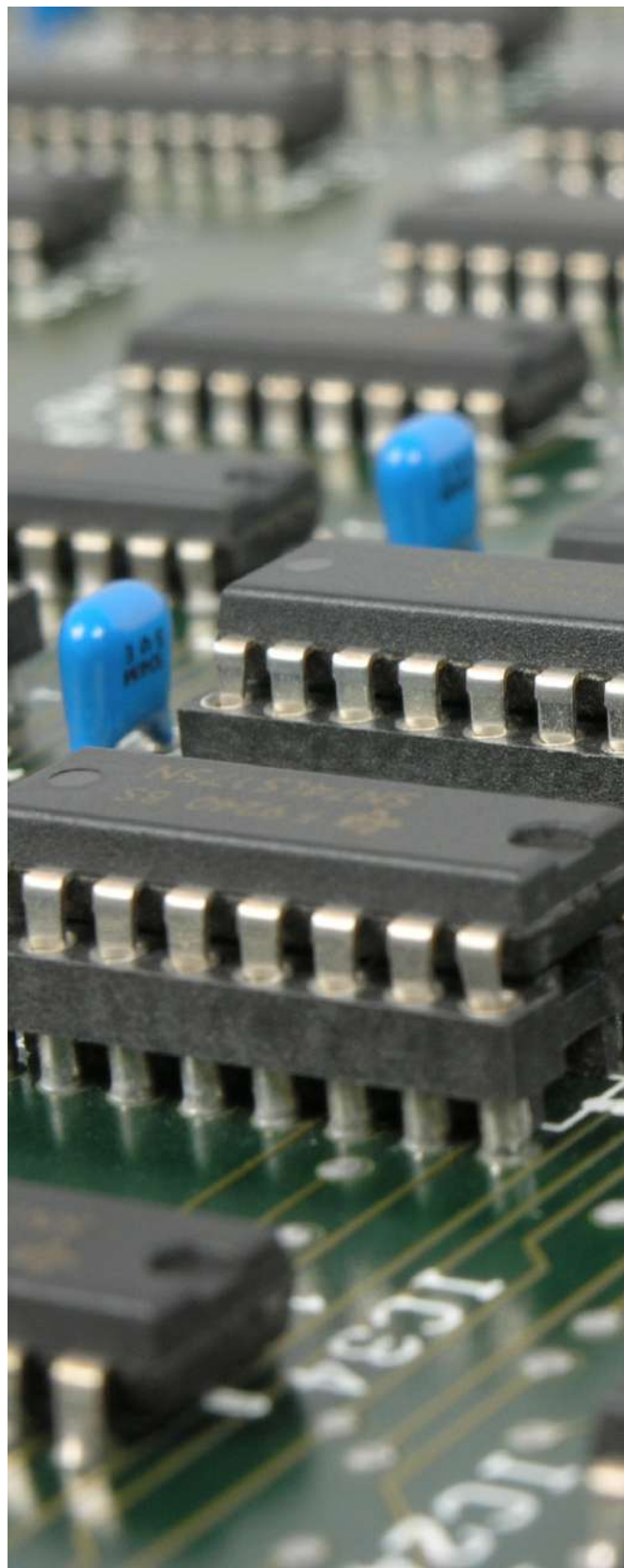
La información utilizada en la construcción de las variables de la estimación econométrica fue recolectada de las encuestas realizadas en los estados piloto.

En total se realizaron 384 entrevistas en cada estado piloto, las cuales fueron divididas en partes iguales (128 encuestas) para cada uno de los estratos de ingresos (bajos, medios y altos) incluidos en este informe. Los detalles de la clasificación y la metodología usada de los estratos de ingresos monetarios pueden ser consultados en **INEGI** (2014).

La unidad de análisis de la encuesta fue el hogar y sus miembros, así como el uso de **AEE**. El hogar fue definido como un conjunto integrado por uno o más personas, que residen habitualmente en una vivienda y se sostienen de un gasto en común para la compra de alimentos, y pueden ser parientes o no (**INEGI**, 2014). Dentro de la información sociodemográfica, se preguntó al informante por la composición familiar (edad, escolaridad, estado civil, parentesco con el jefe); así como información socioeconómica (ingresos mensuales para cada uno de los miembros que participa en el mercado laboral, número de celulares con acceso a Internet y acceso al crédito formal). También, se indagó sobre las características y servicios de la vivienda (acceso a agua potable, drenaje, luz e Internet). Dentro del componente de **AEE** se incluyeron cuatro aspectos importantes:

- a) El número de equipos en la vivienda en uso y desuso
- b) El tiempo de reemplazo de los equipos,
- c) Qué hace el hogar con los equipos que reemplazan
- d) Así como el motivo de reemplazo

Lo anterior permite relacionar la generación de residuos con aspectos sociales y económicos, y en función de éstos, establecer la tendencia del



consumo y generación de **RAEE**. En la **Tabla 16** se especifica la agrupación que se hizo para cada uno de AEE incluidos en la encuesta.

4.6.4. Metodología empleada en la construcción de base de datos

Como primera etapa en la construcción de las variables empleadas en el modelo econométrico, se creó una matriz de información en el *Software Stata 12*. Es decir, las bases existentes en Excel derivadas de las encuestas en los estados piloto se transformaron a formato dta. Como ya se mencionó en los párrafos anteriores, la unidad de análisis utilizada fue el hogar y sus miembros.

En una segunda etapa, para garantizar la calidad de los datos y las variables, se hizo la validación de la información. En particular, se puso énfasis en los rangos de preguntas cuantitativas (cantidades, unidades de medida y códigos de respuestas).

En la tercera etapa, se recodificaron las opciones de respuesta y se crearon variables dummies o binarias. Ejemplo de lo anterior es que en la variable estado civil existían tres posibles respuestas: soltero, viudo y casado. No obstante, para generar el modelo econométrico únicamente interesa saber si un miembro del hogar había adquirido compromisos sociales. Por ello se creó una variable dummy que capturaré tener o no el atributo (estar casado). Así, se procedió a recodificar de la siguiente manera: los miembros casados quedaron con el mismo código de respuesta (con un valor de uno), mientras que se agruparon a los miembros solteros y viudos en un único conjunto (con un valor de cero). Una situación similar ocurrió con las opciones de respuesta de las siguientes variables: agua, excusado, acceso a Internet, y las correspondientes al periodo en el que se tiran los **AEE**.

En la cuarta etapa, se generaron estadísticas descriptivas para cada una de las variables existentes en la base de datos. Entre otras media, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo. Asimismo, para validar la consistencia de la información se hicieron cruces entre distintas variables. Para ello también fue necesaria la creación de algunos algoritmos matemáticos, de tal manera que se pudieran trabajar los datos para crear nuevas variables a utilizar en el modelo final. Por ejemplo, interesaba explorar si la edad promedio o la educación del hogar podría influir en el consumo de **AEE**, por ello se buscó crear una variable que sirviera para tal fin; de forma que se creó una condicional de sólo tomar en cuenta aquellas encuestas que tuvieran el mismo número de respuestas en “*edad*” que el total de integrantes que se decía estaban en el hogar.

4.6.4.1. Metodología empleada en la generación del modelo econométrico y la prospección a cinco y 10 años

Una vez obtenida la base datos se llevó a cabo la estimación del modelo econométrico y la prospección a cinco y 10 años. A continuación, se describe el proceso: Primero, se generaron las variables dependientes e independientes necesarias para la estimación econométrica, tal y como se describe posteriormente.

En la segunda etapa se hicieron pruebas de pre-estimación econométrica, ello con la finalidad de garantizar que el modelo econométrico estimado fue el adecuado y que los resultados son válidos conforme a la teoría económica y la estadística. Entre las pruebas que se hicieron están las de independencia de las variables explicativas, varianza constante, normalidad de los errores, entre otros (Hockett et al., 1994: p. 212; Pyndick y Rubienfeld, 2000; Wooldridge, 2009).

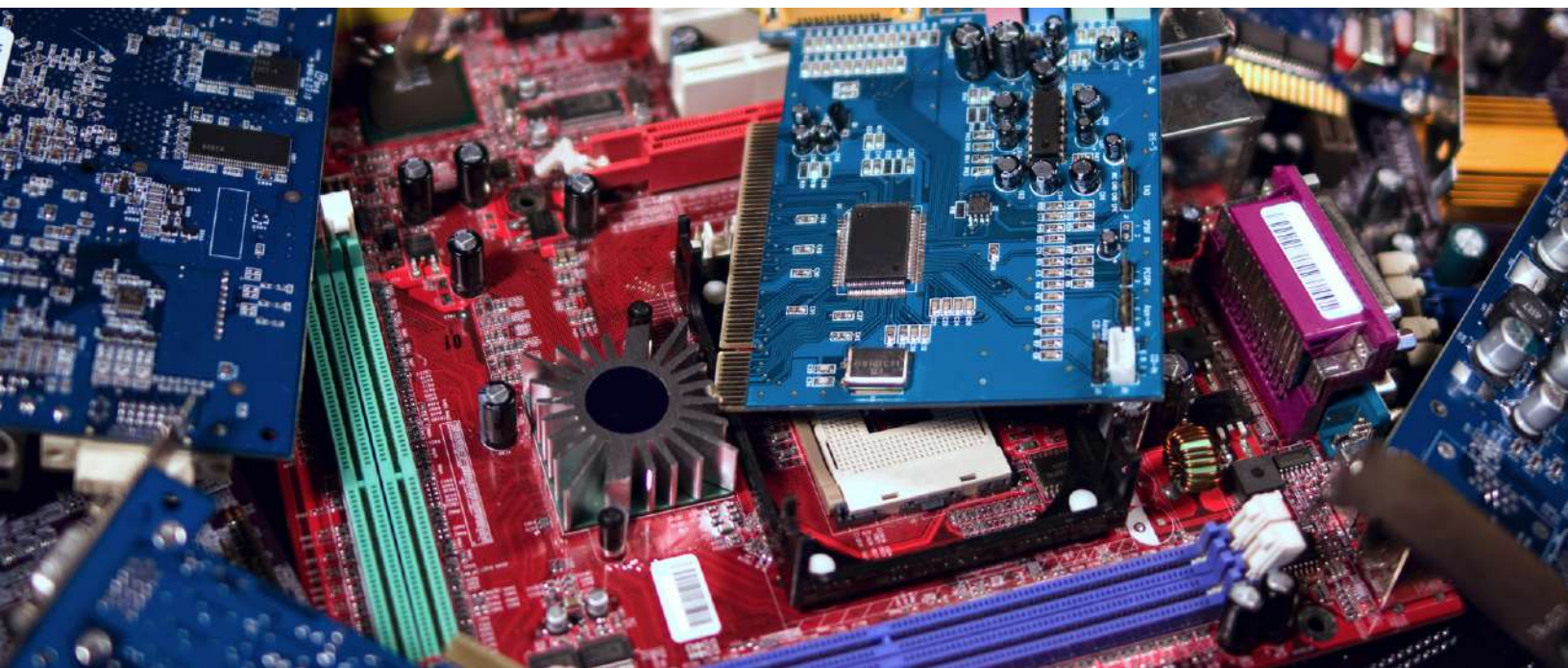
En la tercera etapa se hizo la estimación econométrica. Para ello se utilizó el método **Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)**. Asimismo, se desarrollaron diferentes pruebas de post-estimación, entre otras cosas, para verificar la significancia estadística de las variables independientes y la robustez del mode-

lo empleado. Enseguida se procedió con la presentación e interpretación de los resultados.

En la última etapa se hizo la proyección a cinco y 10 años. La variable dependiente utilizada en el modelo econométrico fue el peso (kilos) de los **AEE** por hogar (peso_tot_aee). En tanto que las variables incluidas en la regresión fueron el ingreso monetario corriente anual (ing_mon_anual), el número de miembros del hogar (num_miembros_hogar), el acceso al crédito (crédito) y el acceso a Internet (Internet). Los coeficientes de las variables independientes derivados de la estimación econométrica se multiplicaron por el valor medio de cada una de ellas, y la suma de estos valores fue el peso promedio estimado de **AEE** por hogar de los estados de la muestra en 2016. Este último resultado se dividió entre el número promedio de miembros por hogar y así se estimó el peso promedio per cápita de la muestra.

Para estimar el peso de aparatos a nivel nacional se multiplicó este valor por el número de habitantes proyectados en el territorio nacional para el 2016. El resultado fue el peso de AEE que hay en todos los hogares de México. Posteriormente, se estimó una tasa de desecho de los AEE en los hogares. Ésta es el cociente entre el peso total de los aparatos en desuso por hogar y el peso total de aparatos por hogar. Dicha tasa de desecho se multiplicó por el peso total de AEE por hogar, lo que arrojó el peso de RAEE por hogar. Este último valor se dividió por el número medio de miembros por hogar para obtener el peso de RAEE per cápita. Por último, esa variable se multiplicó por el número de habitantes proyectados del país. El resultado obtenido es el peso (en kilos) de los RAEE nacional para el 2016.

Posteriormente, para hacer la proyección de 2021 y 2026 se sustituyeron los valores de 2016 por los proyectados a nivel nacional (por fuentes oficiales nacionales e internacionales) para cada uno de los años que se hace la proyección. Para ello se procedió a utilizar los mismos coeficientes del modelo en 2016. Cabe advertir que, si bien no se utilizaron las proyecciones de las variables de los estados de la muestra, dada la disponibilidad de información, las medias nacionales utilizadas sí reflejan los patrones de los hogares incluidos en la muestra, ello debido a dos razones fundamentales. La primera es que los estados de Jalisco, Ciudad de México y Baja California presentan heterogeneidad regional al interior de nuestro país en términos de preferencias de consumo de **AEE**, dadas las grandes diferencias culturales y socioeconómicas que hay entre ellos. La segunda es que precisamente la idea de tener una base de datos con diferentes niveles de ingreso (bajo, medio y alto) fue identificar los diferentes segmentos de consumo de **AEE**, de tal manera que representaran los diferentes patrones de consumo de los hogares.



4.6.4.2. Supuestos utilizados en la metodología

A continuación, se describen los supuestos hechos en la estimación de los **RAEE**.

- La tasa de desecho utilizada para calcular los residuos fue de 6.0269% y se refiere al cociente entre el peso total de los aparatos en desuso por hogar y el peso total de aparatos por hogar (multiplicada por cien), cabe mencionar 6.0269% se refiere al promedio de los resultados obtenidos de los tres estados piloto. Este concepto se puede definir como el factor de generación de residuos eléctricos y electrónicos.
- Para hacer la prospección a futuro (2021-2026) se utilizaron las proyecciones encontradas en fuentes nacionales e internacionales (**CONAPO** y la plataforma **EUROMONITOR Passport**). Dada la disponibilidad de información, se utilizaron las medias nacionales de población total, número de hogares, número de miembros por hogar, porcentaje de hogares con acceso al crédito e Internet para hacer las estimaciones a futuro. Al respecto, es preciso señalar que las medias nacionales utilizadas sí reflejan los patrones de los hogares incluidos en la muestra, ello debido a dos razones fundamentales. La primera es que los estados de Jalisco, Ciudad de México y Baja California presentan heterogeneidad regional al interior del país en términos de preferencias de consumo de **AEE**, dadas las grandes diferencias culturales y socioeconómicas que hay entre ellos. La segunda es que precisamente la idea de tener una base de datos con diferentes niveles de ingreso (bajo, medio y alto) fue identificar los diferentes segmentos de consumo de **AEE**, de tal manera que representaran los diferentes patrones de consumo de los hogares.

4.6.5. Modelo empírico empleado para determinar el consumo de aparatos electrónicos en México

Con base en la revisión de la literatura reciente, para la estimación econométrica empírica de los **AEE** en México se parte de la idea de que la demanda es una función lineal de la siguiente ecuación:

$$y_i = \gamma_1 + \gamma_2 X_1 + \gamma_3 X_2 + \gamma_4 X_3 + \gamma_5 X_4 + u_i$$

Ec.2

Variable dependiente:

y_i : Peso total de los **AEE** consumidos por el hogar (kilos)

Variables independientes:

γ_i : Constante del modelo

$\gamma_2 \gamma_3 \gamma_4 \gamma_5$: Coeficientes del modelo

X_1 : Ingreso monetario corriente anual

X_2 : Número de miembros del hogar

X_3 : Acceso al crédito

X_4 : Acceso a Internet

u_i : Terminio de error

A continuación, se detalla cada una de las variables usadas en la estimación econométrica.

4.6.5.1. La variable dependiente

Para hacer la estimación econométrica se usó como variable dependiente, el peso (kilos) de los de aparatos **AEE** consumidos por el hogar (y_i). Esta variable incluyó la suma total del peso de los aparatos.

Para generar el peso (masa) total de los **AEE** por hogar se multiplicó el número de aparatos que reportó tener cada hogar por el peso correspondiente de cada uno de ellos. Los pesos fueron tomados de la **Tabla 23** Posteriormente, para obtener el total se sumaron los pesos de todos los aparatos que tuvo el hogar.

4.6.5.2. Las variables independientes

Dado que el objetivo es crear un modelo econométrico que permita hacer una prospección a cinco y 10 años de los **RAEE**, originalmente estaba planteado incluir en la estimación las características demográficas, económicas y determinantes estructurales de la generación de **RAEE** en los hogares. En este sentido, se pretendían incluir variables a nivel individual de los miembros del hogar y del hogar mismo. Es decir, del agente específico que toma las decisiones de consumo y reciclaje de **RAEE**, así como también aquellas del hogar y del contexto que lo rodea o de efectos fijos (ubicación geográfica, acceso a internet, acceso a servicios públicos como electricidad, agua, servicios sanitarios). Lo anterior con la finalidad de tener una especificación econométrica con mayor poder explicativo.

A continuación, se describe con mayor detalle cada una de las variables que se pretendían usar en el modelo econométrico.

a. Factores demográficos

En el primer nivel de agregación se pensaba crear los factores sociodemográficos. Este segmento de variables estaba dividida en cuatro grupos: características del jefe del hogar (género, edad y años de escolaridad); características individuales de los miembros del hogar (número de miembros del hogar, proporción de hombres y mujeres); vivienda (número de cuartos para dormir en la vivienda, acceso a servicio de agua potable dentro de la vivienda, acceso a drenaje dentro de la vivienda).

Estas variables permitirían mostrar que la demanda de **AEE** se toma en un contexto más amplio: el hogar. Por ejemplo, la edad promedio permite mostrar el ciclo de vida en el que se encuentra el hogar. Como es de esperar, los hogares más jóvenes es probable que en el futuro influyan de manera razonable en la demanda **AEE**; mientras que hogares que han rebasado la edad económicamente activa es posible ya no participen en la demanda de los **RAEE**. A continuación, en la **Tabla 17** se detallan cada una de las variables:

Tabla 17. Variables sociodemográficas

Nombre de la variable	Descripción	Tipo de variable	Nivel de agregación	Descripción de valores
Características del jefe del hogar				
Edad del jefe del hogar	Años cumplidos al momento de la entrevista	Discreta	Individual	Años
Años de escolaridad del jefe del hogar	Último grado de estudios concluido	Discreta	Individual	Años

Nombre de la variable	Descripción	Tipo de variable	Nivel de agregación	Descripción de valores
Género del jefe del hogar	Género	Discreta	Individual	1: hombre; 2: mujer
Características sociodemográficas del hogar				
Número de miembros del hogar	Número de personas que viven normalmente en el hogar	Discreta	Hogar	Número
Número de hombres	Número de hombres mayores de 18 años	Discreta	Hogar	Número
Número de mujeres	Número de mujeres mayores de 18 años	Discreta	Hogar	Número
Características físicas y servicios de la vivienda				
Número de cuartos para dormir en la vivienda	Número de cuartos en la vivienda dedicados exclusivamente para dormir	Discreta	Vivienda	Número
Acceso a servicio de agua potable dentro de la vivienda	El hogar tiene servicio de agua potable dentro de la vivienda	Dummy	Vivienda	1: Sí; 0: No
Acceso a drenaje dentro de la vivienda	El hogar tiene acceso a drenaje dentro de la vivienda	Dummy	Vivienda	1: Sí; 0: No

b. Factores socioeconómicos

El segundo grupo incluía las variables económicas del hogar (ingresos corrientes anuales, número de tarjetas de crédito, monto total en sus tarjetas de crédito, monto de otros créditos usados para la compra de aparatos electrónicos).

Estas variables son importantes en la demanda de **AEE**, pues de ellas depende que se tenga acceso al mercado.

Tabla 18. Variables económicas

Nombre de la variable	Descripción	Tipo de variable	Nivel de agregación	Descripción de valores
Ingresos monetarios	Ingreso monetario corriente anual.	Continua	Individual/Hogar	Pesos
Número de tarjetas de crédito maneja	Acceso al sistema de crédito formal	Discreta	Hogar	Número
Monto total en sus tarjetas de crédito	Disponibilidad de crédito	Continua	Hogar	Pesos
Monto de otros créditos usados para la compra de aparatos electrónicos (que no sean tarjetas)	Otros créditos del sistema formal	Continua	Hogar	Pesos

c. Factores regionales y cambios tecnológicos

El acceso a las **Tecnologías de la Información (TIC)** (número de teléfonos móviles dentro del hogar, acceso a Internet, número de teléfonos por sistema de paga, número de computadoras/laptops dentro del hogar) está incluido en el tercer grupo de variables.

Asimismo, para conocer la influencia que tiene la heterogeneidad regional de México se pretendía incluir una variable dummy que capturara los efectos fijos de pertenecer a un estado de la muestra; pues se considera que la demanda de **AEE** puede ser muy distinta a lo largo del territorio nacional, dada la gran diversidad económica y social que impera en nuestro país.

Estas variables juegan un papel importante en la interacción que pueden tener los hogares de los **AEE** con el mercado. Hoy en día es común que los demandantes de **AEE** participen en mercados virtuales, por lo que tener acceso a las **TIC** facilita la interacción de los hogares con el mercado.

Tabla 19. Variables regionales y acceso a las **TIC**

Nombre de la variable	Descripción	Tipo de variable	Nivel de agregación	Descripción de valores
Región centro	Hogares pertenecientes a la Ciudad de México	Dummy	Estado	1:Sí; 0:No
Número de teléfonos móviles dentro del hogar	Número de celulares en el hogar	Discreta	Vivienda	Número
Acceso a internet	El hogar tiene acceso a Internet	Dummy	Vivienda	1:Sí; 0:No
Número de teléfonos por sistema de paga	Número de teléfonos por sistema de pago/ contrato	Discreta	Vivienda	1:sí; 0:No
Número de computadoras/ laptops dentro del hogar	Número de computadoras dentro del hogar	Discreta	Vivienda	Número



d. Las políticas públicas

Los parámetros a estimar en el modelo econométrico pudieran ser sensibles a la política económica vigente. De aquí se derivaba la relevancia de incorporar aspectos que capturarán la política prevaleciente al generar la estimación econométrica. A continuación, se detallan las que se usarían en la regresión.

Tabla 20. Variables de política pública

Nombre de la variable	Descripción	Tipo de variable	Nivel de agregación	Descripción de valores
Existencia de programas de fomento al reciclaje de electrónicos	El estado tiene al menos un programa público de fomento al reciclaje de aparatos electrónicos	Dummy	Estado	1: Sí; 0: No
Número de empresas dedicadas a reciclaje electrónico	Número de empresas dedicadas al reciclaje electrónico	Dummy	Estado	1: Sí; 0: No
Existencia de políticas públicas relacionadas a la concientización ambiental	El estado tiene al menos una política de concientización ambiental	Dummy	Estado	1: Sí; 0: No

No obstante, a la propuesta anterior de variables, se optó porque la versión final del modelo incluyera las variables que se describen en la **Tabla 21**. Ello debido a las dificultades para encontrar proyecciones sociodemográficas y económicas en fuentes nacionales e internacionales confiables, así como a la escasez de literatura académica con metodologías robustas (desde el punto de vista estadístico), para medir el cambio tecnológico o la influencia de política pública en los **RAEE**.

Tabla 21. Variables incluidas en la versión final de la modelación econométrica

Nombre de la variable en Stata	Descripción	Tipo de variable	Nivel de agregación	Descripción de valores
peso_tot_aee	Peso total de los AEE por hogar	Continua	Hogar	Kilogramos
ing_mon_anua	Ingreso monetario corriente anual del hogar	Continua	Hogar	Pesos
num_miembros_hogar	Número de miembros hogar	Continua	Hogar	Número
crédito	Acceso al crédito formal	Dummy	Hogar	1: sí; 0: No
internet	Acceso a Internet en el hogar	Dummy	Hogar	1: sí; 0: No

4.6.6. Limitaciones de la estimación

Como es de esperar, todos los modelos econométricos hacen abstracción de la realidad y, en consecuencia, buscan simplificar el mundo real. En este sentido, presentan algunas limitaciones en cuanto a su capacidad de predicción conforme se alejan en el tiempo y también de acuerdo a las variables utilizadas en la estimación. En el caso del modelo utilizado para hacer la prospección a futuro de la generación de **RAEE** es posible que no capture por completo los efectos de variables que influyen en la generación de residuos, tales como los cambios tecnológicos que podrían influir sobre la demanda y uso de aparatos electrónicos, así como cambios estructurales derivados de políticas públicas que podrían generar nuevos patrones en las preferencias de las decisiones de consumo.

No obstante, a lo anterior, una de las bondades de la metodología econométrica utilizada es que ofrece la posibilidad de contar con resultados puntuales sobre el impacto de cada una de las variables utilizadas, en la estimación y sobre las proyecciones de **RAEE** para los siguientes dos lustros. A continuación, se precisan algunas posibles limitaciones que podrían tener los resultados:

- En la economía existen tres principales agentes: gobierno, empresas (productores) y hogares (consumidores). Para hacer la estimación de los **RAEE** se utilizaron estos últimos para modelar el comportamiento del consumo de aparatos eléctricos y electrónicos. En virtud de lo anterior, los resultados de las prospecciones hechas no recogen los residuos generados por el gobierno y las empresas y, por lo tanto, es probable que haya una subestimación en los resultados nacionales encontrados. Particularmente para **AEE** grandes, que son utilizados frecuentemente por las empresas. Tampoco está contemplado por completo en el análisis las compras que se hacen en el mercado informal, que podría resultar ser otra fuente importante de **RAEE**.
- El modelo econométrico es lineal en sus parámetros. Esto significa que cada cambio en alguna de las variables independientes afectará de una manera directamente proporcional, de acuerdo a la magnitud de su coeficiente, a la variable dependiente. No obstante a lo anterior, el patrón de consumo de los aparatos eléctricos y electrónicos no siempre es lineal, pues en él influyen múltiples factores que podrían hacer que los cambios en alguna variable independiente afecten más que proporcionalmente a la variable dependiente. Esto podría suceder si el impacto en el consumo de **AEE** de, por ejemplo, el acceso a internet, estuviera elevado al cuadrado.



La suposición de una tasa de desecho constante a lo largo de un periodo relativamente largo pudiera resultar en pequeños sesgos en la estima-



ción, ya que no en todos los casos de los **AEE** es así. Sin embargo, la construcción de esta variable fue necesaria, ello debido a que actualmente no existen datos longitudinales que permitan construir una tasa de desecho dinámica, que capture la evolución de la generación de los residuos de los hogares en el periodo de análisis de las proyecciones. Para ello se requerirían datos tipo panel de los hogares.

4.6.7. Metodología y datos empleados para el análisis prospectivo en los tres estados piloto

4.6.7.1. Metodología y datos empleados

A continuación se detalla el procedimiento utilizado para la prospección a cinco y 10 años en el plano de los estados piloto.

Primero, se identificaron las proyecciones de la población total para cada uno de los estados de la muestra, para el periodo 2016-2026. La fuente de información utilizada para obtener esta variable fue el **Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2017)**.

Segundo, la población proyectada en cada año y estado se multiplicó por el peso de los **RAEE** per cápita (kilos) nacional, correspondiente. El resultado de esta operación fue el peso de los **RAEE** (en kilos) para el periodo 2016-2026.



4.6.7.2. Supuestos utilizados en la metodología para los tres estados piloto

Hay dos principales supuestos utilizados en la estimación. El primero de ellos es que los **RAEE** crecen en función al tamaño de la población, lo cual indudablemente es cierto. No obstante, además de esta variable demográfica existen otras variables como el cambio tecnológico y las políticas públicas al interior de los estados que podrían influir sobre los patrones y preferencias de consumo de **AEE**.

El segundo supuesto tiene que ver con el peso de **RAEE** utilizado a lo largo del periodo. En este caso se tomó el peso per cápita de **RAEE** de cada año y la tasa de desecho nacional (6.0269%). Ambas variables se obtuvieron de los resultados de la Actividad 5.

4.6.7.3. Limitaciones de la prospección para los tres estados piloto

La principal limitación de la prospección se derivada del último supuesto utilizado. Para evitar posibles sesgos en la prospección en los estados, hubiera resultado interesante hacer estimaciones econométricas para cada uno de ellos y así conocer sus tasas de desecho. No obstante, las limitaciones de información no lo permitieron. Finalmente, no fue posible hacer estimaciones por composición de tipo de equipo. Ello debido al limitado tamaño de la muestra por grupo de **AEE**.

4.7. Análisis de las fuentes de información

4.7.1. Valores de producción nacional

En esta primera aproximación, se utiliza como fuente de información primaria los datos oficiales, como se describe a continuación.

Para conocer la producción de aparatos electrónicos en México se consideraron: reportes y bases de datos oficiales a nivel nacional, principalmente de estadísticas de producción del **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)**, **Banco de México (BANXICO)** e infor-

mación de la **Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)** y de la **Secretaría de Economía (SE)**; asimismo, se consideraron estadísticas y datos de producción de empresas y asociaciones privadas como: la **Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información (CANIETI)**, la **Asociación de Maquiladoras**, la **Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA)**, y la **Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME)**.

De los sitios visitados en internet, se estableció como principal fuente de información el INEGI. En la *“Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera”*⁷ se realizó una búsqueda de la producción de productos elaborados en el sector manufacturero, subsectores *“333-fabricación de maquinaria y equipo”*, *“334-fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de equipos, componentes y accesorios telefónicos”* y, *“335-fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica”*.

De la producción de aparatos no reportados en las encuestas, se realizó una solicitud de información directa al **INEGI** a través de su portal de consulta donde se obtuvo una respuesta negativa, la cual obedece a la preservación del principio de confidencialidad que dispone la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica, tal como se cita a continuación:

“Artículo 38. Los datos e informes que los informantes del Sistema proporcionen para fines estadísticos y que provengan de registros administrativos, serán manejados observando los principios de confidencialidad y reserva por lo que no podrán divulgarse en ningún caso en forma nominativa o individualizada, ni harán prueba ante la autoridad judicial o administrativa, incluyendo la fiscal, en juicio o fuera de él”.

Por tanto, la información descrita en el presente estudio está ajustada al material disponible, la cual acota la producción de los 36 aparatos eléctricos y electrónicos para el periodo 2006 al 2015.

4.7.2. Valores de importación y exportación

Para conocer los datos de importación y exportación de aparatos electrónicos en México se consideraron: bases de datos oficiales a nivel nacional, principalmente del **INEGI**, la **CANIETI**, **SHCP** y **SE**, y en sistemas de información como el **Sistema de Información Arancelaria Vía Internet (SIAVI)**, el **Sistema de Información sobre Comercio Exterior (SICE)** y el **Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica**.

De las fuentes oficiales de información mencionadas, se visitó el sitio web de cada una y se identificó la forma en la cual cada una presenta la información, como se describió previamente, ésta puede estar presentada en dos unidades:

- a) Valor, el cual puede estar expresado en pesos o dólares y
- b) Volumen, el cual se encuentra expresado en kilogramos (kg) o piezas.

Durante esta revisión, se determinó que la fuente de información que permite conocer cuál es la clasificación arancelaria sobre importaciones y exportaciones por fracción es el **SIAVI** que, a su vez, presenta la información de los productos en unidades de valor y volumen, de tal forma que se utilizó el **SIAVI** como fuente primaria de información.

⁷Si se quiere más información referente a la Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera, visitar: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/encuestas/establecimientos/secundario/emim/tabulados.aspx>





5. Estimación del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel nacional

5.1. Primera aproximación de la generación de residuos

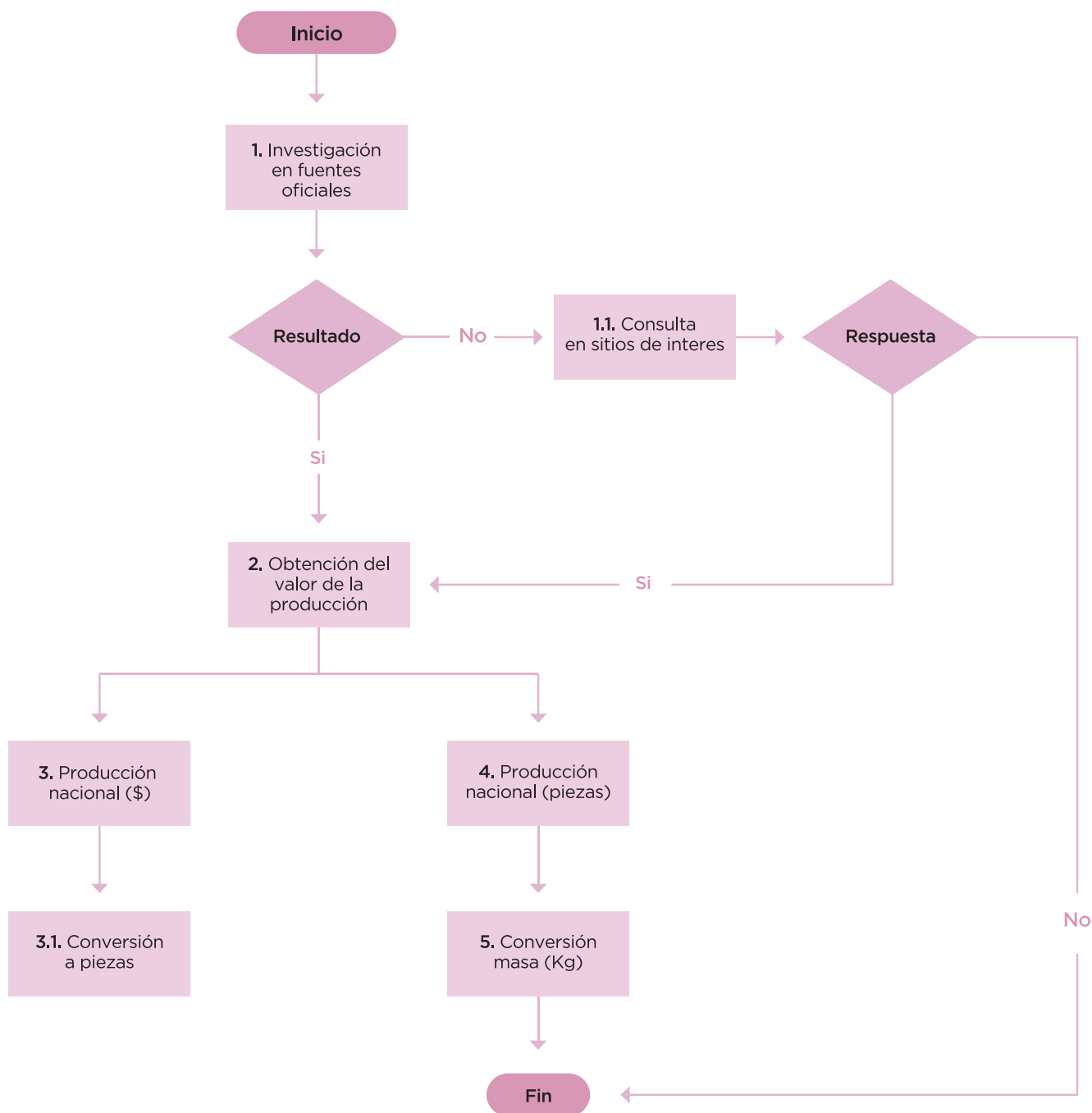
De acuerdo con la metodología, se obtiene la primera aproximación del inventario a nivel nacional basado en la determinación del consumo nacional aparente, la masa correspondiente y la distribución de Weibull para determinar la cantidad de residuos a partir de cada uno de los dispositivos. Esta sección se basa en los datos oficiales accesibles sobre importación, exportación y producción nacional. La información recopilada de las fuentes de información descritas, se presenta en los siguientes apartados.



5.1.1. Valores de producción nacional

Para determinar la producción de aparatos eléctricos y electrónicos en México se utilizó la siguiente secuencia de pasos que se muestra en el diagrama de la **Figura 10**.

Figura 10. Metodología implementada para la obtención de la información de producción



Para dar cumplimiento al proceso metodológico descrito previamente, se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Investigación en fuentes oficiales

Se describe puntualmente en el apartado “4.7. Análisis de las fuentes de información”.

2. Obtención del valor de producción a nivel nacional

Para la búsqueda de los 36 aparatos se observó que, en algunos casos el valor de la producción estaba agrupado para un conjunto de aparatos sin precisar la fracción de producción de cada equipo, en estos casos se optó por agrupar los aparatos del estudio en función al criterio referido en el Sistema de Clasificación **Industrial de América del Norte (SCIÁN)**. En la **Tabla 22** se presenta el listado de los aparatos seleccionados, para mejor ubicación se respetó el consecutivo original del ID asignado.

Por otro lado, se identificaron aparatos del **SCIÁN** que no fueron considerados para el presente estudio, no obstante, considerando la relación directa con el valor nacional de producción se incluyeron en el listado de aparatos primarios. Este fue el caso de aparatos para aire acondicionado y refrigeración, en el primero se reportaron cuatro subcategorías sobre el equipo principal, en el segundo sólo se incluyó una subcategoría. Las modificaciones al listado de aparatos originales se presentan en la **Tabla 22**, donde se aprecian los aparatos agregados a las cinco clasificaciones establecidas⁸ en el estudio.

Tabla 22. Modificación del listado de aparatos electrónicos

Clasificación	ID	Código SCIÁN	Equipo
a. Equipos de regulación de temperatura	1.1	333411	Aire acondicionado de muro y techo
	1.2	333411	Sistemas centrales para aire acondicionado de uso industrial
	1.3	333411	Extractores y enfriadores de aire, torres de enfriamiento e intercambiadores de calor
	1.4	336390	Aire acondicionado (hogar y portátil)
	2	333412	Congeladoras y conservadores
	3	333412	Refrigeración profesional
	3.1	335220	Frigoríficos
b. Pantallas	4	334110	Monitores con tubos de rayos catódicos
	5	334110	Televisores
	6	334110	Pantallas de cristal líquido*
	7	334110	Pantallas de plasma*
	8	334110	Laptops
	9	334110	Notebooks
	10	334110	Tabletas
c. Equipos grandes	11	335220	Lavadoras
	12	335220	Secadoras
	13	335220	Estufas

⁸A) Equipos de regulación de temperatura; B) Monitores con tubos de rayos catódicos, televisores, pantallas de cristal líquido y plasma; C) Equipos grandes; D) Equipos pequeños; E) Equipo de telecomunicaciones e informática.

Clasificación	ID	Código SCIAN	Equipo
c. Equipos grandes	14	334410	Paneles fotovoltaicos
	15	333312	Copiadoras
	16	334110	Impresoras
d. Equipos pequeños	17	333319	Aspiradoras
	19	335220	Hornos de microondas
	18	333243 / 335210	Cafeteras
	20	333243 / 335210	Tostadores
	22	335210	Rasuradoras
	21	335210	Ventiladores
	23	333993	Básculas
	24	339940	Calculadoras
	27	333311	Videocámaras
	29	-	Herramientas domésticas
	26	334220	Radios
	25	-	Consolas de videojuegos
	28	-	Juguetes electrónicos
	30	-	Instrumentos de monitoreo y control
e. Equipo de telecomunicación e informática	31	334220	Celulares
	32	334220	GPS
	33	339940	Calculadoras de bolsillo
	34	334110	Routers
	35	-	PCs
	36	334220	Teléfonos fijos

Nota: * Los valores de producción se encontraron separados para pantallas de cristal líquido y plasma, pero para importación y exportación los datos solo están disponibles en conjunto.

El valor de la producción de aparatos electrónicos se obtuvo en dos unidades, miles de pesos de la clase y/o en unidades de pieza producidas en cada año. A continuación, se presenta el procedimiento realizado para cada unidad.

3. Producción en moneda

Cuando el valor de la producción de aparatos estuvo referido en miles de pesos y para determinar la producción en unidades, se inició una búsqueda de precios promedio de los aparatos de interés, sin embargo, durante la búsqueda de información se consideraron diversos hechos.

Por ejemplo, de acuerdo a lo establecido con la Ley del Sistema Nacional de Información Estadística y Geografía, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de abril de 2008, que a partir del 15 de julio de 2011, el **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)** tiene la facultad exclusiva de elaborar y publicar los índices nacionales de precios. Por lo tanto, se realizó una búsqueda fraccionada en dos periodos, uno comprendió de 2006 a 2010, el otro periodo comprendió de 2011 a 2015. Para el primer periodo (2006 - 2010) se recurrió a sitios oficiales, como **Banco de México (BANXICO)** y la **Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO)**.



En el primer sitio se identificaron datos de **índices nacionales de precio al productor (INPP)**, sin embargo, para su elaboración se precisan datos sobre la producción⁹, censos industriales y anuarios estadísticos; considerando el objeto de la búsqueda se descartó el referente de INPP y se continuó con la obtención de datos en la **PROFECO**¹⁰.

En la búsqueda del portal de **PROFECO** se identificaron las herramientas de *“Brújula de precio”* y *“Estudio de calidad”*, donde se hizo una recopilación de sus históricos de precios en los boletines mensuales. Para el acopio de información se realizó una búsqueda a tres niveles:

- a) Para los precios en aparatos que no se tenían publicados, se realizó una solicitud de datos a través del portal del sitio y se complementó la información que se contaba.
- b) De aquellos datos faltantes como el precio de celulares y calculadoras, se empleó una búsqueda como usuario tomando como referente las compañías o marcas de mayor demanda. En ambos casos se optó por descartar precios máximos y mínimos, a fin de obtener el rango de promedio.
- c) En caso de no contar con el referente de precios, se consideró como equivalente el precio promedio de los aparatos que sí se tenía para los años faltantes.

En el segundo periodo (2011 - 2015) se realizó una consulta de los Índices Nacionales de Precios que elabora y publica el **INEGI** que permitiera conocer los precios promedio de los aparatos de interés, el resultado que se mostró fue el precio promedio mensual que refiere al **Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC)** como valor para conocer el precio circulante en

⁹ El objeto de la búsqueda central en este apartado recae en este criterio.

¹⁰ La consulta de los Índices Nacionales de Precios que elabora y publica el INEGI refiere al precio promedio del Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), por lo tanto, se eligió homogenizar el criterio de búsqueda con la información disponible en la fuente oficial y se realizó una búsqueda de precio en sitios oficiales.

el mercado; por lo tanto, se optó por realizar una búsqueda estándar para los años del estudio y se consideró una búsqueda de precios al consumidor.

En ambos periodos se consideró el monto de producción anual establecida en unidad de moneda y se realizó el cálculo de la cantidad de piezas producidas por año, este dato se obtuvo al dividir el total de la producción reportada entre el precio promedio de cada producto.

A continuación, se mencionan las consideraciones para cada rubro:

- Para los casos en los cuales no se obtuvo un precio histórico anual en alguno de los aparatos, el promedio anual de un año fue el dato lineal para el resto de los años.
- En la clasificación por subsector del **SCIAN** que involucra más de dos aparatos, se presentó el promedio ponderado por equipo.
- Para el valor de producción de estufas se consideraron únicamente las de 4 a 6 quemadores con encendido eléctrico, se descartó aquellos aparatos de gas.
- Al no existir datos históricos de teléfonos celulares, se realizó una búsqueda independiente y se optó por consultar el histórico de precios de los teléfonos de la compañía TELCEL, de manera adicional se realizó una búsqueda como usuario en las empresas MOVISTAR y AT&T. Los datos obtenidos del histórico del 2012 al 2016 son sin plan y con IVA, y se reporta el promedio ponderado de éstos.
- Para determinar el precio de calculadoras se seleccionaron dos establecimientos para artículos de oficina, un establecimiento de autoservicio y una marca nacional.

Una vez que se obtuvo la producción de aparatos en unidades (piezas), se realizó el cálculo a masa que se expresa en el punto 5.

4. Producción nacional en piezas

Cuando la información de la producción anual fue obtenida en unidades de moneda y piezas, se tuvo por prioridad el segundo criterio (piezas) ya que permitía conocer de manera directa la masa de los aparatos. Dado que el 80% de los datos son reportados mensualmente, se realizó un promedio con el total de piezas producidas en cada año y así obtener un dato general.

5. Conversión a masa

A partir del número de piezas producidas anualmente se estimó la cantidad en masa producida para cada categoría en kilogramos, utilizando como base el peso promedio reportado por la **United Nations University (UNU)** en el documento E-waste statistics 2015. Los valores finales con los pesos (masa) promedio se muestran en la **Tabla 23**.



Tabla 23. Masa promedio (kg/unidad) EU-28ros países

UNU-KEY	Dispositivos	Masa promedio (kg/pieza)			
		2005	2010	2011	2012
1	Calefacción central (hogar instalado)	30.9	30.9	30.9	28.1
2	Paneles fotovoltaicos (incluidos los convertidores)	12.0	20.0	20.0	20.0
101	Calefacción y Ventilación Profesional (excepto equipo de refrigeración)	52.7	49.5	50.0	48.9
103	Cocina (f.i grandes hornos, hornos, equipo de cocina)	45.4	47.7	47.7	45.9
104/105*	Lavadoras y secadoras	57.3	59.15	59.2	57.5
106	Calefacción y Ventilación Doméstica (f.i. campanas, ventiladores, calentadores)	5.6	5.3	5.1	5.2
108	Frigoríficos (incluidos los Combi-frigoríficos)	52.3	55.0	55.2	54.1
109	Congeladores	43.9	44.1	44.1	43.3
111	Aire acondicionado (instalado en el hogar y portátil)	26.6	26.6	26.6	25.2
113	Refrigeración profesional (f.i. acondicionadores de aire grandes, exhibiciones de enfriamiento)	109.0	90.2	92.8	90.5
201/202*	Equipos pequeños y alimentos	2.65	1.9	1.8	1.7
204	Aspiradores (excepto profesionales)	5.5	5.9	5.9	5.8
301	Pequeños IT (routers, ratones, teclados, unidades externas y accesorios)	0.9	0.3	0.4	0.3
302	Ordenadores de mesa (excepto monitores, accesorios)	9.2	8.8	8.8	8.8
303	Portátiles (incl. Tablet)	3.7	3.2	3.2	3
304	Impresoras (escáneres, multifuncionales, faxes)	9.1	10.3	10.3	10
301/302/ 303/304*	Electrónicos	5.73	5.65	5.68	5.53
305/306*	Teléfonos	0.30	0.30	0.30	0.25
308	Monitores de tubo de rayos catódicos	19.4	22.0	22.0	13.0
408	Televisores de panel plano (LCD, LED, Plasma)	12.0	14.7	14.7	14.3
309	Monitores de pantalla plana (LCD, LED)	5.3	5.5	5.5	5.4
309/402/403/ 404/406*	Audio y video	1.8	1.6	1.7	1.7

Nota: * Promedio ponderado por equipo



Como se manifestó anteriormente, el valor de producción se presenta en función de la información publicada para cada equipo, o bien, en función de aparatos agrupados de los cuales se desconoce la producción específica por cada equipo. Cuando la información se obtuvo por un conjunto de aparatos, se realizó un promedio con el peso de los aparatos que se tenía y se presentó un peso total para el valor de producción, como se presenta a continuación.

1) Lavadoras y secadoras. El peso representa el promedio de los aparatos para lavadoras y secadores de lavado y centrifugadoras.

2) Equipos pequeños y de alimentos. El peso que se muestra en la **Tabla 23** representa el promedio de los equipos pequeños para hogares como planchas, adaptadores, relojes, entre otros y, equipos de alimentos como tostadoras, procesamiento de alimentos.

3) Electrónicos. El peso que se muestra en la Tabla representa el promedio de los equipos pequeños IT, ordenadores de mesa, portátiles e impresoras.



4) Teléfonos. El peso que se muestra representa el promedio de los equipos en telecomunicaciones como teléfonos inalámbricos y teléfonos móviles como los Smartphones.

5) Audio y video. El peso representa el promedio de los electrónicos de audio y video portátiles como mp3, instrumentos de radio, video como grabadores de video DVD y cámaras como cámaras y videocámaras digitales.

De tal forma que en la **Tabla 24**, se muestra en kilotoneladas (kt) la producción nacional anual de aparatos electrónicos.



Tabla 24. Volumen anual nacional de producción (Kilotoneladas (kt))

Volumen anual de producción						
Categorías	Código SCIAN	Dispositivos	2006	2007	2008	2009
Equipos de regulación de temperatura	333411, 336390	Aire acondicionado*	179.727	245.263	231.815	215.339
	333412	Congeladores	12.061	12.592	14.894	13.434
	333412, 335220	Refrigeradores	172.786	240.545	227.203	223.049
Pantallas	334110	Monitores con tubos de rayos catódicos	245.876	125.499	78.764	51.837
		Televisores	270.276	269.484	307.668	356.928
		Pantallas de cristal líquido y plasma	46.458	81.347	112.081	136.308
	334110	Laptops	S/D	S/D	S/D	S/D
		Notebooks	S/D	S/D	S/D	S/D
		Tabletas	S/D	S/D	S/D	S/D
Equipos grandes	335220	Lavadoras	59.330	53.675	0.000	0.000
		Secadoras				
	335220	Estufas	168.437	174.295	0.000	0.000
	334410	Paneles fotovoltaicos	0.000	0.010	0.009	0.007
	333312	Copiadoras	S/D	S/D	S/D	S/D
Equipos pequeños	334110	Impresoras	S/D	S/D	S/D	S/D
	333319	Aspiradoras	S/D	S/D	S/D	S/D
	335220	Hornos de microondas	S/D	S/D	S/D	S/D
	333243, 335210	Cafeteras	4.455	6.229	5.288	2.059
		Tostadores				
		Rasuradoras				
	335210	Ventiladores	0.111	0.480	0.460	0.017
	333993	Básculas	S/D	S/D	S/D	S/D
	339940	Calculadoras	3.130	1.946	0.000	0.000
	333311, 334220	Herramientas domésticas	2.975	0.387	0.390	0.381
		Radios				
		Videocámaras				
	S/D	Juguetes Electrónicos	S/D	S/D	S/D	S/D
		Consolas de Videojuegos	S/D	S/D	S/D	S/D
		Instrumentos de monitoreo y control	S/D	S/D	S/D	S/D
Equipo de telecomunicaciones	334220	Celulares	0.000	0.000	0.000	0.000
		GPS				
	339940	Calculadora de bolsillo	S/D	S/D	S/D	S/D
	334110	Routers	0.000	0.007	0.005	0.005
		PCs**				
	334220	Teléfonos fijos	S/D	S/D	S/D	S/D
Total			1,165.620	1,211.759	978.577	999.362

* Incluye lo referido a: Aire acondicionado de muro y techo, sistemas centrales para aire acondicionado de uso industrial, extractores y enfriadores de aire.

** Incluye los componentes y periféricos de: Laptops, Notebooks, Tabletas, Routers, Impresoras y PCs.

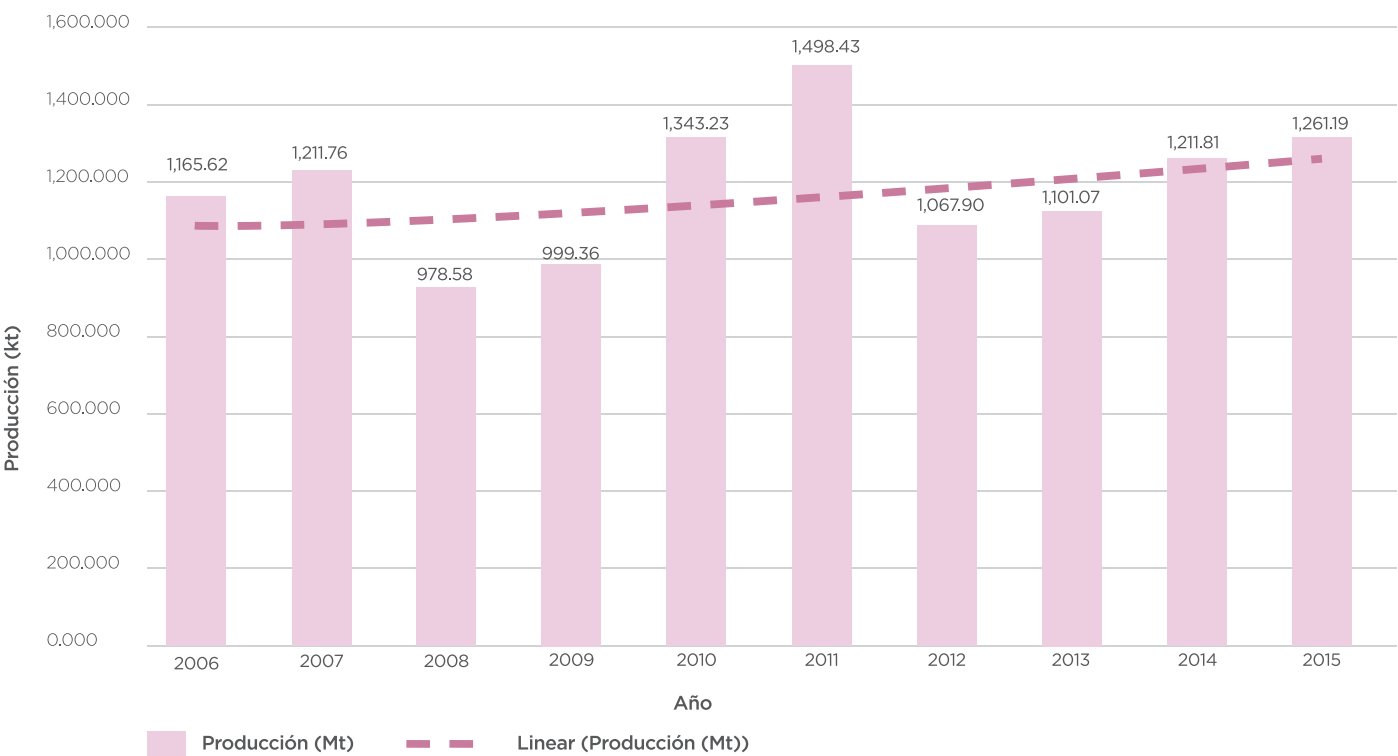
Producción (kt)								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Volumen anual promedio de producción (2006-2015)	Volumen acumulado de producción (2016-2015)
	311.912	489.348	739.484	802.410	923.235	950.623	508.916	5,089.156
	15.398	16.242	16.714	15.202	17.012	17.495	15.105	151.046
	289.532	286.664	272.489	252.036	241.798	263.472	246.957	2,469.574
	47.278	28.292	0.000	0.000	0.000	0.000	57.755	577.545
	497.889	498.536	0.000	0.000	0.000	0.000	220.078	2,200.781
	160.508	165.098	0.000	0.000	0.000	0.000	70.180	701.799
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	11.300	113.004
	15.374	9.967	34.767	27.131	25.393	25.192	48.056	480.556
	0.011	0.012	0.013	0.013	0.014	0.017	0.011	0.107
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	4.986	3.609	3.855	3.769	3.912	3.859	4.202	42.020
	0.014	0.049	0.064	0.039	0.039	0.053	0.133	1.327
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.508	5.076
	0.318	0.612	0.512	0.460	0.399	0.467	0.690	6.900
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	0.005	0.006	0.006	0.007	0.011	0.012	0.0062	0.062
	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
	1,343.226	1,498.434	1,067.904	1,101.067	1,211.814	1,261.192	1,183.896	11,838.955

aire, torres de enfriamiento e intercambiadores de calor.

En la Tabla anterior se observa que los volúmenes de aparatos electrónicos producidos en el país desde 2006 a 2015 presentan una ligera tendencia creciente. Por ejemplo, en 2006 la producción fue de 1,165.62 kt, cantidad que ha crecido a 1,261.19 kt (2015), 8.20% en 10 años. Por su parte, se identifica que los aparatos electrónicos individuales que más masa producen son los correspondientes a la categoría de “Equipos de regulación de temperatura” los cuales representan el 65.12% (7,709. 78 kt) del total producido durante el periodo de estudio (11,838.96 kt), seguidos por los aparatos pertenecientes a la categoría de “Pantallas” que figuran el 29.40% (3,480.13 kt) del total producido durante el periodo de estudio (11,838.96 kt), la categoría de “Equipos grandes” constituye el 5.01% (593.67 kt) en relación al total producido durante el periodo de estudio (11,838.96 kt), mientras que las categorías de “Equipos pequeños” y “Equipos de telecomunicaciones” incorporan el 0.47% (55.32 kt de Equipos pequeños y 0.06 kt de Equipos de telecomunicación) en proporción al total producido durante el periodo de estudio (11,838.96 kt).

Tal como se muestra en la **Figura 11**, el **2011 fue el punto de producción más alto de aparatos eléctricos y electrónicos que presentó el país¹¹**, ya que la producción se incrementó 28.55% con relación a la producción de 2006, otro crecimiento importante se dio durante 2010 donde la producción creció 15.24% con respecto a 2006. A partir del 2012 el incremento se desaceleró, pero aún se mantiene creciendo.

Figura 11. Evolución del volumen de producción de aparatos eléctricos y electrónicos seleccionados

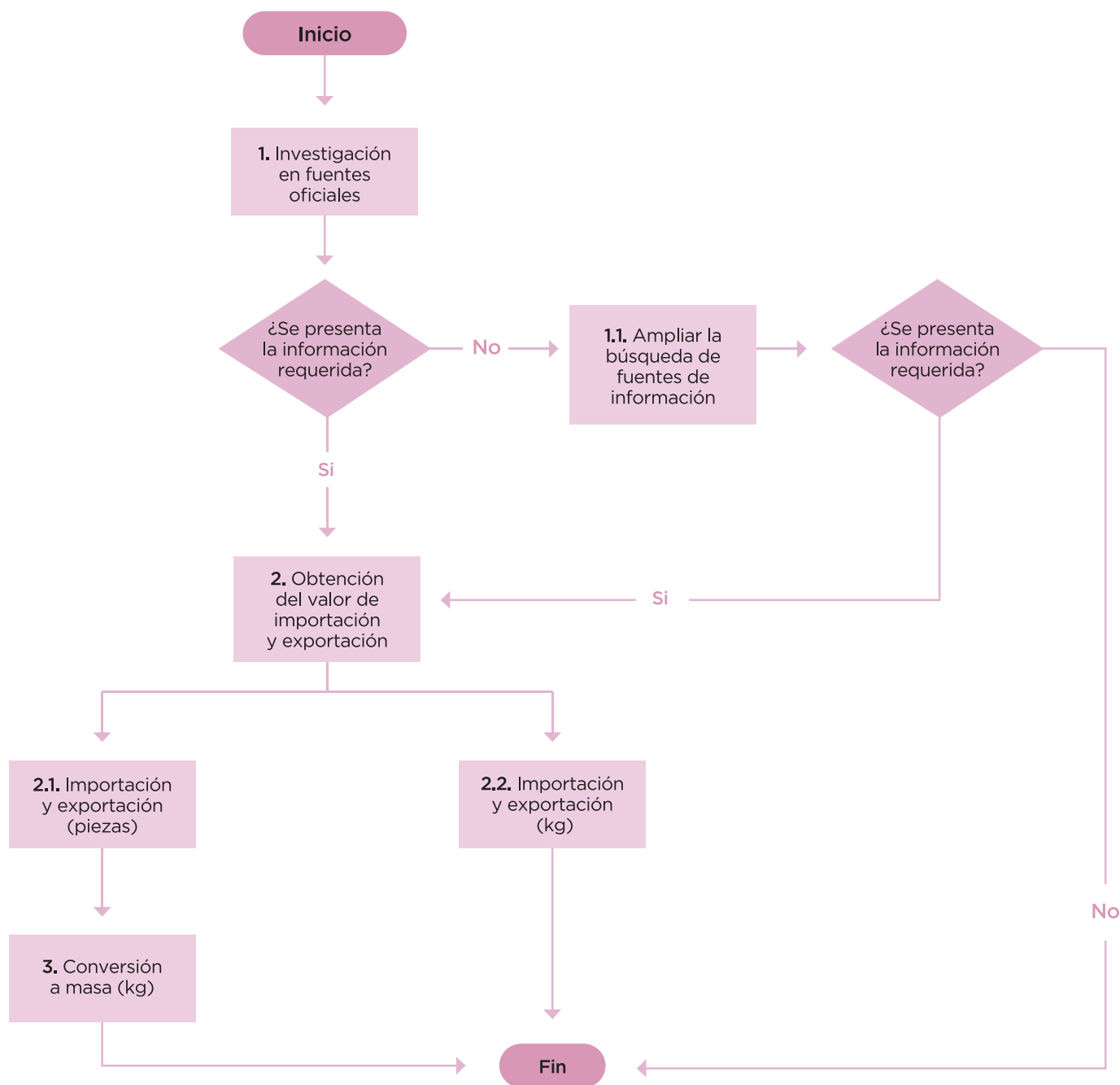


¹¹Aparatos electrónicos objeto del presente estudio.

5.1.2. Valores de importación y exportación

Para determinar la importación y exportación de aparatos electrónicos en México se utilizó la secuencia de pasos que se muestran en el diagrama de la **Figura 12**.

Figura 12. Metodología implementada para la obtención de la información de importación y exportación





Para dar cumplimiento al proceso metodológico, se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Investigación en fuentes oficiales

Se describe puntualmente en el apartado “4.7. *Análisis de las fuentes de información*”.

2. Obtención del valor de importación y exportación.

Una vez que se ingresó al **SIAVI**, se realizó la búsqueda por partida arancelaria comenzando por el capítulo hasta llegar a la fracción, como se mencionó anteriormente, la información obtenida a través del **SIAVI** hace referencia a estadísticas anuales, en donde se presenta el valor y volumen total, la información por aparato se puede obtener de dos formas:

- a) En volumen por piezas, cuando la información se obtiene bajo esta unidad, se realiza lo establecido en el punto 3 (conversión a masa) de la presente metodología,
- b) En volumen por masa (kg), cuando la información obtenida obedece a estas unidades, no se realiza actividad adicional.

3. Conversión a masa

A partir del número de piezas importadas o exportadas anualmente se estimó la cantidad de masa por categoría (kg), utilizando como base el peso promedio reportado por la **United Nations University (UNU)** en el documento E-waste statistics 2015 (**Tabla 23**).

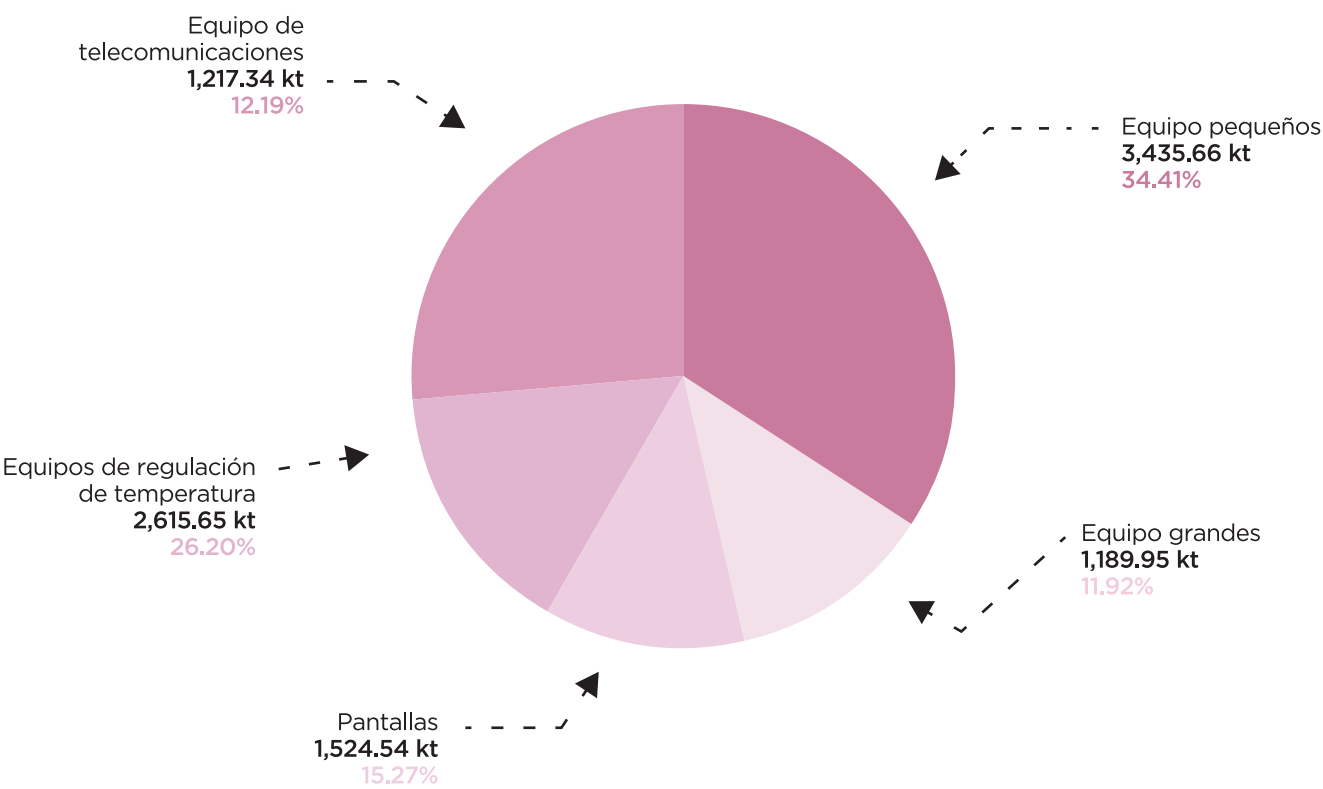
Como se observa en la Tabla referida, no se cuenta con peso promedio de cada uno de los años de 2005 al 2016, de tal forma que, para los años en los cuales no se cuenta con reporte de peso, se decidió trabajar con el promedio de 2005 al 2012.

5.1.2.1. Importación de productos electrónicos

Los volúmenes de aparatos electrónicos que ingresaron al país desde 2006 a 2015 se han incrementado de forma intensiva. Por ejemplo, en 2006 las importaciones fueron de 722.39 kt, cantidad que ha crecido a 1,234.85 kt para 2015.

En la **Figura 13**, se muestra que los aparatos electrónicos que más se importan son los denominados “equipos pequeños”, el total de estos aparatos corresponde a 3,435.66 kt que equivalen al 34.4% del total de las importaciones (9,983.14 kt) presentadas durante el periodo del 2006 al 2015, la categoría “equipos de regulación de temperatura” figura con 2,615.65 kt que representa el 26.2%; la siguiente categoría es “pantallas” con un 15.2% y finalmente, “equipos de telecomunicaciones” y “equipos grandes” con un 11.9% cada una.

Figura 13. Distribución porcentual de la importación nacional de aparatos electrónicos por categoría, (kilotoneladas)



En la **Tabla 25** se pueden identificar dos valores marcados en color gris, el de paneles fotovoltaicos para 2011 y el de routers para 2013, debido a que eran valores con órdenes de magnitud muy diferentes al resto de los años, se llevó a cabo una aproximación considerando el valor inmediato anterior y posterior.

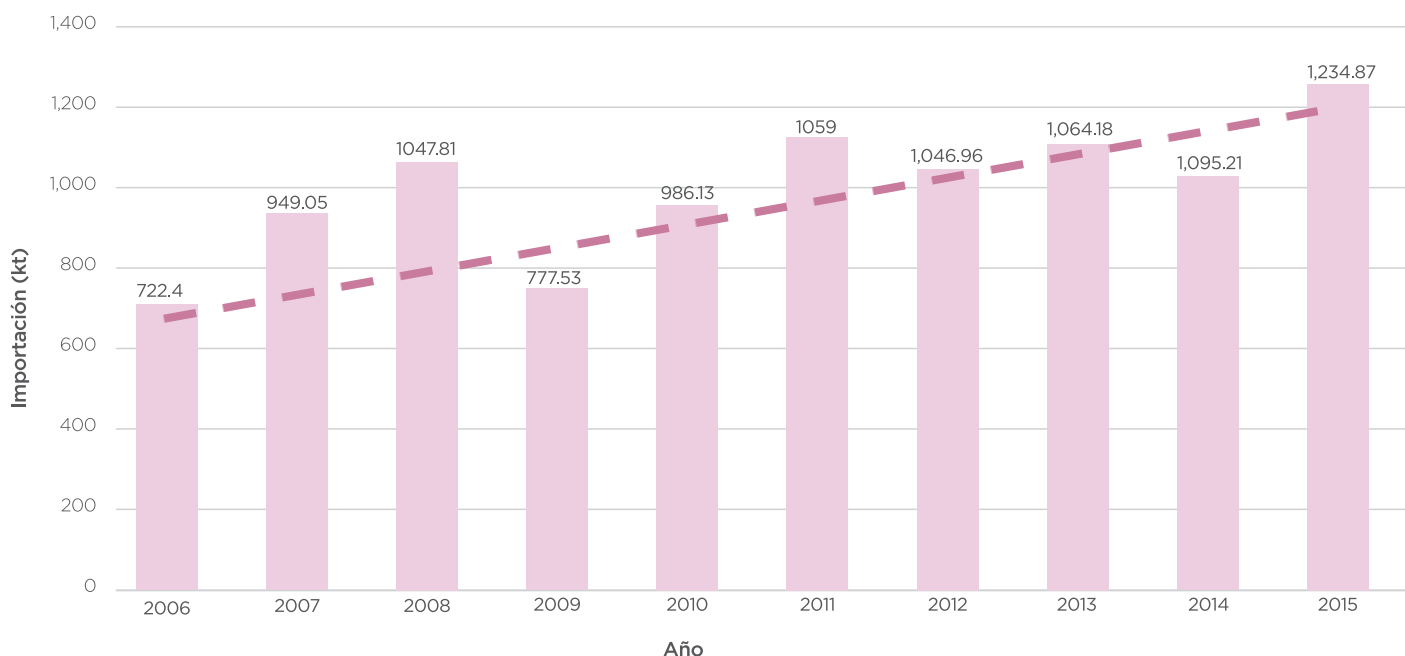
Tabla 25. Volumen anual nacional de importación (kilotoneladas (kt))

Volumen anual de importación						
Categorías	Dispositivos	2006	2007	2008	2009	2010
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	46.20	54.47	50.07	40.37	61.80
	Congeladores	14.88	14.27	15.56	11.29	10.53
	Refrigeradores	228.01	222.81	214.44	136.97	160.55
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	-	36.95	72.44	87.92	142.86
	Televisores	-	2.80	8.21	6.43	11.97
	Pantallas de cristal líquido y plasma	-	14.46	24.32	17.68	36.51
	Laptops	-	-	-	-	-
	Notebooks	-	-	-	-	-
	Tabletas	-	-	-	-	-
Equipos grandes	Lavadoras	23.67	20.53	15.29	11.39	13.66
	Secadoras	8.52	10.64	8.90	5.51	10.20
	Estufas	5.03	14.43	14.02	5.24	14.74
	Paneles fotovoltaicos	11.09	9.58	30.95	15.84	7.46
	Copiadoras	-	38.03	75.67	39.35	54.03
	Impresoras	-	-	-	-	-
Equipos pequeños	Aspiradoras	8.17	4.90	0.75	0.96	0.84
	Hornos de microondas	33.95	35.28	34.81	27.42	41.57
	Cafeteras	0.65	3.16	3.24	2.78	3.51
	Tostadores	0.31	0.50	0.59	1.18	2.06
	Rasuradoras	1.48	1.10	1.59	1.81	1.90
	Ventiladores	197.35	187.30	167.26	108.02	128.05
	Básculas	17.99	17.51	11.84	9.35	16.56
	Calculadoras	1.31	0.96	0.94	0.58	1.88
	Herramientas domésticas	31.46	50.26	34.89	27.92	37.21
	Radios	-	0.14	0.49	0.27	0.49
	Videocámaras	35.14	26.08	21.05	19.32	17.35
	Juguetes Electrónicos	0.86	31.84	70.51	34.99	56.47
	Consolas de Videojuegos	15.61	26.87	32.59	19.76	11.87
	Instrumentos de monitoreo y control	4.21	3.42	2.92	2.67	2.71
Equipo de telecomunicaciones	Celulares	-	1.99	3.47	3.76	4.43
	GPS	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
	Calculadora de bolsillo	21.84	21.50	18.43	14.64	14.83
	Routers	-	0.59	0.95	1.21	1.38
	PCs**	13.11	94.74	110.31	121.79	117.20
	Teléfonos fijos	1.55	1.94	1.31	1.11	1.51
Total		722.39	949.06	1,047.79	777.53	986.13

anual (kt)							
	2011	2012	2013	2014	2015	Volumen anual promedio de importación (2006-2015)	Volumen acumulado de importación (2006-2015)
	94.43	66.28	65.43	84.86	92.62	65.65	656.53
	13.22	16.40	16.38	21.04	20.14	15.37	153.73
	222.29	209.85	187.80	126.08	96.61	180.54	1,805.39
	163.84	161.18	136.13	123.37	122.92	104.76	1,047.61
	0.81	0.15	0.00	0.00	0.00	3.04	30.38
	27.13	40.05	36.79	82.13	167.49	44.66	446.56
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-
	12.74	13.30	10.14	10.21	13.65	14.46	144.57
	7.46	9.48	7.50	8.98	9.95	8.71	87.14
	18.89	30.29	43.89	64.72	80.16	29.14	291.42
	16.25	24.74	51.58	32.82	41.45	24.17	241.76
	44.49	49.70	41.44	39.43	42.92	42.51	425.06
	0.92	1.05	1.26	1.62	1.89	2.24	22.38
	43.85	45.63	46.10	53.68	57.03	41.93	419.31
	4.67	4.36	4.59	5.21	5.66	3.78	37.83
	2.15	1.85	1.96	2.08	1.98	1.47	14.65
	3.09	3.66	3.00	4.13	4.74	2.65	26.48
	121.52	117.77	126.99	149.48	159.24	146.30	1,462.98
	17.68	19.57	20.83	21.64	25.27	17.82	178.24
	0.70	0.74	0.73	1.00	0.85	0.97	9.70
	45.91	50.61	51.50	60.90	59.34	45.00	449.99
	0.37	0.32	0.27	0.29	0.29	0.29	2.93
	24.15	16.95	14.71	13.61	11.43	19.98	199.78
	39.13	37.84	47.87	42.38	79.06	44.10	440.95
	11.30	7.89	5.36	4.23	4.25	13.97	139.73
	3.01	2.91	3.17	2.98	2.68	3.07	30.69
	5.32	4.62	5.55	6.05	5.26	4.04	40.44
	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.04
	17.19	14.86	13.57	13.30	15.59	16.57	165.75
	1.48	2.69	2.83	2.97	3.36	1.94	17.46
	93.01	90.36	114.52	113.34	106.05	97.44	974.43
	2.00	1.86	2.26	2.68	2.99	1.92	19.21
	1,059.00	1,046.95	1,064.18	1,095.18	1,234.85	1,020.65	9983.14

Tal como se muestra en la gráfica de la **Figura 14**, se aprecia una tendencia creciente en los volúmenes de aparatos electrónicos (de los equipos objeto del presente estudio) que ingresan al país, tomando en cuenta las dos consideraciones realizadas en 2011 y 2013. En términos generales, se registró un aumento del 80% (512.44 kt) de 2006 a 2015.

Figura 14. Evolución del volumen de importación de aparatos eléctricos y electrónicos seleccionados

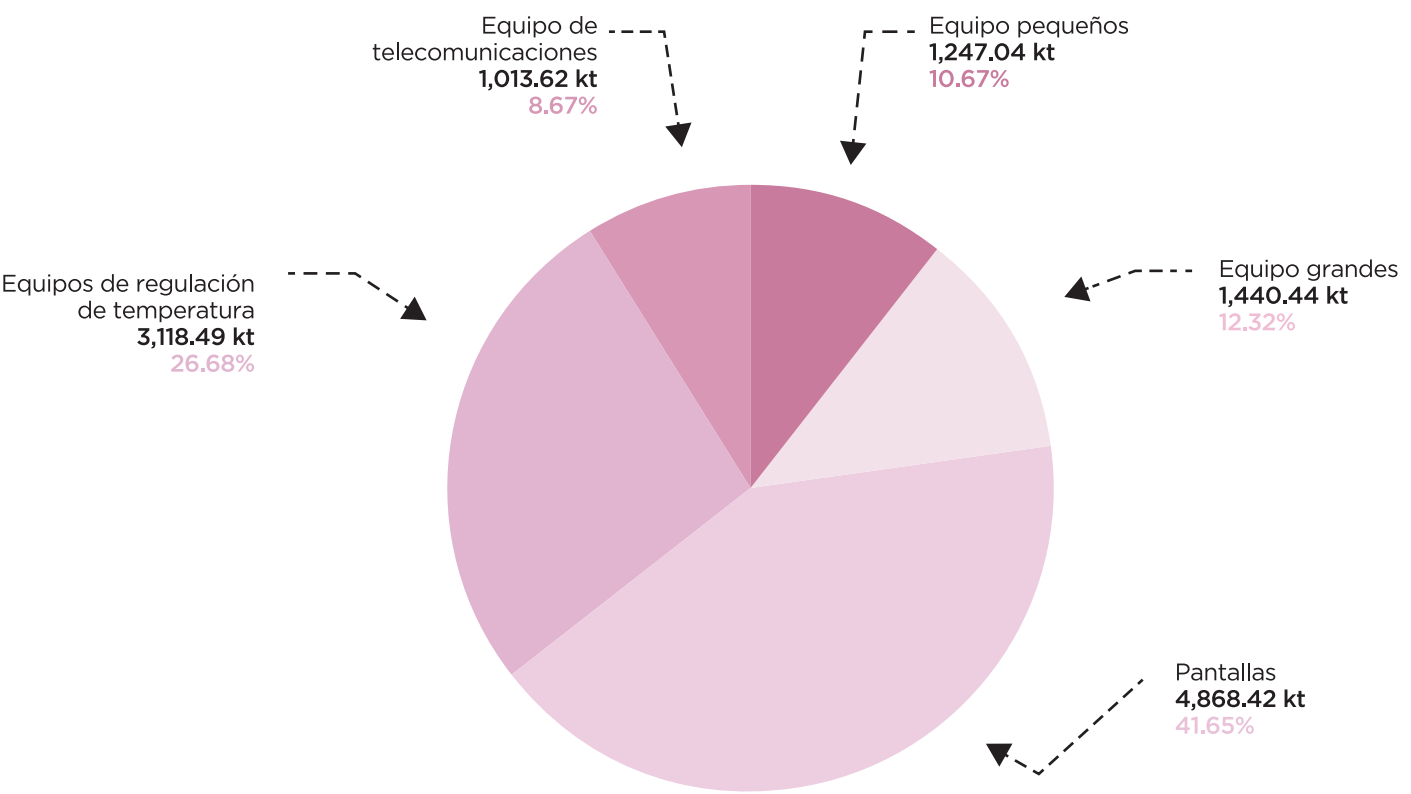


5.1.2.2. Exportación de productos electrónicos

Los volúmenes de aparatos electrónicos que son exportados del país desde 2006 a 2015 se han incrementado; por ejemplo, en 2006 las exportaciones fueron de 331.67 kt, cantidad que ha crecido a 4.15 veces más para 2015 (1,377.61 kt), lo que representa un incremento del 1,045.94 kt.

En la Figura siguiente, se muestra que los aparatos electrónicos que más se exportan son los denominados *“Pantallas”*, el total de estos aparatos corresponde a 4,868.42 kt que equivalen al 41.6% del total de las exportaciones (11,688.01 kt) presentadas durante el periodo de estudio (2006-2015), la categoría *“Equipos de regulación de temperatura”* figura con 3,118.49 kt que representan el 26.6% del total de las exportaciones (11,688.01 kt) presentadas durante el periodo de estudio, mientras que el 31.67% se encuentra representado por las categorías de *“Equipos pequeños”* (1,247.04 kt (10.6%)), *“Equipos grandes”* (1,440.44 kt (12.3%)) y *“Equipos de telecomunicaciones e informática”* (1,013.62 kt (8.6%)).

Figura 15. Distribución porcentual de la exportación nacional de aparatos eléctricos y electrónicos por categoría, (kilotoneladas)



En la **Tabla 26** se observa que los volúmenes de aparatos electrónicos exportados del país desde 2006 a 2015 presentan una tendencia creciente.

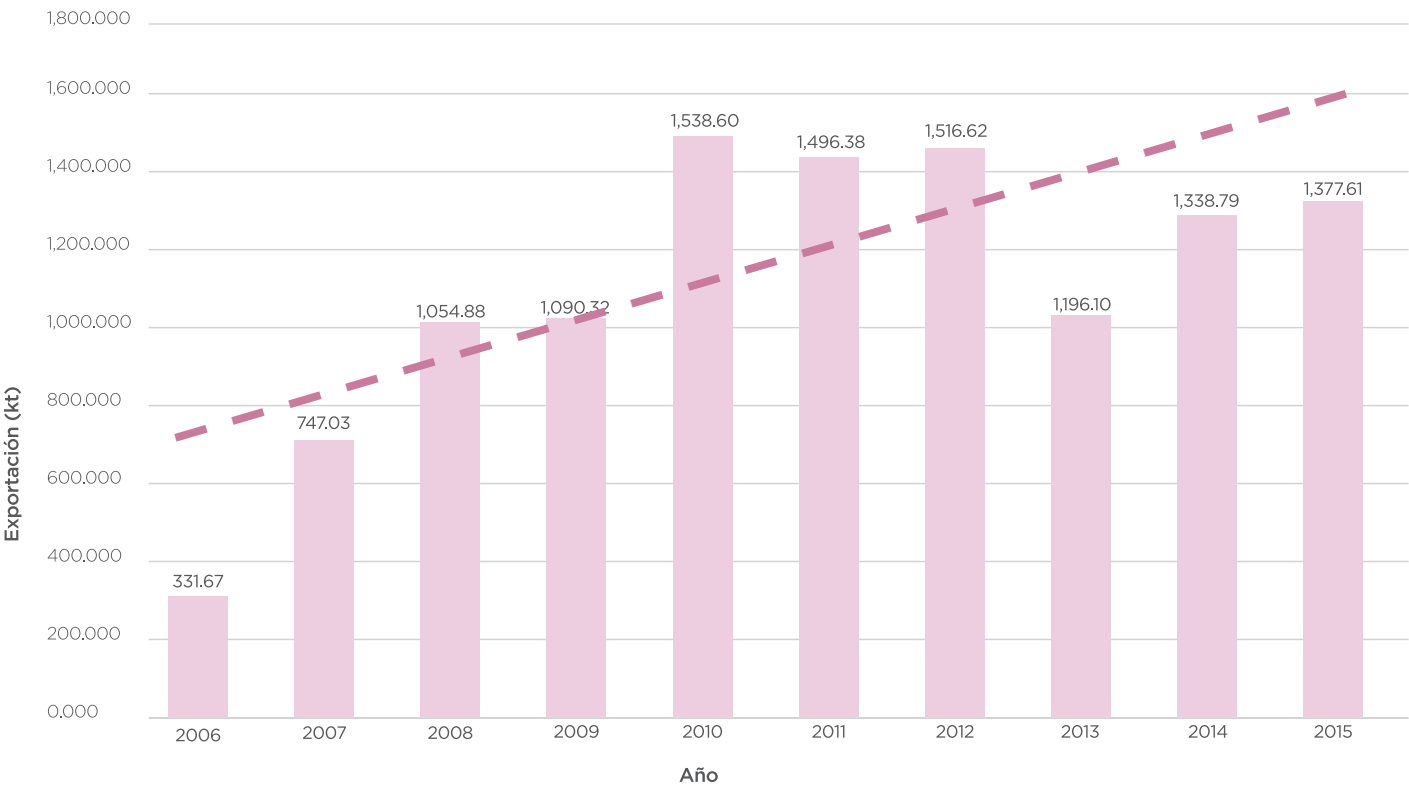
Tabla 26. Volumen anual nacional de exportación (kilotoneladas (kt))categoría, (kilotoneladas)

Volumen anual de exp					
Categorías	Dispositivos	2006	2007	2008	2009
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	9.06	17.60	9.29	6.91
	Congeladores	94.19	106.69	143.11	213.07
	Refrigeradores	15.49	39.56	30.48	29.09
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	-	29.13	47.80	46.82
	Televisores	-	0.02	0.20	0.00
	Pantallas de cristal líquido y plasma	-	230.05	480.95	470.68
	Laptops	-	-	-	-
	Notebooks	-	-	-	-
	Tabletas	-	-	-	-
Equipos grandes	Lavadoras	49.08	21.16	45.99	41.45
	Secadoras	0.67	1.02	5.04	9.63
	Estufas	0.38	2.32	0.54	2.89
	Paneles fotovoltaicos	7.46	6.27	11.29	16.83
	Copiadoras	-	26.11	55.28	32.14
	Impresoras	-	-	-	-
Equipos pequeños	Aspiradoras	36.40	21.11	2.55	4.71
	Hornos de microondas	2.12	2.54	2.34	0.67
	Cafeteras	2.56	1.01	0.26	0.25
	Tostadores	0.02	0.01	0.02	0.22
	Rasuradoras	0.04	0.03	0.01	0.08
	Ventiladores	29.90	40.05	34.96	21.61
	Básculas	1.50	1.82	1.36	1.26
	Calculadoras	0.37	0.49	0.36	0.22
	Herramientas domésticas	55.02	47.00	43.62	38.36
	Radios	-	0.00	0.04	0.08
	Videocámaras	2.56	4.43	1.73	1.73
	Juguetes Electrónicos	-	0.76	2.23	1.07
	Consolas de Videojuegos	1.34	5.70	7.82	7.92
	Instrumentos de monitoreo y control	3.37	33.67	6.28	8.35
Equipo de telecomunicaciones	Celulares	-	4.57	9.31	7.44
	GPS	0.00	0.00	0.00	0.00
	Calculadora de bolsillo	1.77	1.08	1.14	1.19
	Routers	0.00	0.12	0.29	0.48
	PCs**	15.64	100.08	109.27	124.60
	Teléfonos fijos	2.72	2.61	1.34	0.56
Total		331.67	747.03	1,054.88	1,090.32

Importación (kt)							
2010	2011	2012	2013	2014	2015	Volumen anual promedio de importación (2006-2015)	Volumen acumulado de importación (2006-2015)
16.80	21.82	25.56	24.83	30.51	34.46	19.68	196.83
477.82	440.55	247.95	258.48	270.26	284.31	253.64	2,536.42
34.99	98.24	30.15	38.23	36.02	32.99	38.52	385.24
64.19	62.88	72.89	71.08	65.21	61.19	52.12	521.19
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.23
577.75	545.65	515.15	457.28	557.90	511.59	434.70	4,347.00
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
63.08	36.63	37.32	11.19	6.33	4.14	31.64	316.38
18.91	30.81	32.82	32.52	76.56	109.61	31.76	317.59
2.02	1.35	3.37	3.05	1.74	3.12	2.08	20.77
24.82	33.46	31.83	43.86	41.05	64.87	28.18	281.76
24.48	17.54	295.28	19.27	15.01	18.81	50.39	503.93
4.67	5.03	5.29	4.77	5.40	44.35	13.43	134.30
0.56	0.48	1.88	1.71	0.74	2.54	1.56	15.58
0.20	0.22	0.22	0.21	0.17	0.19	0.53	5.29
0.05	0.06	0.03	0.08	0.07	0.08	0.06	0.63
0.32	3.53	2.63	1.18	0.75	0.42	0.90	8.98
31.17	33.01	42.27	49.09	56.53	62.01	40.06	400.59
0.96	1.43	1.43	1.39	1.39	1.28	1.38	13.83
0.22	0.10	0.05	0.10	0.13	0.14	0.22	2.19
50.71	40.05	45.73	60.98	66.70	60.27	50.84	508.43
0.39	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.06	0.58
1.71	1.30	1.63	1.46	1.50	1.32	1.94	19.39
1.17	1.99	2.28	1.88	2.09	1.71	1.52	15.20
4.03	2.02	1.50	0.97	1.30	1.63	3.42	34.23
5.68	6.10	5.65	6.01	5.95	6.77	8.78	87.83
6.39	4.78	3.59	3.36	2.05	1.25	4.27	42.73
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.34	0.75	0.79	0.68	0.39	0.26	0.94	9.40
0.89	0.67	1.00	1.19	1.31	2.10	0.80	8.03
122.58	105.59	107.68	100.62	91.01	65.42	94.25	942.50
0.69	0.34	0.64	0.62	0.69	0.75	1.10	10.96
1,538.60	1,496.38	1,516.62	1,196.10	1,338.79	1,377.61	1,168.80	11,688.01

Tal como se muestra en la **Figura 16**, 2010 fue el punto de exportación más alto (1,538.60 kt) de aparatos electrónicos que presentó el país, ya que la exportación se incrementó en 4.64 veces con relación a la exportación de 2006 (331.67 kt), otro crecimiento importante se dio durante 2012 donde la exportación se incrementó 4.57 veces con respecto a 2006. Se identifica un crecimiento anual durante el periodo de 2006 a 2010, sin embargo, a partir de ese año y hasta el 2015, se observa un decremento en el volumen de exportación.

Figura 16. Evolución del volumen de exportación de aparatos eléctricos y electrónicos seleccionados



5.1.3. Consumo/uso de aparatos eléctricos y electrónicos

Una vez obtenida la información referente a la producción, importación y exportación de aparatos eléctricos y electrónicos, se procedió a realizar el cálculo del consumo nacional aparente. La **Tabla 28** muestra los resultados obtenidos, con un consumo nacional aparente de 18,882.07 kt para todo el periodo.

Parte de las desventajas conocidas de utilizar un método de aproximación basado en datos de fuentes oficiales se refiere a estar sujeto a la disponibilidad y continuidad de la información; para el caso de esta primera estimación, se identificaron los siguientes casos (**Tabla 27**) que se dejaron marcados en colores diferentes en la **Tabla 28**, y que se resolvieron como se describe a continuación.

Tabla 27. Consideraciones adicionales para el cálculo del consumo aparente

Dispositivos	Problemática identificada	Solución
Congeladores y aspiradoras	El consumo aparente fue negativo para todos los años del periodo, ya que los valores de exportación eran mayores que la suma de los datos de importación y producción	Se dejó marcado en color GRIS Se calculó el consumo aparente, en todos los casos, como la suma de los valores de la importación y de la producción, es decir, sin restar los datos de exportación.
Pantallas de cristal líquido y plasma, , paneles fotovoltaicos, instrumentos de monitoreo y control, celulares y GPS, PCs, routers y teléfonos fijos	Se identificaron consumos aparentes positivos, pero también negativos para algunos años, ya que los valores de exportación eran mayores que la suma de los datos de importación y producción.	Se dejó marcado en color GRIS Solo en los casos donde el consumo aparente era negativo, se calculó como la suma de los valores de la importación y de la producción, es decir, sin restar los datos de exportación.
Lavadoras y secadoras	Se identificaron consumos aparentes positivos, pero también negativos para algunos años, debido a que los valores de producción son igual a cero.	Se dejó marcado en color AMARILLO Considerando que es sabido que en México si se realiza la fabricación de estos dispositivos, se llevó a cabo el promedio de los valores existentes de producción (marcado en color naranja) para los años faltantes y se calculó el consumo aparente.
Copiadoras e impresoras	En 2012 se obtuvo un consumo aparente negativo.	Se dejó marcado en color AMARILLO Se obtuvo el promedio del consumo aparente del año anterior y del posterior.

Cabe hacer mención, que para las laptops, notebooks y tabletas no fue posible encontrar la información de importación, producción y exportación de manera desagregada por dispositivo; es por ello que está incluida dentro del concepto de “PCs y Routers”.

Tabla 28. Matriz de importación, exportación, producción y consumo (kilotoneladas (kt)), periodo 2006-2008

Categorías	Dispositivos	2006				In
		Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	46.20	9.06	179.73	216.87	
	Congeladores	14.88	94.19	12.06	26.94	
	Refrigeradores	228.01	15.49	172.79	385.30	
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	0.00	0.00	245.88	245.88	
	Televisores	0.00	0.00	270.28	270.28	
	Pantallas de cristal líquido y plasma	0.00	0.00	46.46	46.46	
	Laptops, Notebooks y Tabletas (consideradas en PCs y routers)					
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	32.18	49.75	59.33	41.76	
	Estufas	5.03	0.38	168.44	173.09	
	Paneles fotovoltaicos	11.09	7.46	0.00	3.63	
	Copiadoras e Impresoras	0.00	0.00	0.00	0.00	
Equipos pequeños	Aspiradoras	8.17	36.40	0.00	8.17	
	Hornos de microondas	33.95	2.12	0.00	31.83	
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	2.44	2.62	4.45	4.27	
	Ventiladores	197.35	29.90	0.11	167.56	
	Básculas	17.99	1.50	0.00	16.49	
	Calculadoras	1.31	0.37	3.13	4.07	
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	66.60	57.58	2.97	11.99	
	Juguetes Electrónicos	0.86	0.00	0.00	0.86	
	Consolas de Videojuegos	15.61	1.34	0.00	14.28	
	Instrumentos de monitoreo y control	4.21	3.37	0.00	0.84	
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.01	0.00	0.00	0.01	
	Calculadora de bolsillo	21.84	1.77	0.00	20.07	
	PCs y Routers, Laptops, Notebooks y Tabletas	13.11	15.64	0.00	13.11	
	Teléfonos fijos	1.55	2.72	0.00	1.55	
Total		722.39	331.67	1,165.63	1,705.31	

2007				2008			
Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)	Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)
54.47	17.60	245.26	282.13	50.07	9.29	231.81	272.59
14.27	106.69	12.59	26.86	15.56	143.11	14.89	30.45
222.81	39.56	240.55	423.79	214.44	30.48	227.20	411.16
36.95	29.13	125.50	133.32	72.44	47.80	78.76	103.40
2.80	0.02	269.48	272.26	8.21	0.20	307.67	315.68
14.46	230.05	81.35	95.81	24.32	480.95	112.08	136.40
31.16	22.18	53.67	62.66	24.19	51.03	56.50	29.66
14.43	2.32	174.30	186.41	14.02	0.54	0.00	13.49
9.58	6.27	0.01	3.32	30.95	11.29	0.01	19.67
38.03	26.11	0.00	11.92	75.67	55.28	0.00	20.38
4.90	21.11	0.00	4.90	0.75	2.55	0.00	0.75
35.28	2.54	0.00	32.74	34.81	2.34	0.00	32.47
4.76	1.05	6.23	9.94	5.42	0.29	5.29	10.42
187.30	40.05	0.48	147.74	167.26	34.96	0.46	132.76
17.51	1.82	0.00	15.69	11.84	1.36	0.00	10.48
0.96	0.49	1.95	2.42	0.94	0.36	0.00	0.58
76.47	51.44	0.39	25.42	56.42	45.38	0.39	11.43
31.84	0.76	0.00	31.08	70.51	2.23	0.00	68.28
26.87	5.70	0.00	21.17	32.59	7.82	0.00	24.77
3.42	33.67	0.00	3.42	2.92	6.28	0.00	2.92
1.99	4.57	0.00	1.99	3.47	9.31	0.00	3.47
21.50	1.08	0.00	20.41	18.43	1.14	0.00	17.29
95.33	100.20	0.01	95.34	111.26	109.55	0.00	1.71
1.94	2.61	0.00	1.94	1.31	1.34	0.00	1.31
949.03	747.02	1,211.77	1,912.68	1,047.80	1,054.88	1,035.06	1,671.52

Tabla 29. Continuación de la Tabla 28, periodo 2009-2011 (2)

Categorías	Dispositivos	2009				In
		Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	40.37	6.91	215.34	248.80	
	Congeladores	11.29	213.07	13.43	24.72	
	Refrigeradores	136.97	29.09	223.05	330.93	
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	87.92	46.82	51.84	92.94	
	Televisores	6.43	0.00	356.93	363.36	
	Pantallas de cristal líquido y plasma	17.68	470.68	136.31	153.99	
	Laptops, Notebooks y Tabletas (consideradas en PCs y routers)					
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	16.90	51.07	56.50	26.75	
	Estufas	5.24	2.89	0.00	2.35	
	Paneles fotovoltaicos	15.84	16.83	0.01	15.85	
	Copiadoras e Impresoras	39.35	32.14	0.00	7.20	
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.96	4.71	S/D	0.96	
	Hornos de microondas	27.42	0.67	S/D	0.00	
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	5.77	0.55	2.06	7.28	
	Ventiladores	108.02	21.61	0.02	86.42	
	Básculas	9.35	1.26	0.00	8.09	
	Calculadoras	0.58	0.22	0.00	0.36	
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	47.51	40.17	0.38	7.72	
	Juguetes Electrónicos	34.99	1.07	0.00	33.92	
	Consolas de Videojuegos	19.76	7.92	0.00	11.84	
	Instrumentos de monitoreo y control	2.67	8.35	0.00	2.67	
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	3.76	7.44	0.00	3.76	
	Calculadora de bolsillo	14.64	1.19	0.00	13.44	
	PCs y Routers, Laptops, Notebooks y Tabletas	123.00	125.07	0.00	123.00	
	Teléfonos fijos	1.11	0.56	0.00	0.55	
Total		777.53	1,090.29	1,055.87	1,589.26	

2010				2011			
Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)	Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)
61.80	16.80	311.91	356.91	94.43	21.82	489.35	561.97
10.53	477.82	15.40	25.93	13.22	440.55	16.24	29.46
160.55	34.99	289.53	415.09	222.29	98.24	286.66	410.71
142.86	64.19	47.28	125.95	163.84	62.88	28.29	129.26
11.97	0.00	497.89	509.86	0.81	0.00	498.54	499.35
36.51	577.75	160.51	197.02	27.13	545.65	165.10	192.23
23.86	81.99	56.50	15.80	20.21	67.44	56.50	9.27
14.74	2.02	15.37	28.09	18.89	1.35	9.97	27.50
7.46	24.82	0.01	7.47	111,121.63	33.46	0.01	8.59
54.03	24.48	0.00	29.55	44.49	17.54	0.00	26.95
0.84	4.67	0.00	0.84	0.92	5.03	0.00	0.92
41.57	0.56	0.00	41.01	43.85	0.48	0.00	43.37
7.46	0.56	4.99	11.89	9.91	3.80	3.61	9.72
128.05	31.17	0.01	96.90	121.52	33.01	0.05	88.57
16.56	0.96	0.00	15.60	17.68	1.43	0.00	16.25
1.88	0.22	0.00	1.66	0.70	0.10	0.00	0.60
55.04	52.81	0.32	2.55	70.43	41.36	0.61	29.68
56.47	1.17	0.00	55.30	39.13	1.99	0.00	37.14
11.87	4.03	0.00	7.85	11.30	2.02	0.00	9.28
2.71	5.68	0.00	2.71	3.01	6.10	0.00	3.01
4.43	6.39	0.00	4.43	5.32	4.78	0.00	0.54
14.83	1.34	0.00	13.49	17.19	0.75	0.00	16.44
118.57	123.47	0.00	118.57	94.49	106.26	0.01	94.50
1.51	0.69	0.00	0.82	2.00	0.34	0.00	1.66
986.10	1,538.58	1,399.72	2,085.27	112,164.39	1,496.38	1,554.94	2,246.95

Tabla 30. Continuación de la Tabla 28, periodo 2012-2014 (3)

Categorías	Dispositivos	2012				In
		Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	66.28	25.56	739.48	780.21	
	Congeladores	16.40	247.95	16.71	33.11	
	Refrigeradores	209.85	30.15	272.49	452.19	
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	161.18	72.89	0.00	88.29	
	Televisores	0.15	0.00	0.00	0.15	
	Pantallas de cristal líquido y plasma	40.05	515.15	0.00	40.05	
	Laptops, Notebooks y Tabletas (consideradas en PCs y routers)					
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	22.78	70.15	56.50	9.13	
	Estufas	30.29	3.37	34.77	61.69	
	Paneles fotovoltaicos	24.74	31.83	0.01	24.75	
	Copiadoras e Impresoras	49.70	295.28	0.00	24.56	
Equipos pequeños	Aspiradoras	1.05	5.29	0.00	1.05	
	Hornos de microondas	45.63	1.88	0.00	43.75	
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	9.86	2.88	3.86	10.84	
	Ventiladores	117.77	42.27	0.06	75.56	
	Básculas	19.57	1.43	0.00	18.14	
	Calculadoras	0.74	0.05	0.00	0.69	
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	67.88	47.36	0.51	21.03	
	Juguetes Electrónicos	37.84	2.28	0.00	35.56	
	Consolas de Videojuegos	7.89	1.50	0.00	6.39	
	Instrumentos de monitoreo y control	2.91	5.65	0.00	2.91	
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	4.62	3.59	0.00	1.04	
	Calculadora de bolsillo	14.86	0.79	0.00	14.06	
	PCs y Routers, Laptops, Notebooks y Tabletas	93.04	108.68	0.01	93.05	
	Teléfonos fijos	1.86	0.64	0.00	1.22	
Total		1,046.94	1,516.62	1,124.40	1,839.41	

2013				2014			
Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)	Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)
65.43	24.83	802.41	843.01	84.86	30.51	923.23	977.58
16.38	258.48	15.20	31.58	21.04	270.26	17.01	38.05
187.80	38.23	252.04	401.61	126.08	36.02	241.80	331.86
136.13	71.08	0.00	65.05	123.37	65.21	0.00	58.16
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
36.79	457.28	0.00	36.79	82.13	557.90	0.00	82.13
17.64	43.71	56.50	30.43	19.19	82.89	56.50	19.78
43.89	3.05	27.13	67.97	64.72	1.74	25.39	88.37
51.58	43.86	0.01	7.73	32.82	41.05	0.01	32.83
41.44	19.27	0.00	22.17	39.43	15.01	0.00	24.42
1.26	4.77	0.00	1.26	1.62	5.40	0.00	1.62
46.10	1.71	0.00	44.39	53.68	0.74	0.00	52.94
9.55	1.47	3.77	11.85	11.42	0.99	3.91	14.34
126.99	49.09	0.04	77.94	149.48	56.53	0.04	92.99
20.83	1.39	0.00	19.44	21.64	1.39	0.00	20.25
0.73	0.10	0.00	0.63	1.00	0.13	0.00	0.87
66.48	62.44	0.46	4.50	74.79	68.22	0.40	6.97
47.87	1.88	0.00	45.99	42.38	2.09	0.00	40.29
5.36	0.97	0.00	4.39	4.23	1.30	0.00	2.93
3.17	6.01	0.00	3.17	2.98	5.95	0.00	2.98
5.57	3.36	0.00	2.21	6.05	2.05	0.00	4.01
13.57	0.68	0.00	12.89	13.30	0.39	0.00	12.90
3,959.34	101.81	0.01	22.54	116.31	92.32	0.01	24.00
2.26	0.62	0.00	1.64	2.68	0.69	0.00	1.99
4,906.16	1,196.10	1,157.57	1,759.18	1,095.20	1,338.78	1,268.30	1,932.26

Tabla 31. Continuación de la Tabla 28, 2015 (4)

Categorías	Dispositivos	2015				In
		Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	92.62	34.46	950.62	1,008.78	
	Congeladores	20.14	284.31	17.50	37.64	
	Refrigeradores	96.61	32.99	263.47	327.09	
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	122.92	61.19	0.00	61.73	
	Televisores	0.00	0.00	0.00	0.00	
	Pantallas de cristal líquido y plasma	167.49	511.59	0.00	167.49	
	Laptops, Notebooks y Tabletas (consideradas en PCs y routers)					
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	23.60	113.75	56.50	19.78	
	Estufas	80.16	3.12	25.19	102.23	
	Paneles fotovoltaicos	41.45	64.87	0.02	41.47	
	Copiadoras e Impresoras	42.92	18.81	0.00	24.11	
Equipos pequeños	Aspiradoras	1.89	44.35	0.00	1.89	
	Hornos de microondas	57.03	2.54	0.00	54.49	
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	12.37	0.69	3.86	15.54	
	Ventiladores	159.24	62.01	0.05	97.28	
	Básculas	25.27	1.28	0.00	23.99	
	Calculadoras	0.85	0.14	0.00	0.71	
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	71.05	61.63	0.47	9.89	
	Juguetes Electrónicos	79.06	1.71	0.00	77.35	
	Consolas de Videojuegos	4.25	1.63	0.00	2.62	
	Instrumentos de monitoreo y control	2.68	6.77	0.00	2.68	
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	5.26	1.25	0.00	4.01	
	Calculadora de bolsillo	15.59	0.26	0.00	15.33	
	PCs y Routers, Laptops, Notebooks y Tabletas	109.41	67.52	0.01	41.90	
	Teléfonos fijos	2.99	0.75	0.00	2.24	
Total		1,234.85	1,377.62	1,317.69	2,140.24	1

Datos totales del periodo (2006-2015)				
Importación (kt)	Exportación (kt)	Producción (kt)	Consumo (kt)	Porcentaje con respecto al total del periodo
656.53	196.83	5,089.16	5,548.83	29.4
153.73	2,536.42	151.05	304.74	1.6
1,805.39	385.24	2,469.57	3,889.75	20.6
1,047.61	521.19	577.55	1,103.97	5.8
30.38	0.23	2,200.78	2,230.94	11.8
446.56	4,347.00	701.80	1,148.37	6.1
231.71	633.97	565.00	260.59	1.4
291.42	20.77	480.56	751.19	4.0
11,347.13	281.76	0.11	165.31	0.9
425.06	503.93	0.00	191.28	1.0
22.38	134.30	0.00	22.36	0.1
419.31	15.58	0.00	403.74	2.1
78.97	14.90	42.02	106.09	0.6
1,462.98	400.59	1.33	1,063.70	5.6
178.24	13.83	0.00	164.42	0.9
9.70	2.19	5.08	12.59	0.1
652.69	528.40	6.90	131.18	0.7
440.95	15.20	0.00	425.77	2.3
139.73	34.23	0.00	105.50	0.6
30.69	87.83	0.00	27.31	0.1
40.48	42.74	0.00	25.45	0.1
165.75	9.40	0.00	156.36	0.8
4,833.86	950.53	0.06	627.72	3.3
19.21	10.96	0.00	14.92	0.1
24,930.39	11,687.92	12,290.95	18,882.07	100

De acuerdo a las **Tablas 28 a la 31**, el consumo nacional aparente determinado es equivalente a 18,882.07 kt en el periodo 2006 a 2015. En la **Figura 17**, se aprecia la distribución porcentual por categoría de aparatos electrónicos, de los cuales se tiene que:

- 1) La categoría de *“Equipos de regulación de temperatura”* presenta un consumo nacional aparente equivalente a 9,743.32 kt que equivale al 51.6% del consumo nacional aparente estimado.
- 2) El 23.7% (4,483.28 kt) con respecto al consumo nacional aparente estimado corresponde a la categoría de *“Pantallas”*, pero sin incluir *“Laptops, Notebooks y Tabletás”*.
- 3) El 13.0% (2,462.66 kt) es para la categoría de *“Equipos pequeños”*, mientras que el 11.6% restante (2,192.81 kt) incluye a *“Equipos grandes”* (1,368.37 kt) y *“Equipos de telecomunicaciones e informática”* (824.45 kt), donde esta última clasificación incluye a las *“Laptops, Notebooks y Tabletás”*.

Figura 17. Distribución porcentual del consumo nacional aparente estimado, (kilotoneladas)

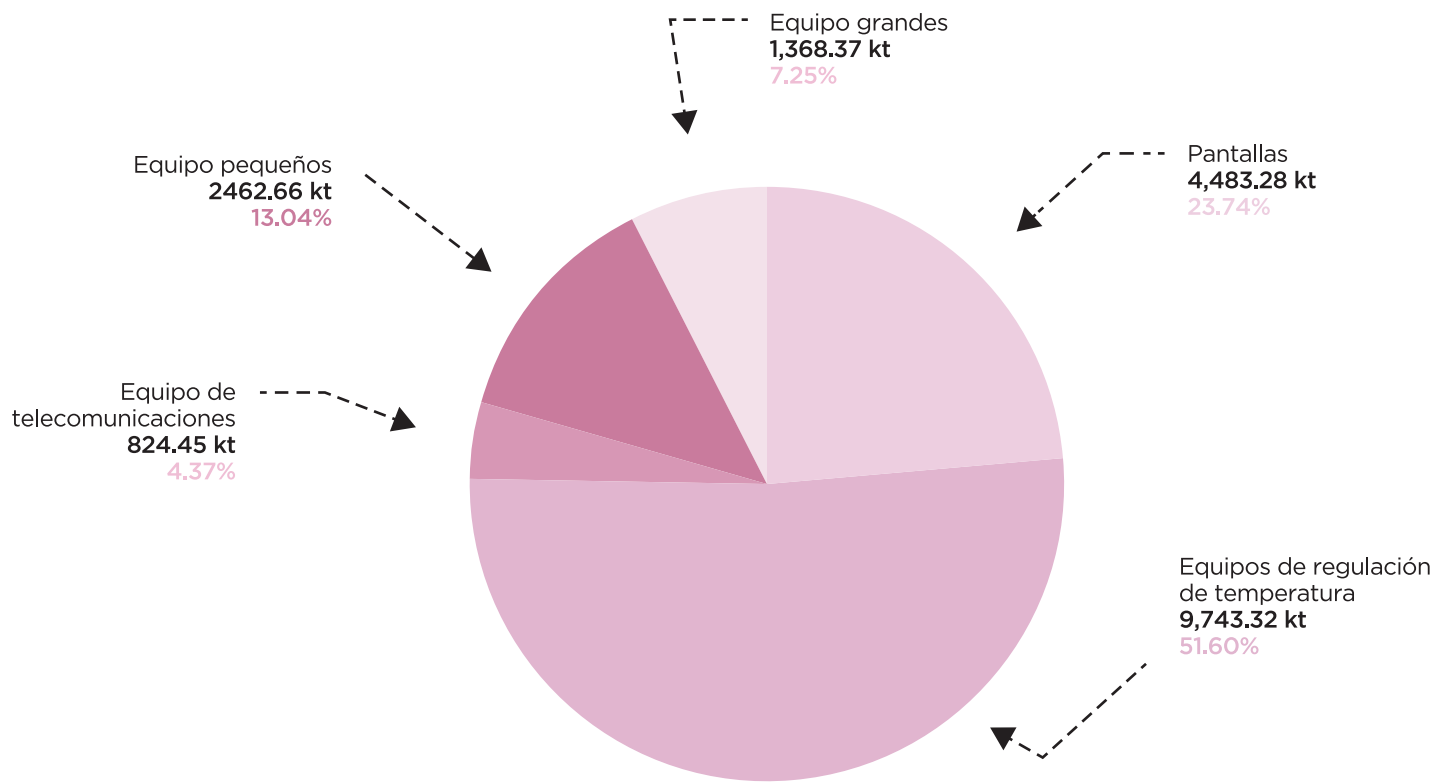




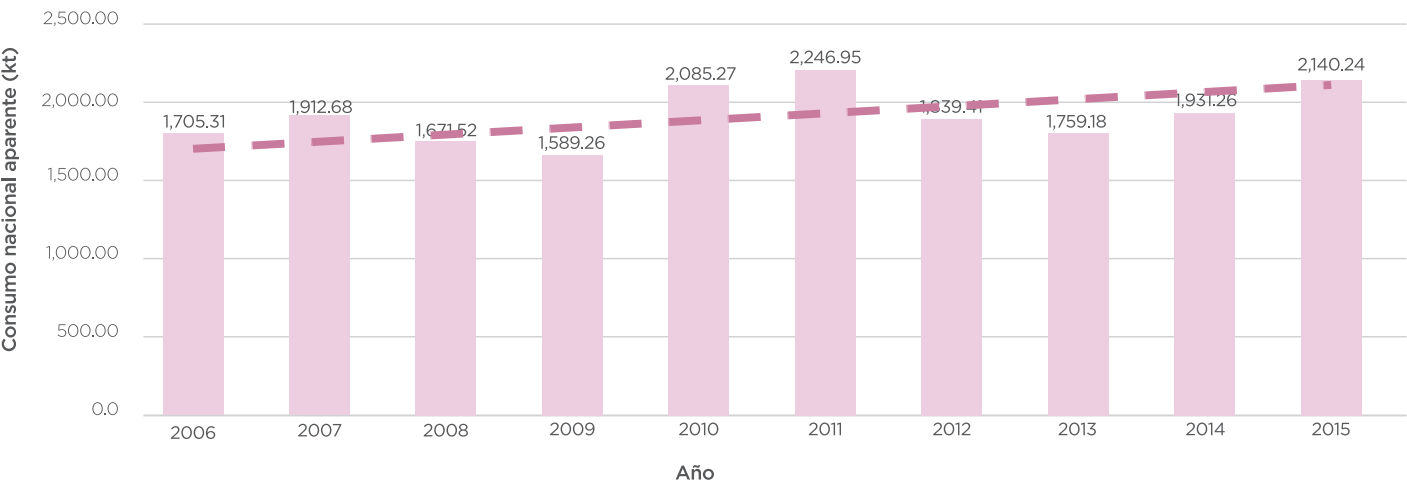
Tabla 32. Resumen del consumo nacional aparente durante el periodo 2006-2015

Categorías	Dispositivos				
		2006	2007	2008	2009
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	216.87	282.13	272.59	248.80
	Congeladores	26.94	26.86	30.45	24.72
	Refrigeradores	385.31	423.80	411.16	330.93
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	245.88	133.32	103.40	92.94
	Televisores	270.28	272.26	315.68	363.36
	Pantallas de cristal líquido y plasma	46.46	95.81	136.40	153.99
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	41.76	62.65	29.66	22.33
	Estufas	173.09	186.41	13.48	2.35
	Paneles fotovoltaicos	3.63	3.32	19.67	15.85
	Copiadoras e Impresoras	0.00	11.92	20.39	7.21
Equipos pequeños	Aspiradoras	8.17	4.90	0.75	0.96
	Hornos de microondas	31.83	32.74	32.47	26.75
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	4.27	9.94	10.42	7.28
	Ventiladores	167.56	147.73	132.76	86.43
	Básculas	16.49	15.69	10.48	8.09
	Calculadoras	4.07	2.42	0.58	0.36
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	11.99	25.42	11.43	7.72
	Juguetes Electrónicos	0.86	31.08	68.28	33.92
	Consolas de Videojuegos	14.27	21.17	24.77	11.84
	Instrumentos de monitoreo y control	0.84	3.42	2.92	2.67
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.01	1.99	3.47	3.76
	Calculadora de bolsillo	20.07	20.42	17.29	13.45
	PCs y Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	13.11	95.34	1.71	123.00
	Teléfonos fijos	1.55	1.94	1.31	0.55
Total		1,705.31	1,912.68	1,671.52	1,589.26

Consumo nacional aparente (kt)							
2010	2011	2012	2013	2014	2015	Consumo total durante el periodo (2006-2015)	Porcentaje con respecto al total del periodo
356.91	561.96	780.20	843.01	977.58	1,008.78	5,548.83	29.4%
25.93	29.46	33.11	31.58	38.05	37.64	304.74	1.6%
415.09	410.71	452.19	401.61	331.86	327.09	3,889.75	20.6%
125.95	129.25	88.29	65.05	58.16	61.73	1,103.97	5.8%
509.86	499.35	0.15	0.00	0.00	0.00	2,230.94	11.8%
197.02	192.23	40.05	36.79	82.13	167.49	1,148.37	6.1%
15.80	9.27	9.13	30.43	19.78	19.78	260.59	1.4%
28.09	27.51	61.69	67.97	88.37	102.23	751.19	4.0%
7.47	8.59	24.75	7.73	32.83	41.47	165.31	0.9%
29.55	26.95	24.56	22.17	24.42	24.11	191.28	1.0%
0.84	0.92	1.05	1.26	1.62	1.89	22.36	0.1%
41.01	43.37	43.75	44.39	52.94	54.49	403.74	2.1%
11.89	9.72	10.84	11.85	14.34	15.54	106.09	0.6%
96.89	88.56	75.56	77.94	92.99	97.28	1,063.70	5.6%
15.60	16.25	18.14	19.44	20.25	23.99	164.42	0.9%
1.66	0.60	0.69	0.63	0.87	0.71	12.59	0.1%
2.55	29.68	21.03	4.50	6.97	9.89	131.18	0.7%
55.30	37.14	35.56	45.99	40.29	77.35	425.77	2.3%
7.84	9.28	6.39	4.39	2.93	2.62	105.50	0.6%
2.71	3.01	2.91	3.17	2.98	2.68	27.31	0.1%
4.43	0.54	1.03	2.21	4.00	4.01	25.45	0.1%
13.49	16.44	14.07	12.89	12.91	15.33	156.36	0.8%
118.57	94.50	93.05	22.54	24.00	41.90	627.72	3.3%
0.82	1.66	1.22	1.64	1.99	2.24	14.92	0.1%
2,085.27	2,246.95	1,839.41	1,759.18	1,932.26	2,140.24	18,882.07	100

En la **Figura 18**, el 2011 se presenta como el punto de consumo nacional aparente más alto de **AEE** que presentó el país, durante el periodo de estudio, se aprecia también una tendencia creciente, de manera general el consumo nacional aparente presenta un crecimiento de 1.26 respecto a 2006

Figura 18. Evolución del volumen del consumo nacional aparente de aparatos electrónicos seleccionados



5.1.4. Probabilidad de fallo

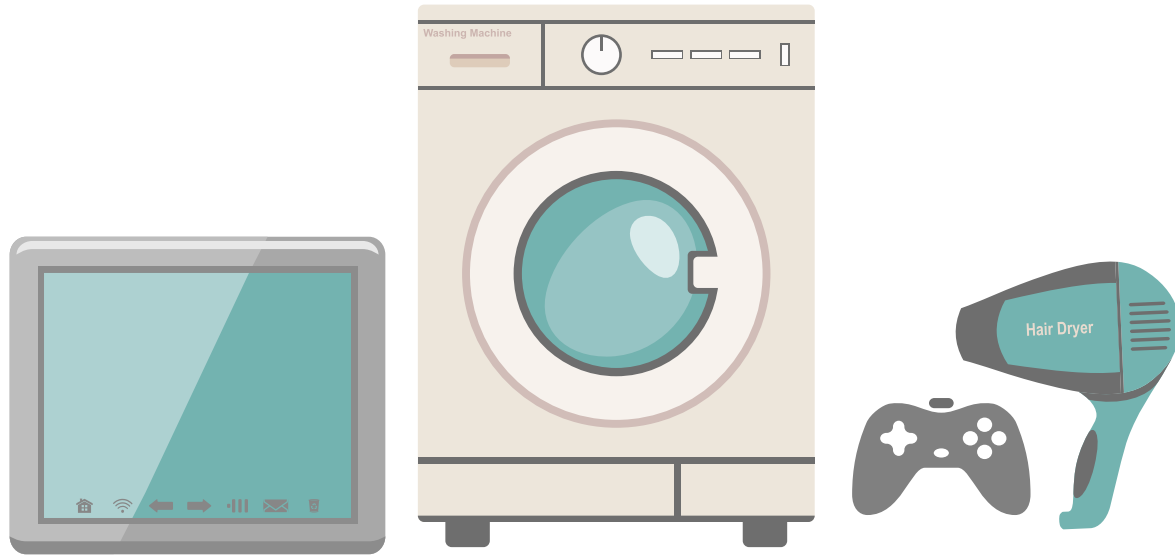
Se utiliza la metodología de Weibull descrita previamente, la cual determina estadísticamente la probabilidad de fallo en función del tiempo de uso de los equipos. Para el cálculo se utilizan las variables de forma y escala, las cuales atribuyen un valor constante de acuerdo a cada equipo electrónico.

Bajo esta consideración en la **Tabla 33** se muestra, por cada equipo, la probabilidad de fallo para cada año del periodo que considera el estudio (también se puede identificar la probabilidad de fallo para años previos, pero solo se deja de manera ilustrativa para visualizar el incremento de la probabilidad de fallo conforme pasa el tiempo), la cual representa la posibilidad de que el equipo interrumpa el cumplimiento de sus funciones con respecto a cada año, la cual está calculada a partir:

$$f(t)=(\beta\alpha^{-\beta})(t^{(\beta-1)})(e^{(t\backslash\alpha)^{\beta}})$$

Ec.3

- Donde:
- t Tiempo(años)
 - α Forma
 - β Escala



Los valores numéricos de forma y escala son tomados del informe publicado por la **Universidad de las Naciones Unidas (UNU)** de las “*Estadísticas de Residuos Electrónicos en el 2015*”¹². Sin embargo, como se observa en la **Tabla 33**, se identificaron cuatro dispositivos (paneles fotovoltaicos, básculas, calculadoras y calculadoras de bolsillo) sin información para obtener la probabilidad de fallo (se dejaron marcados en color verde), por lo cual se decidió utilizar los datos de otros dispositivos que se consideraron con tendencias similares (en el tiempo de uso o vida útil) a los faltantes, como se muestra a continuación:

- a) Paneles fotovoltaicos → Lavadoras y secadoras
- b) Básculas → Herramientas domésticas
- c) Calculadoras y calculadoras de bolsillo → Juguetes electrónicos

¹²C.P. Balde, R. Kuehr, K. Blumenthal, S. Fondeur Gill, M. Kern, P. Micheli, E. Magpantay, J. Huisman (2015), E-waste statistics: Guidelines on classifications, reporting and indicators. United Nations University, IAS - SCYCLE, Bonn, Germany. 2015.

Tabla 33. Determinación de la probabilidad de fallo para cada residuo

Categorías	Dispositivos	Distribución de la vida útil (Weibull)								
		α (forma)	β (escala)	0	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	2.8	12.3	0.000	0.002	0.009	0.018	0.029	0.042	0.055
	Congeladores	2.6	23.2	0.000	0.001	0.002	0.004	0.007	0.009	0.012
	Refrigeradores	2.2	16.5	0.000	0.005	0.010	0.017	0.023	0.030	0.036
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	2.2	8.5	0.000	0.020	0.044	0.067	0.087	0.100	0.107
	Televisores	2.0	12.6	0.000	0.013	0.025	0.036	0.046	0.054	0.060
	Pantallas de cristal líquido y plasma	2.1	12.0	0.000	0.011	0.024	0.036	0.047	0.057	0.065
	Laptops, Notebooks y Tablet	1.5	5.2	0.000	0.116	0.141	0.141	0.129	0.110	0.090
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	2.4	15.2	0.000	0.003	0.009	0.016	0.023	0.031	0.039
	Estufas	2.5	18.0	0.000	0.002	0.005	0.009	0.014	0.020	0.025
	Paneles fotovoltaicos	2.4	15.2	0.000	0.003	0.009	0.016	0.023	0.031	0.039
	Copiadoras e Impresoras	1.7	10.1	0.000	0.033	0.051	0.063	0.072	0.076	0.077
Equipos pequeños	Aspiradoras	1.5	10.3	0.000	0.044	0.059	0.067	0.071	0.072	0.071
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	1.5	10.3	0.000	0.046	0.060	0.068	0.071	0.072	0.070
	Hornos de microondas	0.8	14.7	0.000	0.083	0.066	0.056	0.050	0.044	0.040
	Ventiladores	2.0	13.5	0.000	0.011	0.021	0.031	0.040	0.048	0.054
	Básculas	1.8	10.1	0.000	0.026	0.044	0.059	0.070	0.076	0.080
	Calculadoras	2.6	15.7	0.000	0.002	0.006	0.012	0.018	0.025	0.033
	Consolas de Videojuegos	1.5	4.7	0.000	0.133	0.158	0.153	0.134	0.110	0.085
	Radíos, Videocámaras y Herramientas domésticas	1.8	10.1	0.000	0.026	0.044	0.059	0.070	0.076	0.080
	Juguetes Electrónicos	2.6	15.7	0.000	0.002	0.006	0.012	0.018	0.025	0.033
	Instrumentos de monitoreo y control	2.4	11.6	0.000	0.007	0.017	0.030	0.043	0.056	0.067
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.8	7.8	0.000	0.130	0.094	0.075	0.062	0.052	0.045
	Calculadora de bolsillo	2.6	15.7	0.000	0.002	0.006	0.012	0.018	0.025	0.033
	PCs y Routers	1.7	7.8	0.000	0.051	0.077	0.092	0.100	0.100	0.096
	Teléfonos fijos	2.1	6.5	0.000	0.040	0.081	0.113	0.132	0.136	0.127

Nota: Cabe señalar que es posible que se identifiquen, en algunos casos, variaciones entre los valores de esta tabla y los utilizados en la Tabla 35. Esto se debe al redondeo realizado por Excel al momento de solicitar solo tres decimales; sin embargo, los valores específicos se detallan en la Tabla 35.

Tiempo (años)*													
2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	16	17	18	19	20
0.067	0.078	0.085	0.090	0.090	0.086	0.078	0.068	0.057	0.045	0.034	0.025	0.017	0.011
0.016	0.019	0.023	0.026	0.029	0.033	0.036	0.038	0.040	0.042	0.044	0.045	0.045	0.045
0.041	0.046	0.049	0.052	0.054	0.055	0.055	0.055	0.053	0.050	0.048	0.044	0.040	0.036
0.107	0.100	0.089	0.075	0.060	0.046	0.034	0.024	0.016	0.010	0.006	0.003	0.002	0.001
0.065	0.067	0.068	0.067	0.065	0.061	0.056	0.051	0.046	0.040	0.035	0.029	0.025	0.020
0.070	0.073	0.074	0.072	0.069	0.064	0.059	0.052	0.045	0.039	0.032	0.026	0.021	0.016
0.070	0.053	0.039	0.028	0.019	0.013	0.009	0.006	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000
0.046	0.052	0.057	0.061	0.063	0.064	0.064	0.062	0.059	0.055	0.050	0.045	0.039	0.034
0.031	0.036	0.041	0.046	0.050	0.053	0.055	0.056	0.056	0.055	0.054	0.051	0.048	0.044
0.046	0.052	0.057	0.061	0.063	0.064	0.064	0.062	0.059	0.055	0.050	0.045	0.039	0.034
0.076	0.073	0.068	0.063	0.056	0.050	0.043	0.037	0.031	0.026	0.021	0.017	0.014	0.011
0.069	0.065	0.060	0.055	0.050	0.045	0.040	0.035	0.030	0.026	0.022	0.019	0.016	0.014
0.067	0.063	0.059	0.054	0.049	0.044	0.039	0.034	0.030	0.026	0.022	0.019	0.016	0.014
0.036	0.033	0.031	0.028	0.026	0.024	0.023	0.021	0.020	0.018	0.017	0.016	0.015	0.014
0.059	0.062	0.063	0.063	0.062	0.060	0.056	0.052	0.048	0.043	0.038	0.033	0.029	0.024
0.080	0.078	0.073	0.067	0.061	0.053	0.046	0.039	0.032	0.026	0.021	0.017	0.013	0.010
0.040	0.047	0.054	0.059	0.063	0.066	0.066	0.066	0.063	0.060	0.055	0.049	0.043	0.037
0.063	0.045	0.031	0.021	0.014	0.009	0.005	0.003	0.002	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000
0.080	0.078	0.073	0.067	0.061	0.053	0.046	0.039	0.032	0.026	0.021	0.017	0.013	0.010
0.040	0.047	0.054	0.059	0.063	0.066	0.066	0.066	0.063	0.060	0.055	0.049	0.043	0.037
0.076	0.082	0.084	0.083	0.080	0.073	0.065	0.056	0.046	0.037	0.029	0.022	0.016	0.011
0.039	0.034	0.030	0.027	0.024	0.022	0.020	0.018	0.016	0.014	0.013	0.012	0.011	0.010
0.040	0.047	0.054	0.059	0.063	0.066	0.066	0.066	0.063	0.060	0.055	0.049	0.043	0.037
0.088	0.078	0.067	0.056	0.046	0.036	0.028	0.022	0.016	0.012	0.008	0.006	0.004	0.003
0.109	0.086	0.064	0.044	0.028	0.017	0.010	0.005	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000

5.1.5. Resultados de la primera aproximación (nacional)

Una vez obtenido el consumo nacional aparente para cada dispositivo en masa y determinada la probabilidad de fallo de cada uno de los aparatos, se procedió a calcular la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, multiplicando estos dos valores. Es importante mencionar, que los datos de generación de residuos en 2015 son considerados como el año uno.

Cabe mencionar, que el periodo del presente estudio inicia en 2006 debido a que previo a este año, la información es escasa o incluso inexistente; sin embargo, se identificó que para cuatro de los dispositivos (aire acondicionado, refrigeradores, monitores con tubos de rayos catódicos y televisores) el periodo de 10 años era insuficiente, pero debido a la falta de información, se realizó una extrapolación, es decir, se obtuvo la tendencia del consumo calculado durante el periodo de estudio (2006 a 2015) y de esta manera se calcularon los valores del consumo aparente para cinco años previos al 2006. En la **Tabla 34** se muestran los resultados de esta extrapolación.

Tabla 34. Consumo aparente proyectado para cuatro dispositivos (kt)

Dispositivos	Consumo aparente proyectado (kt)				
	2005	2004	2003	2002	2001
Aire acondicionado	166.26	156.07	160.99	181.03	216.18
Refrigeradores	417.50	422.69	427.87	433.06	438.25
Monitores con tubos de rayos catódicos	189.93	204.39	218.85	233.31	247.77
Televisores	221.41	213.11	205.80	199.30	193.47

Por otro lado, la **Tabla 35** muestra que la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en 2015 es de 1,097.03 kt, “*equipos de regulación de temperatura*” es la categoría con mayor participación en el total generado (43.8%), con 480.81 kt e incluye los congeladores, refrigeradores y aires acondicionados.

El segundo sitio lo tiene la categoría de “*pantallas*”, con 389.66 kt o 35.5%. En este caso, los equipos que incluye son monitores con tubos de rayos catódicos, televisores y pantallas de cristal líquido y plasma.

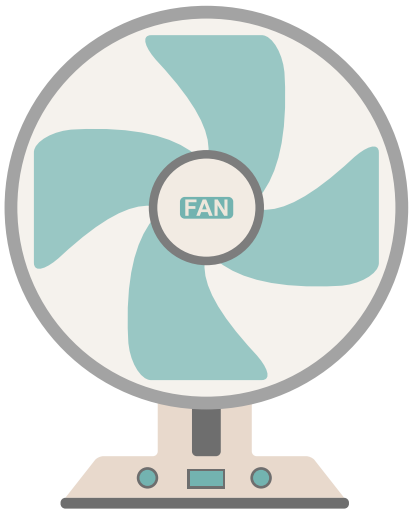


Figura 19. Distribución porcentual de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por categoría durante el periodo de estudio (kilotoneladas)

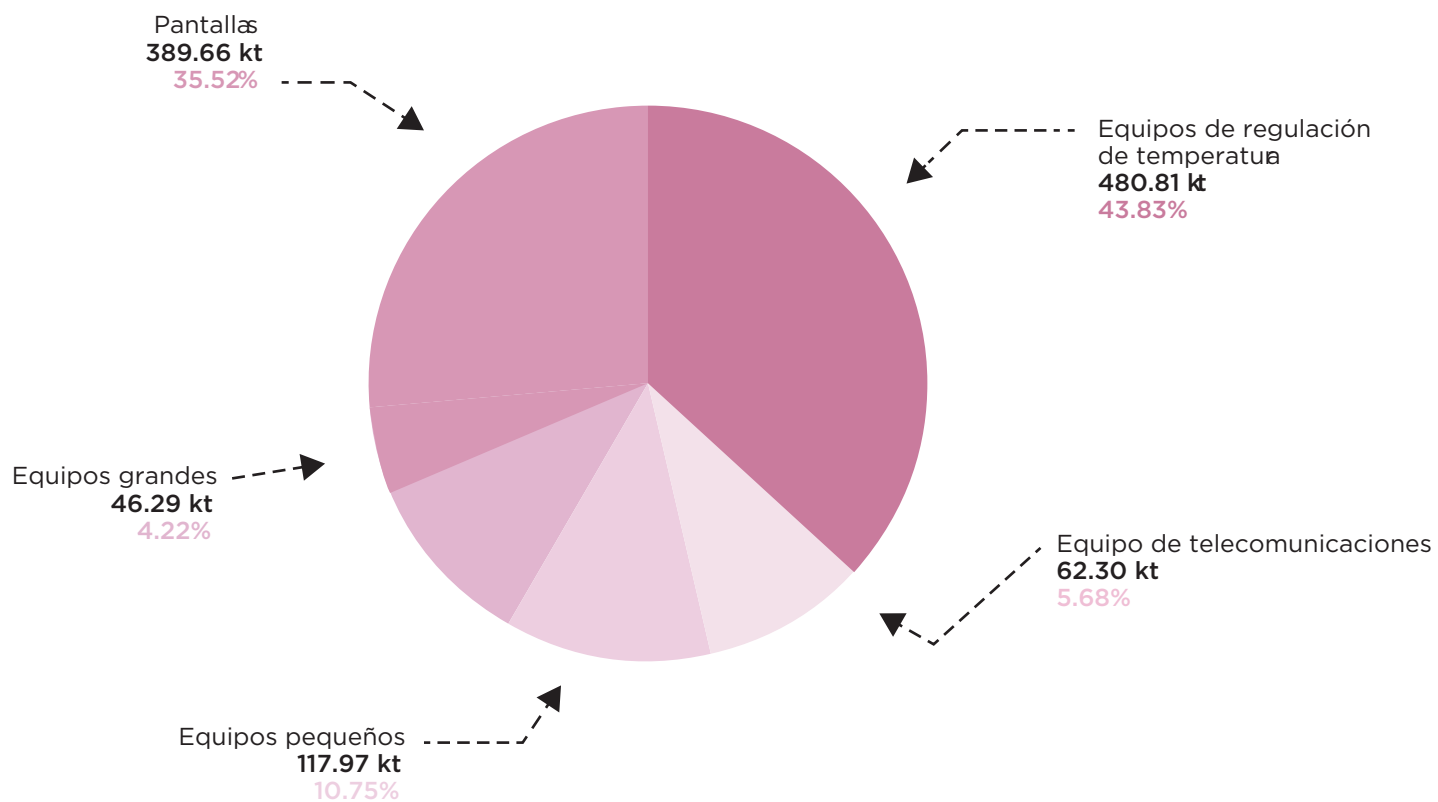


Tabla 35. Estimación total de la generación de residuos para 2015 (1)

Categorías	Dispositivos	2001			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	216.18	0.06	12.31	181.03
	Congeladores				
	Refrigeradores	438.25	0.05	23.17	433.06
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	247.77	0.02	3.87	233.31
	Televisores	193.47	0.05	8.86	199.30
	Pantallas de cristal líquido y plasma	---	---	---	---
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	---	---	---	---
	Estufas	---	---	---	---
	Paneles fotovoltaicos	---	---	---	---
	Copiadoras e Impresoras	---	---	---	---
Equipos pequeños	Aspiradoras	---	---	---	---
	Hornos de microondas	---	---	---	---
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	---	---	---	---
	Ventiladores	---	---	---	---
	Básculas	---	---	---	---
	Calculadoras	---	---	---	---
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	---	---	---	---
	Juguetes Electrónicos	---	---	---	---
	Consolas de Videojuegos	---	---	---	---
	Instrumentos de monitoreo y control	---	---	---	---
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	---	---	---	---
	Calculadora de bolsillo	---	---	---	---
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	---	---	---	---
	Teléfonos fijos	---	---	---	---
Total		1,095.67		48.21	1,046.70

2002		2003		
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
0.07	12.36	160.99	0.08	12.60
0.05	23.62	427.87	0.06	23.71
0.02	5.49	218.85	0.03	7.39
0.05	10.23	205.80	0.06	11.62
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
---	---	---	---	---
	51.70	1,013.52		55.32

Tabla 36. Estimación total de la generación de residuos para 2015 (2)

Categorías	Dispositivos	2004		
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	156.07	0.09	13.37
	Congeladores			
	Refrigeradores	422.69	0.06	23.41
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	204.39	0.05	9.46
	Televisores	213.11	0.06	13.01
	Pantallas de cristal líquido y plasma	---	---	---
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	---	---	---
	Estufas	---	---	---
	Paneles fotovoltaicos	---	---	---
	Copiadoras e Impresoras	---	---	---
Equipos pequeños	Aspiradoras	---	---	---
	Hornos de microondas	---	---	---
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	---	---	---
	Ventiladores	---	---	---
	Básculas	---	---	---
	Calculadoras	---	---	---
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	---	---	---
	Juguetes Electrónicos	---	---	---
	Consolas de Videojuegos	---	---	---
	Instrumentos de monitoreo y control	---	---	---
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	---	---	---
	Calculadora de bolsillo	---	---	---
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletas	---	---	---
	Teléfonos fijos	---	---	---
Total		996.26		59.24

2005			2006		
Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
166.26	0.09	14.90	216.87	0.09	19.43
			26.94	0.03	0.70
417.50	0.05	22.71	385.31	0.05	20.20
189.93	0.06	11.49	245.88	0.08	18.51
221.41	0.06	14.32	270.28	0.07	18.14
---	---	---	46.46	0.07	3.36
---	---	---	41.76	0.06	2.54
---	---	---	173.09	0.05	7.91
---	---	---	3.63	0.06	0.22
---	---	---	0.00	0.06	0.00
---	---	---	8.17	0.06	0.45
---	---	---	31.83	0.03	0.90
---	---	---	4.27	0.05	0.23
---	---	---	167.56	0.06	10.62
---	---	---	16.49	0.07	1.11
---	---	---	4.07	0.06	0.24
---	---	---	11.99	0.07	0.81
---	---	---	0.86	0.06	0.05
---	---	---	14.27	0.02	0.30
---	---	---	0.84	0.08	0.07
---	---	---	0.01	0.03	0.00
---	---	---	20.07	0.06	1.19
---	---	---	13.11	0.06	0.74
---	---	---	1.55	0.04	0.07
995.10		63.41	1,705.31		107.79

Tabla 37. Estimación total de la generación de residuos para 2015 (3)

Categorías	Dispositivos	2007		
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	282.13	0.09	24.12
	Congeladores	26.86	0.02	0.61
	Refrigeradores	423.80	0.05	20.98
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	133.32	0.09	11.89
	Televisores	272.26	0.07	18.53
	Pantallas de cristal líquido y plasma	95.81	0.07	7.07
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	62.65	0.06	3.57
	Estufas	186.41	0.04	7.67
	Paneles fotovoltaicos	3.32	0.06	0.19
	Copiadoras e Impresoras	11.92	0.07	0.81
Equipos pequeños	Aspiradoras	4.90	0.06	0.29
	Hornos de microondas	32.74	0.03	1.00
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	9.94	0.06	0.58
	Ventiladores	147.73	0.06	9.36
	Básculas	15.69	0.07	1.15
	Calculadoras	2.42	0.05	0.13
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	25.42	0.07	1.86
	Juguetes Electrónicos	31.08	0.05	1.67
	Consolas de Videojuegos	21.17	0.03	0.66
	Instrumentos de monitoreo y control	3.42	0.08	0.29
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	1.99	0.03	0.06
	Calculadora de bolsillo	20.42	0.05	1.10
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	95.34	0.07	6.40
	Teléfonos fijos	1.94	0.06	0.12
Total		1,912.68		120.13

2008			2009		
Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
272.59	0.08	21.20	248.80	0.07	16.71
30.45	0.02	0.58	24.72	0.02	0.39
411.16	0.05	18.76	330.93	0.04	13.55
103.40	0.10	10.37	92.94	0.11	9.92
315.68	0.07	21.26	363.36	0.06	23.53
136.40	0.07	9.97	153.99	0.07	10.79
29.66	0.05	1.54	22.33	0.05	1.02
13.48	0.04	0.49	2.35	0.03	0.07
19.67	0.05	1.02	15.85	0.05	0.72
20.39	0.07	1.49	7.21	0.08	0.55
0.75	0.06	0.05	0.96	0.07	0.07
32.47	0.03	1.08	26.75	0.04	0.97
10.42	0.06	0.66	7.28	0.07	0.49
132.76	0.06	8.20	86.43	0.06	5.07
10.48	0.08	0.81	8.09	0.08	0.65
0.58	0.05	0.03	0.36	0.04	0.01
11.43	0.08	0.89	7.72	0.08	0.62
68.28	0.05	3.23	33.92	0.04	1.36
24.77	0.05	1.12	11.84	0.06	0.75
2.92	0.08	0.24	2.67	0.08	0.20
3.47	0.03	0.12	3.76	0.04	0.15
17.29	0.05	0.82	13.45	0.04	0.54
1.71	0.08	0.13	123.00	0.09	10.83
1.31	0.09	0.11	0.55	0.11	0.06
1,671.52		104.18	1,589.26		99.04

Tabla 38. Estimación total de la generación de residuos para 2015 (4)

Categorías	Dispositivos	2010		
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	356.91	0.05	19.52
	Congeladores	25.93	0.01	0.32
	Refrigeradores	415.09	0.04	14.76
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	125.95	0.11	13.48
	Televisores	509.86	0.06	30.72
	Pantallas de cristal líquido y plasma	197.02	0.06	12.74
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	15.80	0.04	0.61
	Estufas	28.09	0.03	0.70
	Paneles fotovoltaicos	7.47	0.04	0.29
	Copiadoras e Impresoras	29.55	0.08	2.29
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.84	0.07	0.06
	Hornos de microondas	41.01	0.04	1.64
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	11.89	0.07	0.83
	Ventiladores	96.89	0.05	5.24
	Básculas	15.60	0.08	1.24
	Calculadoras	1.66	0.03	0.05
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	2.55	0.08	0.20
	Juguetes Electrónicos	55.30	0.03	1.81
	Consolas de Videojuegos	7.84	0.09	0.67
	Instrumentos de monitoreo y control	2.71	0.07	0.18
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	4.43	0.05	0.20
	Calculadora de bolsillo	13.49	0.03	0.44
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	118.57	0.10	11.38
	Teléfonos fijos	0.82	0.13	0.10
Total		2,085.27		119.49

2011			2012		
Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
561.96	0.04	23.35	780.20	0.03	22.52
29.46	0.01	0.28	33.11	0.01	0.22
410.71	0.03	12.16	452.19	0.02	10.53
129.25	0.10	12.96	88.29	0.09	7.64
499.35	0.05	26.87	0.15	0.05	0.01
192.23	0.06	10.95	40.05	0.05	1.89
9.27	0.03	0.29	9.13	0.02	0.21
27.51	0.02	0.54	61.69	0.01	0.88
8.59	0.03	0.27	24.75	0.02	0.58
26.95	0.08	2.05	24.56	0.07	1.76
0.92	0.07	0.07	1.05	0.07	0.07
43.37	0.04	1.92	43.75	0.05	2.17
9.72	0.07	0.70	10.84	0.07	0.77
88.56	0.05	4.24	75.56	0.04	3.04
16.25	0.08	1.24	18.14	0.07	1.26
0.60	0.03	0.02	0.69	0.02	0.01
29.68	0.08	2.27	21.03	0.07	1.46
37.14	0.03	0.94	35.56	0.02	0.64
9.28	0.11	1.02	6.39	0.13	0.86
3.01	0.06	0.17	2.91	0.04	0.13
0.54	0.05	0.03	1.03	0.06	0.06
16.44	0.03	0.41	14.07	0.02	0.25
94.50	0.10	9.49	93.05	0.10	9.28
1.66	0.14	0.23	1.22	0.13	0.16
2,246.95		112.44	1,839.41		66.43

Tabla 39. Estimación total de la generación de residuos para 2015 (5)

Categorías	Dispositivos	2013			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	356.91	0.05	19.52	561.96
	Congeladores	25.93	0.01	0.32	29.46
	Refrigeradores	415.09	0.04	14.76	410.71
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	125.95	0.11	13.48	129.25
	Televisores	509.86	0.06	30.72	499.35
	Pantallas de cristal líquido y plasma	197.02	0.06	12.74	192.23
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	15.80	0.04	0.61	9.27
	Estufas	28.09	0.03	0.70	27.51
	Paneles fotovoltaicos	7.47	0.04	0.29	8.59
	Copiadoras e Impresoras	29.55	0.08	2.29	26.95
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.84	0.07	0.06	0.92
	Hornos de microondas	41.01	0.04	1.64	43.37
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	11.89	0.07	0.83	9.72
	Ventiladores	96.89	0.05	5.24	88.56
	Básculas	15.60	0.08	1.24	16.25
	Calculadoras	1.66	0.03	0.05	0.60
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	2.55	0.08	0.20	29.68
	Juguetes Electrónicos	55.30	0.03	1.81	37.14
	Consolas de Videojuegos	7.84	0.09	0.67	9.28
	Instrumentos de monitoreo y control	2.71	0.07	0.18	3.01
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	4.43	0.05	0.20	0.54
	Calculadora de bolsillo	13.49	0.03	0.44	16.44
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	118.57	0.10	11.38	94.50
	Teléfonos fijos	0.82	0.13	0.10	1.66
Total		2,085.27		119.49	2,246.95

2014		2015			Generación total (kt)	Porcentaje
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)		
0.04	23.35	780.20	0.03	22.52	238.14	0.22
0.01	0.28	33.11	0.01	0.22	3.35	0.00
0.03	12.16	452.19	0.02	10.53	239.32	0.22
0.10	12.96	88.29	0.09	7.64	130.60	0.12
0.05	26.87	0.15	0.05	0.01	197.10	0.18
0.06	10.95	40.05	0.05	1.89	61.97	0.06
0.03	0.29	9.13	0.02	0.21	10.52	0.01
0.02	0.54	61.69	0.01	0.88	19.53	0.02
0.03	0.27	24.75	0.02	0.58	3.86	0.00
0.08	2.05	24.56	0.07	1.76	12.38	0.01
0.07	0.07	1.05	0.07	0.07	1.32	0.00
0.04	1.92	43.75	0.05	2.17	20.21	0.02
0.07	0.70	10.84	0.07	0.77	6.65	0.01
0.05	4.24	75.56	0.04	3.04	51.27	0.05
0.08	1.24	18.14	0.07	1.26	10.14	0.01
0.03	0.02	0.69	0.02	0.01	0.51	0.00
0.08	2.27	21.03	0.07	1.46	8.94	0.01
0.03	0.94	35.56	0.02	0.64	10.64	0.01
0.11	1.02	6.39	0.13	0.86	1.44	0.00
0.06	0.17	2.91	0.04	0.13	1.68	0.00
0.05	0.03	1.03	0.06	0.06	5.01	0.00
0.03	0.41	14.07	0.02	0.25	5.01	0.00
0.10	9.49	93.05	0.10	9.28	54.31	0.05
0.14	0.23	1.22	0.13	0.16	1.29	0.00
	112.44	1,839.41		66.43	1,097.03	



5.2. Segunda aproximación de la generación de residuos

Como se describió en el apartado “4.4. *Segunda aproximación del inventario en los estados por medio de encuestas*”, para llevar a cabo la extrapolación de la cantidad generada de residuos a nivel nacional, se decidió realizar la estimación mediante una relación lineal de la cantidad total generada en los tres estados y el número de viviendas con televisión (5,479,266 viviendas en los tres estados y 29,681,837 a nivel nacional) y el número de unidades económicas en 2015.

Para el caso de las encuestas a empresas, como se detalla posteriormente, solo se obtuvo información de seis empresas en total localizadas en la Ciudad de México y en Jalisco, es por ello, que para hacer la proyección a nivel nacional, se utilizó el promedio de los valores de estos dos estados y con base en el número de unidades económicas en 2015 igual a 515,772 unidades, se calculó la generación a nivel nacional.

Esto se muestra en la **Tabla 40** para cada estimación.

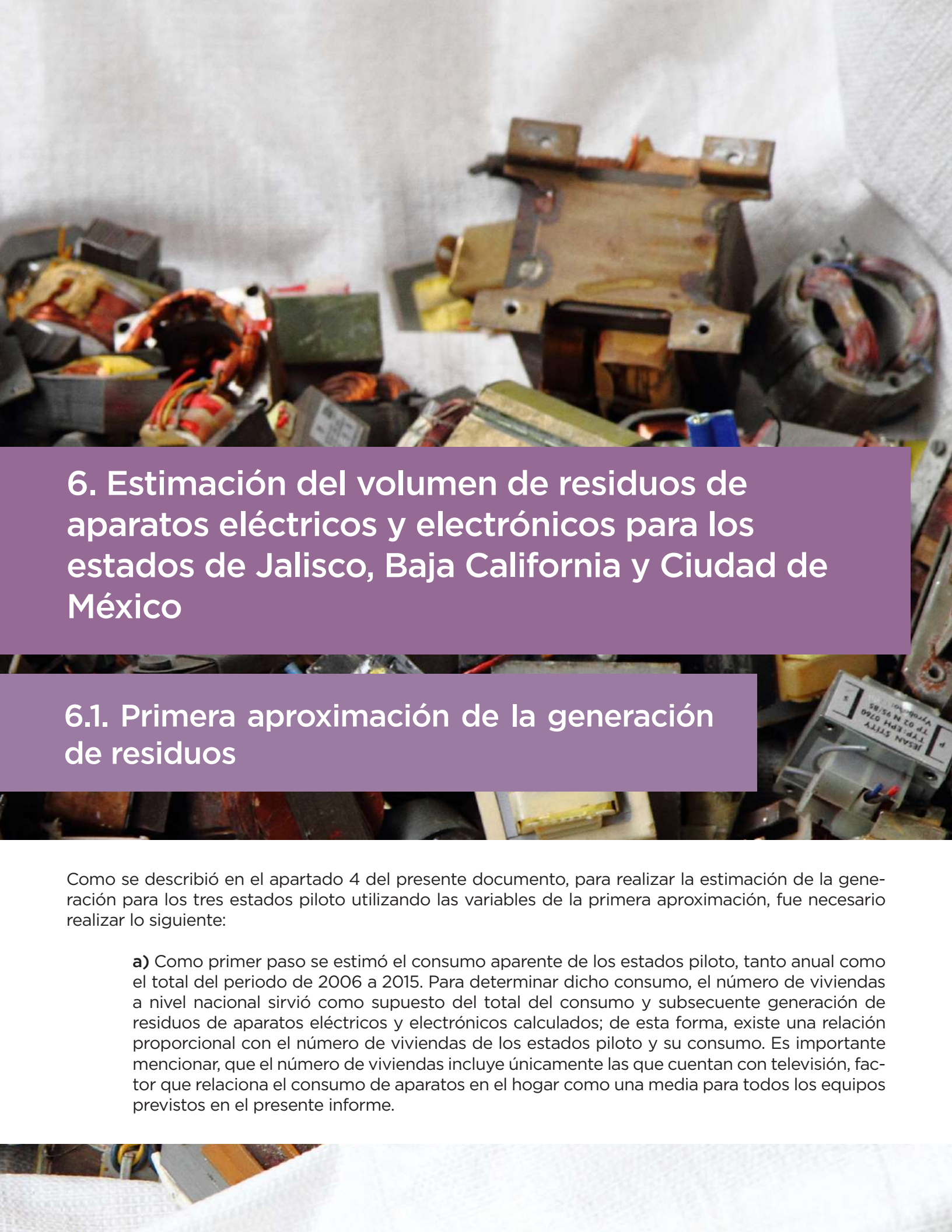


Tabla 40. Estimación de la generación de residuos a nivel nacional

No.	Estimación	Generación total de residuos en los tres estados (kt)	Generación de residuos a nivel nacional (kt)		
			Hogares	Empresas	Total
1.a	Extrapolación del total de dispositivos de 2015 y vida útil obtenidos de las encuestas	244.4	1,016.79	293.72	1,310.52
1.b	Extrapolación del total de dispositivos de 2015 obtenido de las encuestas (equipos en desuso)	109.8	524.11	293.72	817.83
2.a	Consumo aparente teórico acumulado en el periodo y tasa de desecho (obtenido de las encuestas)	399.94	2,166.52	293.72	2,460.25



DANGER
HIGH VOLTAGE
DISCHARGE CAPACITORS



6. Estimación del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para los estados de Jalisco, Baja California y Ciudad de México

6.1. Primera aproximación de la generación de residuos

Como se describió en el apartado 4 del presente documento, para realizar la estimación de la generación para los tres estados piloto utilizando las variables de la primera aproximación, fue necesario realizar lo siguiente:

- a) Como primer paso se estimó el consumo aparente de los estados piloto, tanto anual como el total del periodo de 2006 a 2015. Para determinar dicho consumo, el número de viviendas a nivel nacional sirvió como supuesto del total del consumo y subsecuente generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos calculados; de esta forma, existe una relación proporcional con el número de viviendas de los estados piloto y su consumo. Es importante mencionar, que el número de viviendas incluye únicamente las que cuentan con televisión, factor que relaciona el consumo de aparatos en el hogar como una media para todos los equipos previstos en el presente informe.

Considerando el periodo de estudio, se establece como fuente de información al Censo de Población y Vivienda de 2005 para el periodo de estudio de 2006 al 2009; el Censo de Población y Vivienda de 2010 para 2010 al 2014, y la Encuesta Intercensal 2015 para ese año; los datos de cálculo incluyen únicamente viviendas particulares habitadas que cuentan con televisor (**Tabla 41**).



Tabla 41. Indicador de viviendas particulares que cuentan con televisor en los estados piloto

Año del Censo	Nacional	Baja California	Ciudad de México	Jalisco
2005	21,848,485	654,493	2,166,210	1,476,778
2010	26,048,531	827,561	2,337,884	1,745,888
2015	29,681,837	930,305	2,545,520	2,003,441

Fuente: INEGI (2017).

b) Posteriormente se reporta la cantidad de **RAEE** generados. Para obtener el valor de residuos por año y del periodo de estudio, se utiliza el mismo procedimiento de la primera aproximación a nivel nacional; de tal forma que, se multiplica el consumo aparente de cada estado por la probabilidad de fallo. En este caso, también se realizó la proyección del consumo aparente para 2001 a 2005 para los equipos aire acondicionado, refrigeradores, monitores con tubos de rayos catódicos y televisores para cada uno de los estados.

La probabilidad de fallo es determinada por la vida útil teórica calculada por distribución de Weibull, la cual gracias a su alcance, estima la generación por aparato eléctrico y/o electrónico, como se ha descrito previamente.

A partir de la obtención de los datos se analiza la información a fin de determinar si la generación en Baja California, Ciudad de México y Jalisco, es representativa con relación a los demás estados.

6.1.1. Consumo aparente (fuentes oficiales) de dispositivos electrónicos en los estados piloto

De acuerdo a la descripción anterior, se presenta la **Tabla 42** con los valores de consumo aparente teórico para los estados de Baja California, Ciudad de México y Jalisco, correspondiente al periodo de estudio 2006 a 2015 y para los cinco años (2001 a 2005) proyectados para los equipos aire acondicionado, refrigeradores, monitores con tubos de rayos catódicos y televisores.

Tabla 42. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2001 y 2002

Categorías	Dispositivos	2001			2002		
		CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	20.24	14.93	4.95	17.63	12.49	4.16
	Congeladores						
	Refrigeradores	46.47	29.77	12.71	45.39	29.41	12.64
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	25.01	16.69	11.28	23.48	15.70	9.99
	Televisores	2.90	4.37	25.46	7.22	4.37	20.18
	Pantallas de cristal líquido y plasma	---	---	---	---	---	---
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	---	---	---	---	---	---
	Estufas	---	---	---	---	---	---
	Paneles fotovoltaicos	---	---	---	---	---	---
	Copiadoras e Impresoras	---	---	---	---	---	---
Equipos pequeños	Aspiradoras	---	---	---	---	---	---
	Hornos de microondas	---	---	---	---	---	---
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	---	---	---	---	---	---
	Ventiladores	---	---	---	---	---	---
	Básculas	---	---	---	---	---	---
	Calculadoras	---	---	---	---	---	---
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	---	---	---	---	---	---
	Juguetes Electrónicos	---	---	---	---	---	---
	Consolas de Videojuegos	---	---	---	---	---	---
	Instrumentos de monitoreo y control	---	---	---	---	---	---
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	---	---	---	---	---	---
	Calculadora de bolsillo	---	---	---	---	---	---
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletas	---	---	---	---	---	---
	Teléfonos fijos	---	---	---	---	---	---
Total		94.6197	65.7601	54.4052	93.7159	61.9675	46.9708

Tabla 43. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2003 y 2004

Categorías	Dispositivos	2003			2004		
		CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	16.26	11.08	3.82	16.11	10.68	3.92
	Congeladores						
	Refrigeradores	44.31	29.05	12.57	43.24	28.68	12.51
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	21.94	14.71	8.80	20.41	13.72	7.70
	Televisores	11.53	4.37	15.40	15.85	8.16	11.12
	Pantallas de cristal líquido y plasma	---	---	---	---	---	---
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	---	---	---	---	---	---
	Estufas	---	---	---	---	---	---
	Paneles fotovoltaicos	---	---	---	---	---	---
	Copiadoras e Impresoras	---	---	---	---	---	---
Equipos pequeños	Aspiradoras	---	---	---	---	---	---
	Hornos de microondas	---	---	---	---	---	---
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	---	---	---	---	---	---
	Ventiladores	---	---	---	---	---	---
	Básculas	---	---	---	---	---	---
	Calculadoras	---	---	---	---	---	---
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	---	---	---	---	---	---
	Juguetes Electrónicos	---	---	---	---	---	---
	Consolas de Videojuegos	---	---	---	---	---	---
	Instrumentos de monitoreo y control	---	---	---	---	---	---
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	---	---	---	---	---	---
	Calculadora de bolsillo	---	---	---	---	---	---
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	---	---	---	---	---	---
	Teléfonos fijos	---	---	---	---	---	---
Total		94.0457	59.1989	40.5864	95.6091	61.2509	35.252

Tabla 44. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2005 y 2006

Categorías	Dispositivos	2005			2006		
		CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	17.20	11.32	4.48	21.50	14.66	6.50
	Congeladores				2.67	1.82	0.81
	Refrigeradores	42.16	28.32	12.44	38.20	26.04	11.54
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	18.87	12.73	6.70	24.38	16.62	7.37
	Televisores	20.17	11.96	7.35	26.80	18.27	8.10
	Pantallas de cristal líquido y plasma	---	---	---	4.61	3.14	1.39
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	---	---	---	4.14	2.82	1.25
	Estufas	---	---	---	17.16	11.70	5.19
	Paneles fotovoltaicos	---	---	---	0.36	0.25	0.11
	Copiadoras e Impresoras	---	---	---	0.00	0.00	0.00
Equipos pequeños	Aspiradoras	---	---	---	0.81	0.55	0.24
	Hornos de microondas	---	---	---	3.16	2.15	0.95
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	---	---	---	0.42	0.29	0.13
	Ventiladores	---	---	---	16.61	11.33	5.02
	Básculas	---	---	---	1.63	1.11	0.49
	Calculadoras	---	---	---	0.40	0.28	0.12
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	---	---	---	1.19	0.81	0.36
	Juguetes Electrónicos	---	---	---	0.09	0.06	0.03
	Consolas de Videojuegos	---	---	---	1.41	0.96	0.43
	Instrumentos de monitoreo y control	---	---	---	0.08	0.06	0.03
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	---	---	---	0.00	0.00	0.00
	Calculadora de bolsillo	---	---	---	1.99	1.36	0.60
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tablet	---	---	---	1.30	0.89	0.39
	Teléfonos fijos	---	---	---	0.15	0.10	0.05
Total		98.4061	64.3269	30.9676	169.08	115.26	51.08

Tabla 45. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2007 y 2008

Categorías	Dispositivos	2007			2008		
		CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	27.97	19.07	8.45	27.03	18.42	8.17
	Congeladores	2.66	1.82	0.80	3.02	2.06	0.91
	Refrigeradores	42.02	28.65	12.70	40.77	27.79	12.32
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	13.22	9.01	3.99	10.25	6.99	3.10
	Televisores	26.99	18.40	8.16	31.30	21.34	9.46
	Pantallas de cristal líquido y plasma	9.50	6.48	2.87	13.52	9.22	4.09
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	6.21	4.23	1.88	2.94	2.00	0.89
	Estufas	18.48	12.60	5.58	1.34	0.91	0.40
	Paneles fotovoltaicos	0.33	0.22	0.10	1.95	1.33	0.59
	Copiadoras e Impresoras	1.18	0.81	0.36	2.02	1.38	0.61
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.49	0.33	0.15	0.07	0.05	0.02
	Hornos de microondas	3.25	2.21	0.98	3.22	2.19	0.97
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	0.99	0.67	0.30	1.03	0.70	0.31
	Ventiladores	14.65	9.99	4.43	13.16	8.97	3.98
	Básculas	1.56	1.06	0.47	1.04	0.71	0.31
	Calculadoras	0.24	0.16	0.07	0.06	0.04	0.02
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	2.52	1.72	0.76	1.13	0.77	0.34
	Juguetes Electrónicos	3.08	2.10	0.93	6.77	4.62	2.05
	Consolas de Videojuegos	2.10	1.43	0.63	2.46	1.67	0.74
	Instrumentos de monitoreo y control	0.34	0.23	0.10	0.29	0.20	0.09
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.20	0.13	0.06	0.34	0.23	0.10
	Calculadora de bolsillo	2.02	1.38	0.61	1.71	1.17	0.52
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	9.45	6.44	2.86	0.17	0.12	0.05
	Teléfonos fijos	0.19	0.13	0.06	0.13	0.09	0.04
Total		189.64	129.28	57.30	165.73	112.98	50.07

Tabla 46. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2009 y 2010

Categorías	Dispositivos	2009			2010		
		CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	24.67	16.82	7.45	32.03	23.92	11.34
	Congeladores	2.45	1.67	0.74	2.33	1.74	0.82
	Refrigeradores	32.81	22.37	9.91	37.25	27.82	13.19
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	9.21	6.28	2.78	11.30	8.44	4.00
	Televisores	36.03	24.56	10.88	45.76	34.17	16.20
	Pantallas de cristal líquido y plasma	15.27	10.41	4.61	17.68	13.21	6.26
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	2.21	1.51	0.67	1.42	1.06	0.50
	Estufas	0.23	0.16	0.07	2.52	1.88	0.89
	Paneles fotovoltaicos	1.57	1.07	0.47	0.67	0.50	0.24
	Copiadoras e Impresoras	0.71	0.49	0.22	2.65	1.98	0.94
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.10	0.06	0.03	0.08	0.06	0.03
	Hornos de microondas	2.65	1.81	0.80	3.68	2.75	1.30
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	0.72	0.49	0.22	1.07	0.80	0.38
	Ventiladores	8.57	5.84	2.59	8.70	6.49	3.08
	Básculas	0.80	0.55	0.24	1.40	1.05	0.50
	Calculadoras	0.04	0.02	0.01	0.15	0.11	0.05
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	0.77	0.52	0.23	0.23	0.17	0.08
	Juguetes Electrónicos	3.36	2.29	1.02	4.96	3.71	1.76
	Consolas de Videojuegos	1.17	0.80	0.35	0.70	0.53	0.25
	Instrumentos de monitoreo y control	0.26	0.18	0.08	0.24	0.18	0.09
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.37	0.25	0.11	0.40	0.30	0.14
	Calculadora de bolsillo	1.33	0.91	0.40	1.21	0.90	0.43
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletas	12.20	8.31	3.68	10.64	7.95	3.77
	Teléfonos fijos	0.05	0.04	0.02	0.07	0.05	0.03
Total		157.57	107.42	47.61	187.16	139.76	66.25

Tabla 47. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2011 y 2012

Categorías	Dispositivos	2011			2012		
		CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	50.44	1.60	17.85	70.02	52.29	24.79
	Congeladores	2.64	0.12	0.94	2.97	2.22	1.05
	Refrigeradores	36.86	1.86	13.05	40.58	30.31	14.37
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	11.60	0.57	4.11	7.92	5.92	2.80
	Televisores	44.82	2.29	15.86	0.01	0.01	0.00
	Pantallas de cristal líquido y plasma	17.25	0.89	6.11	3.59	2.68	1.27
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	0.83	0.07	0.29	0.82	0.61	0.29
	Estufas	2.47	0.13	0.87	5.54	4.13	1.96
	Paneles fotovoltaicos	0.77	0.03	0.27	2.22	1.66	0.79
	Copiadoras e Impresoras	2.42	0.13	0.86	2.20	1.65	0.78
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.08	0.00	0.03	0.09	0.07	0.03
	Hornos de microondas	3.89	0.18	1.38	3.93	2.93	1.39
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	0.87	0.05	0.31	0.97	0.73	0.34
	Ventiladores	7.95	0.44	2.81	6.78	5.06	2.40
	Básculas	1.46	0.07	0.52	1.63	1.22	0.58
	Calculadoras	0.05	0.01	0.02	0.06	0.05	0.02
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	2.66	0.01	0.94	1.89	1.41	0.67
	Juguetes Electrónicos	3.33	0.25	1.18	3.19	2.38	1.13
	Consolas de Videojuegos	0.83	0.04	0.29	0.57	0.43	0.20
	Instrumentos de monitoreo y control	0.27	0.01	0.10	0.26	0.20	0.09
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.05	0.02	0.02	0.09	0.07	0.03
	Calculadora de bolsillo	1.48	0.06	0.52	1.26	0.94	0.45
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	8.48	0.53	3.00	8.35	6.24	2.96
	Teléfonos fijos	0.15	0.00	0.05	0.11	0.08	0.04
Total		201.67	9.37	71.39	165.09	123.29	58.44

Tabla 48. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2013 y 2014

Categorías	Dispositivos	2013			2014		
		CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	75.66	56.50	26.78	87.74	65.52	31.06
	Congeladores	2.83	2.12	1.00	3.42	2.55	1.21
	Refrigeradores	36.04	26.92	12.76	29.78	22.24	10.54
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	5.84	4.36	2.07	5.22	3.90	1.85
	Televisores	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Pantallas de cristal líquido y plasma	3.30	2.47	1.17	7.37	5.50	2.61
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	2.73	2.04	0.97	1.78	1.33	0.63
	Estufas	6.10	4.56	2.16	7.93	5.92	2.81
	Paneles fotovoltaicos	0.69	0.52	0.25	2.95	2.20	1.04
	Copiadoras e Impresoras	1.99	1.49	0.70	2.19	1.64	0.78
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.11	0.08	0.04	0.15	0.11	0.05
	Hornos de microondas	3.98	2.98	1.41	4.75	3.55	1.68
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	1.06	0.79	0.38	1.29	0.96	0.46
	Ventiladores	7.00	5.22	2.48	8.35	6.23	2.95
	Básculas	1.74	1.30	0.62	1.82	1.36	0.64
	Calculadoras	0.06	0.04	0.02	0.08	0.06	0.03
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	0.40	0.30	0.14	0.63	0.47	0.22
	Juguetes Electrónicos	4.13	3.08	1.46	3.62	2.70	1.28
	Consolas de Videojuegos	0.39	0.29	0.14	0.26	0.20	0.09
	Instrumentos de monitoreo y control	0.28	0.21	0.10	0.27	0.20	0.09
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.20	0.15	0.07	0.36	0.27	0.13
	Calculadora de bolsillo	1.16	0.86	0.41	1.16	0.87	0.41
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	2.02	1.51	0.72	2.15	1.61	0.76
	Teléfonos fijos	0.15	0.11	0.05	0.18	0.13	0.06
Total		157.89	117.91	55.89	173.42	129.51	61.39

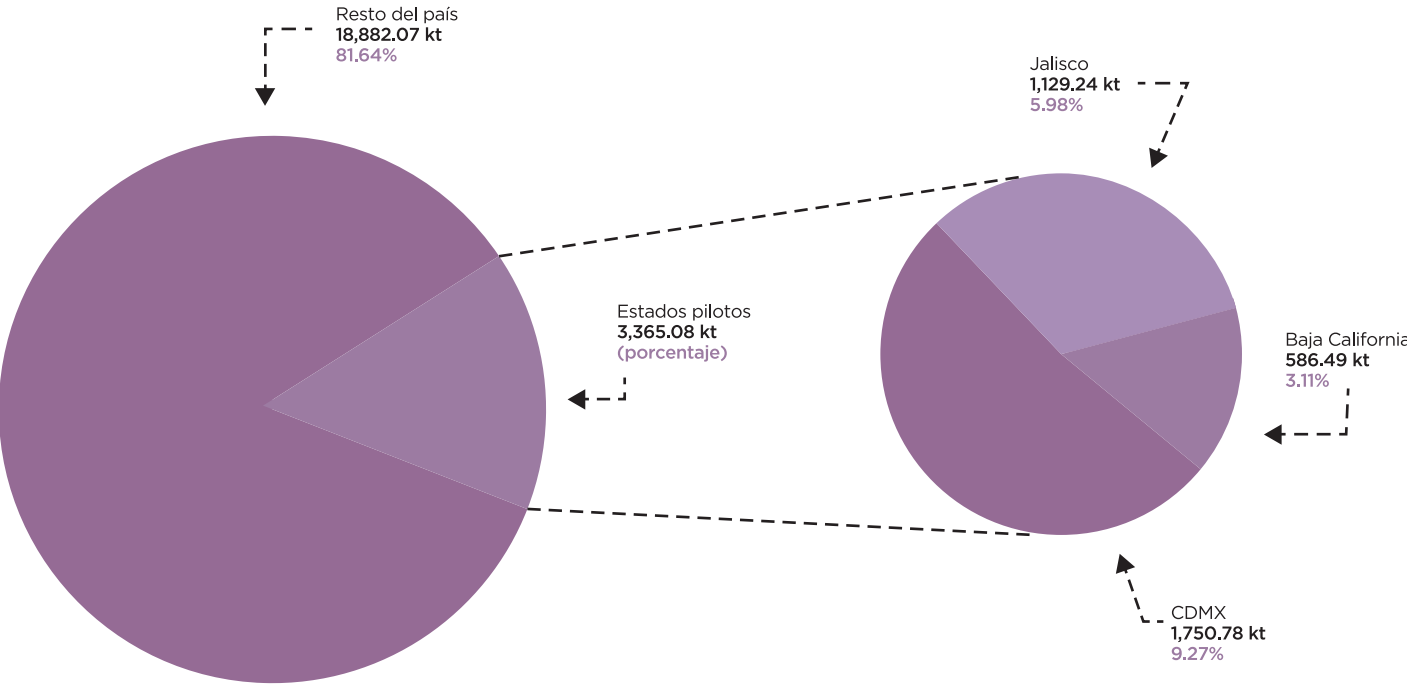
Tabla 49. Consumo aparente (fuentes oficiales) estados piloto, 2015

Categorías	Dispositivos	2015			Consumo total (kt)		
		CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	86.51	68.09	31.62	591.02	397.40	195.33
	Congeladores	3.23	2.54	1.18	28.22	18.65	9.47
	Refrigeradores	28.05	22.08	10.25	583.95	381.31	183.49
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	5.29	4.17	1.93	213.95	139.81	78.48
	Televisores	0.00	0.00	0.00	269.38	152.26	148.17
	Pantallas de cristal líquido y plasma	14.36	11.31	1.17	7.37	5.50	2.61
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	1.70	1.34	0.62	24.78	17.01	7.99
	Estufas	8.77	6.90	3.20	70.54	48.89	23.14
	Paneles fotovoltaicos	3.56	2.80	1.30	15.07	10.58	5.16
	Copiadoras e Impresoras	2.07	1.63	0.76	17.44	11.18	5.99
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.16	0.13	0.06	2.14	1.45	0.68
	Hornos de microondas	0.16	3.68	1.71	37.18	24.43	12.58
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	1.33	1.05	0.49	9.76	6.54	3.31
	Ventiladores	8.34	6.57	3.05	100.10	66.14	32.78
	Básculas	2.06	1.62	0.75	15.14	10.04	5.12
	Calculadoras	0.06	0.05	0.02	1.20	0.82	0.39
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	0.85	0.67	0.31	12.27	6.85	4.06
	Juguetes Electrónicos	6.63	5.22	2.42	39.16	26.41	13.25
	Consolas de Videojuegos	0.22	0.18	0.08	10.14	6.53	3.22
	Instrumentos de monitoreo y control	0.23	0.18	0.08	2.53	1.65	0.85
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.34	0.27	0.13	2.35	1.70	0.79
	Calculadora de bolsillo	1.31	1.03	0.48	14.64	9.49	4.83
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletas	3.59	2.83	1.31	58.36	36.42	19.50
	Teléfonos fijos	0.19	0.15	0.07	1.38	0.90	0.46
Total (2001-2015)		183.55	144.46	67.08	2,227.17	1,441.75	794.67
Total periodo (2006-2015)		0.00	0.00	0.00	1,750.78	1,129.24	586.49

De la información mostrada en las **Tablas 42** a la **49**, se tiene que:

- El consumo aparente total en el periodo de estudio 2006 – 2015 para la Ciudad de México corresponde a 1,750.78 kt. Si se consideraran los cinco años adicionales (2001-2005) para los cuatro dispositivos mencionados previamente, el total sería de 2,227.17 kt.
 - El consumo aparente total en el periodo de estudio 2006 – 2015 para Jalisco es de 1,129.24 kt. Si se consideraran los cinco años adicionales, el total sería de 1,441.75 kt.
 - Mientras que, para el estado de Baja California el consumo aparente es igual a 586.49 kt. Si se tomaran en cuenta los cinco años adicionales, el total sería de 794.67 kt.
- En términos porcentuales, los estados piloto (Ciudad de México, Jalisco y Baja California) representan el 9.27%; 5.98% y 3.11% respectivamente, y en conjunto, el 18.4% del consumo nacional aparente total en el periodo 2016-2015, tal y como se muestra en la **Figura 20**.

Figura 20. Distribución porcentual del consumo aparente de aparatos eléctricos y electrónicos



6.1.2 Estimación de la generación (fuentes oficiales) en los estados piloto

6.1.2.1 Ciudad de México

En la **Tabla 50** se desglosa la generación de **RAEE** en la Ciudad de México por equipo y para cada año del periodo. La generación acumulada fue de 103.31 kt.

En la **Figura 21**, se desglosa la generación de **RAEE** por categoría de equipo:

- a) “Equipos de regulación de temperatura”, con una generación de 46.89 kt, las cuales representan el 45.39% del total.
- b) “Pantallas”, con una generación de 35.09 kt (33.97%).
- c) “Equipos grandes”, con una generación de 4.43 kt, que se refieren al 4.29 por ciento.
- d) “Equipos pequeños”, con una generación de 11.10 kt, las cuales representan el 10.75% con relación a la generación total de residuos en la entidad.
- e) “Equipo de telecomunicaciones e informática”, con un total de 5.79 kt, es decir, 5.61 por ciento.

Tabla 50. Estimación total de la generación de residuos del 2015, Ciudad de México (1)

Categorías	Dispositivos	2001			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	20.240	0.05693	1.152	17.631
	Congeladores	---	---	---	---
	Refrigeradores	46.468	0.05286	2.456	45.391
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	25.014	0.01563	0.391	23.478
	Televisores	2.898	0.04580	0.133	7.216
	Pantallas de cristal líquido y plasma	---	---	---	---
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	---	---	---	---
	Estufas	---	---	---	---
	Paneles fotovoltaicos	---	---	---	---
	Copiadoras e Impresoras	---	---	---	---
Equipos pequeños	Aspiradoras	---	---	---	---
	Hornos de microondas	---	---	---	---
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	---	---	---	---
	Ventiladores	---	---	---	---
	Básculas	---	---	---	---
	Calculadoras	---	---	---	---
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	---	---	---	---
	Juguetes Electrónicos	---	---	---	---
	Consolas de Videojuegos	---	---	---	---
	Instrumentos de monitoreo y control	---	---	---	---
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	---	---	---	---
	Calculadora de bolsillo	---	---	---	---
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	---	---	---	---
	Teléfonos fijos	---	---	---	---
Total		94.620		4.132	93.716

2002			2003			2004		
	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
	0.06830	1.204	16.255	0.07824	1.272	16.113	0.08564	1.380
	---	---	---	---	---	---	---	---
	0.05455	2.476	44.314	0.05542	2.456	43.238	0.05539	2.395
	0.02351	0.552	21.942	0.03377	0.741	20.407	0.04627	0.944
	0.05132	0.370	11.534	0.05648	0.651	15.852	0.06103	0.967
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
	---	---	---	---	---	---	---	---
		4.602	94.046		5.120	95.609		5.687

Tabla 51. Continuación de la **Tabla 50.** Ciudad de México (2)

Categorías	Dispositivos	2005			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	17.205	0.08959	1.541	21.502
	Congeladores	---	---	---	2.671
	Refrigeradores	42.161	0.05441	2.294	38.202
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	18.871	0.06047	1.141	24.378
	Televisores	20.170	0.06467	1.304	26.797
	Pantallas de cristal líquido y plasma	---	---	---	4.606
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	---	---	---	4.140
	Estufas	---	---	---	17.161
	Paneles fotovoltaicos	---	---	---	0.360
	Copiadoras e Impresoras	---	---	---	0.000
Equipos pequeños	Aspiradoras	---	---	---	0.810
	Hornos de microondas	---	---	---	3.156
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	---	---	---	0.423
	Ventiladores	---	---	---	16.613
	Básculas	---	---	---	1.635
	Calculadoras	---	---	---	0.404
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	---	---	---	1.189
	Juguetes Electrónicos	---	---	---	0.085
	Consolas de Videojuegos	---	---	---	1.415
	Instrumentos de monitoreo y control	---	---	---	0.083
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	---	---	---	0.001
	Calculadora de bolsillo	---	---	---	1.990
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	---	---	---	1.300
	Teléfonos fijos	---	---	---	0.154
Total		98.406		6.281	169.076

2006		2007			2008		
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
0.08957	1.926	27.972	0.08550	2.392	27.026	0.07776	2.102
0.02606	0.070	2.663	0.02262	0.060	3.019	0.01916	0.058
0.05244	2.003	42.018	0.04950	2.080	40.765	0.04564	1.860
0.07529	1.835	13.218	0.08919	1.179	10.252	0.10031	1.028
0.06710	1.798	26.994	0.06807	1.837	31.299	0.06734	2.108
0.07241	0.334	9.499	0.07383	0.701	13.524	0.07311	0.989
0.06093	0.252	6.212	0.05705	0.354	2.941	0.05189	0.153
0.04569	0.784	18.482	0.04115	0.760	1.337	0.03607	0.048
0.06093	0.022	0.329	0.05705	0.019	1.950	0.05189	0.101
0.06253	0.000	1.182	0.06825	0.081	2.022	0.07296	0.147
0.05513	0.045	0.486	0.06015	0.029	0.074	0.06473	0.005
0.02819	0.089	3.246	0.03055	0.099	3.219	0.03324	0.107
0.05389	0.023	0.986	0.05881	0.058	1.033	0.06336	0.065
0.06340	1.053	14.647	0.06333	0.928	13.163	0.06179	0.813
0.06742	0.110	1.556	0.07331	0.114	1.039	0.07769	0.081
0.05905	0.024	0.240	0.05373	0.013	0.058	0.04735	0.003
0.06742	0.080	2.520	0.07331	0.185	1.133	0.07769	0.088
0.05905	0.005	3.081	0.05373	0.166	6.770	0.04735	0.321
0.02090	0.030	2.099	0.03121	0.066	2.456	0.04519	0.111
0.08344	0.007	0.339	0.08419	0.029	0.290	0.08162	0.024
0.02709	0.000	0.197	0.03047	0.006	0.344	0.03448	0.012
0.05905	0.118	2.025	0.05373	0.109	1.714	0.04735	0.081
0.05608	0.073	9.453	0.06708	0.634	0.170	0.07806	0.013
0.04385	0.007	0.192	0.06377	0.012	0.130	0.08646	0.011
	10.687	189.636		11.910	165.726		10.329

Tabla 52. Continuación de la **Tabla 50.** Ciudad de México (3)

Categorías	Dispositivos	2009			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	24.668	0.06714	1.656	32.033
	Congeladores	2.451	0.01576	0.039	2.327
	Refrigeradores	32.811	0.04095	1.344	37.255
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	9.215	0.10678	0.984	11.304
	Televisores	36.026	0.06477	2.333	45.760
	Pantallas de cristal líquido y plasma	15.268	0.07007	1.070	17.683
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	2.214	0.04564	0.101	1.418
	Estufas	0.233	0.03065	0.007	2.521
	Paneles fotovoltaicos	1.571	0.04564	0.072	0.670
	Copiadoras e Impresoras	0.715	0.07617	0.054	2.652
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.095	0.06856	0.007	0.075
	Hornos de microondas	2.652	0.03634	0.096	3.681
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	0.722	0.06727	0.049	1.067
	Ventiladores	8.569	0.05871	0.503	8.696
	Básculas	0.802	0.08002	0.064	1.400
	Calculadoras	0.036	0.04024	0.001	0.149
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	0.765	0.08002	0.061	0.229
	Juguetes Electrónicos	3.363	0.04024	0.135	4.963
	Consolas de Videojuegos	1.174	0.06326	0.074	0.704
	Instrumentos de monitoreo y control	0.265	0.07576	0.020	0.243
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.373	0.03929	0.015	0.398
	Calculadora de bolsillo	1.334	0.04024	0.054	1.211
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	12.195	0.08809	1.074	10.642
	Teléfonos fijos	0.055	0.10896	0.006	0.074
Total		157.570		9.819	187.155

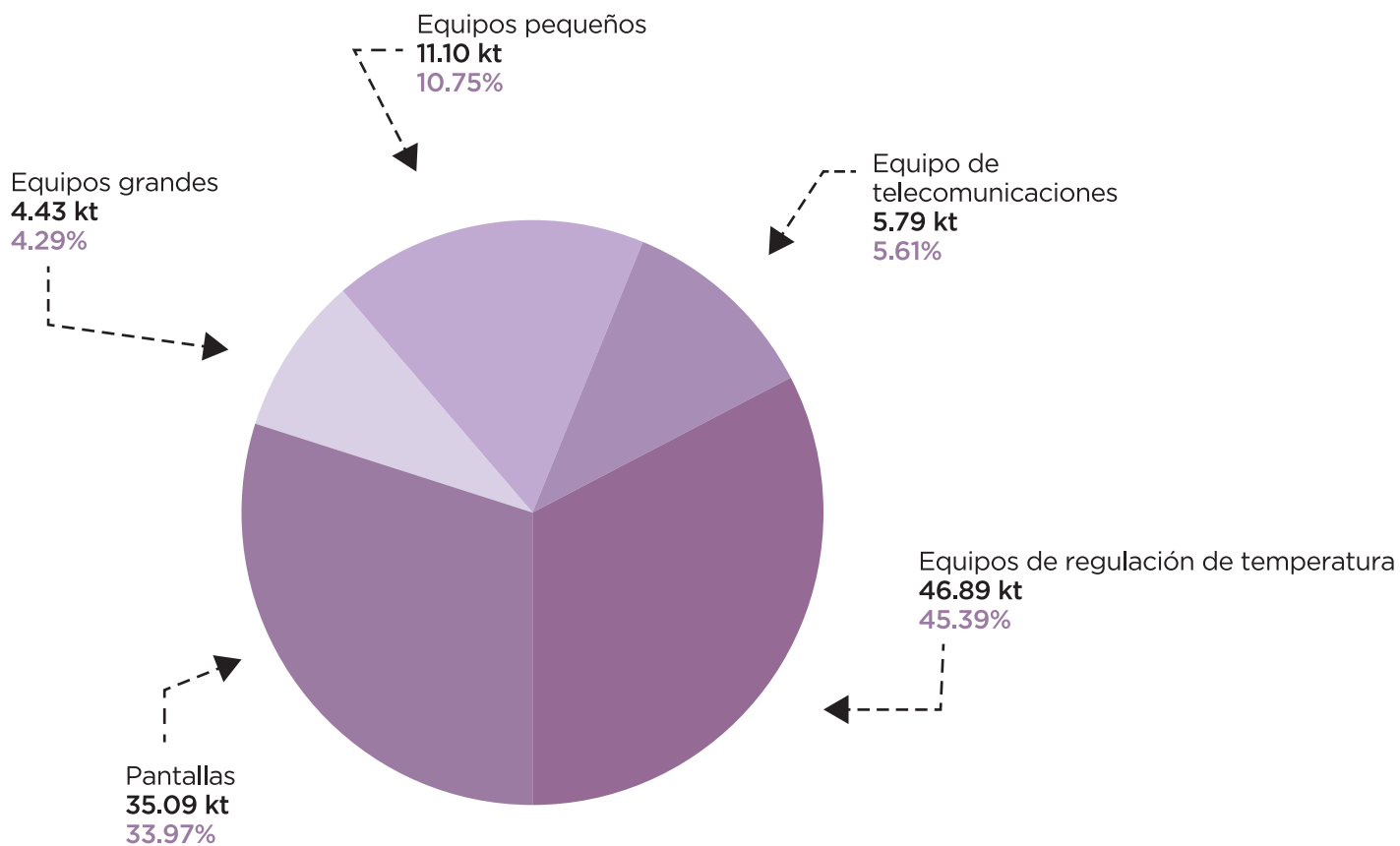
2010		2011			2012		
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
0.05469	1.752	50.437	0.04156	2.096	70.024	0.02887	2.022
0.01250	0.029	2.644	0.00944	0.025	2.972	0.00666	0.020
0.03555	1.324	36.862	0.02960	1.091	40.585	0.02329	0.945
0.10707	1.210	11.600	0.10030	1.164	7.924	0.08659	0.686
0.06025	2.757	44.817	0.05381	2.412	0.013	0.04556	0.001
0.06466	1.143	17.253	0.05698	0.983	3.595	0.04731	0.170
0.03860	0.055	0.832	0.03106	0.026	0.819	0.02339	0.019
0.02507	0.063	2.469	0.01952	0.048	5.537	0.01421	0.079
0.03860	0.026	0.771	0.03106	0.024	2.221	0.02339	0.052
0.07738	0.205	2.419	0.07602	0.184	2.204	0.07155	0.158
0.07126	0.005	0.083	0.07235	0.006	0.094	0.07125	0.007
0.03995	0.147	3.893	0.04428	0.172	3.927	0.04960	0.195
0.07019	0.075	0.872	0.07165	0.063	0.973	0.07109	0.069
0.05404	0.470	7.948	0.04784	0.380	6.782	0.04021	0.273
0.07974	0.112	1.458	0.07636	0.111	1.628	0.06951	0.113
0.03274	0.005	0.054	0.02522	0.001	0.062	0.01805	0.001
0.07974	0.018	2.664	0.07636	0.203	1.887	0.06951	0.131
0.03274	0.162	3.333	0.02522	0.084	3.192	0.01805	0.058
0.08523	0.060	0.833	0.10987	0.092	0.574	0.13428	0.077
0.06694	0.016	0.270	0.05578	0.015	0.261	0.04312	0.011
0.04516	0.018	0.048	0.05250	0.003	0.092	0.06199	0.006
0.03274	0.040	1.476	0.02522	0.037	1.263	0.01805	0.023
0.09600	1.022	8.481	0.10040	0.852	8.351	0.09977	0.833
0.12705	0.009	0.149	0.13603	0.020	0.109	0.13204	0.014
	10.724	201.666		10.092	165.089		5.962

Tabla 53. Continuación de la **Tabla 50.** Ciudad de México (4)

Categorías	Dispositivos	2013			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	75.661	0.01762	1.333	87.739
	Congeladores	2.834	0.00423	0.012	3.415
	Refrigeradores	36.045	0.01684	0.607	29.785
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	5.838	0.06704	0.391	5.220
	Televisores	0.000	0.03571	0.000	0.000
	Pantallas de cristal líquido y plasma	3.302	0.03607	0.119	7.371
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	2.731	0.01596	0.044	1.775
	Estufas	6.100	0.00934	0.057	7.931
	Paneles fotovoltaicos	0.694	0.01596	0.011	2.947
	Copiadoras e Impresoras	1.990	0.06338	0.126	2.192
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.113	0.06716	0.008	0.145
	Hornos de microondas	3.984	0.05650	0.225	4.751
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	1.064	0.06771	0.072	1.287
	Ventiladores	6.995	0.03134	0.219	8.346
	Básculas	1.745	0.05893	0.103	1.817
	Calculadoras	0.057	0.01157	0.001	0.078
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	0.404	0.05893	0.024	0.626
	Juguetes Electrónicos	4.128	0.01157	0.048	3.616
	Consolas de Videojuegos	0.394	0.15312	0.060	0.263
	Instrumentos de monitoreo y control	0.285	0.02996	0.009	0.267
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.198	0.07492	0.015	0.359
	Calculadora de bolsillo	1.157	0.01157	0.013	1.159
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	2.023	0.09249	0.187	2.154
	Teléfonos fijos	0.147	0.11332	0.017	0.179
Total		157.888		3.700	173.422

2014		2015			-----		
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Generación total (kt)	Generación por Categoría (kt)	Porcentaje por categoría
0.00860	0.755	86.513	0.00248	0.215	22.797	46.892	45.4%
0.00222	0.008	3.228	0.00073	0.002	0.322		
0.01050	0.313	28.051	0.00460	0.129	23.773		
0.04375	0.228	5.294	0.01967	0.104	12.580	35.099	34.0%
0.02457	0.000	0.000	0.01252	0.000	16.672		
0.02382	0.176	14.364	0.01131	0.163	5.847		
0.00916	0.016	1.696	0.00349	0.006	1.026	4.430	4.3%
0.00512	0.041	8.767	0.00182	0.016	1.904		
0.00916	0.027	3.556	0.00349	0.012	0.366		
0.05083	0.111	2.068	0.03270	0.068	1.135		
0.05891	0.009	0.162	0.04402	0.007	0.127	11.105	10.7%
0.06622	0.315	4.673	0.08292	0.387	1.833		
0.06028	0.078	1.333	0.04620	0.062	0.613		
0.02147	0.179	8.343	0.01091	0.091	4.909		
0.04447	0.081	2.057	0.02589	0.053	0.942		
0.00610	0.000	0.061	0.00202	0.000	0.049		
0.04447	0.028	0.848	0.02589	0.022	0.841		
0.00610	0.022	6.634	0.00202	0.013	1.014		
0.15773	0.041	0.225	0.13345	0.030	0.641	5.791	5.6%
0.01740	0.005	0.230	0.00667	0.002	0.137		
0.09424	0.034	0.344	0.12970	0.045	0.152		
0.00610	0.007	1.315	0.00202	0.003	0.484		
0.07690	0.166	3.593	0.05073	0.182	5.036		
0.08122	0.015	0.192	0.04042	0.008	0.119		
	2.652	183.547		1.620	103.317	103.317	1.000

Figura 21. Distribución porcentual del consumo aparente de aparatos eléctricos y electrónicos





6.1.2.2 Jalisco

De manera similar que para la Ciudad de México, en la **Tabla 54** se desglosa la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para cada año y por dispositivo para el estado de Jalisco. La generación estimada durante el periodo fue de 64.98 kt.

En la **Figura 22**, se muestra la generación de **RAEE** por categoría de equipo:

- a) “Equipos de regulación de temperatura”, con una generación de 30.24 kt, las cuales representan el 46.55% del total.
- b) “Pantallas”, con una generación de 21.09 kt (32.47%).
- c) “Equipos grandes”, con una generación de 2.92 kt, que se refieren al 4.5 por ciento.
- d) “Equipos pequeños”, con una generación de 7.15 kt, las cuales representan el 11.01% con relación a la generación total de residuos en el estado.
- e) “Equipo de telecomunicaciones e informática”, con un total de 3.56 kt, es decir, 5.48 por ciento.

Tabla 54. Estimación total de la generación de residuos del 2015, Jalisco (1)

Categorías	Dispositivos	2001			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	14.931	0.05693	0.850	12.491
	Congeladores				
	Refrigeradores	29.772	0.05286	1.574	29.409
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	16.692	0.01563	0.261	15.702
	Televisores	4.365	0.04580	0.200	4.365
	Pantallas de cristal líquido y plasma	---	---	---	---
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	---	---	---	---
	Estufas	---	---	---	---
	Paneles fotovoltaicos	---	---	---	---
	Copiadoras e Impresoras	---	---	---	---
Equipos pequeños	Aspiradoras	---	---	---	---
	Hornos de microondas	---	---	---	---
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	---	---	---	---
	Ventiladores	---	---	---	---
	Básculas	---	---	---	---
	Calculadoras	---	---	---	---
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	---	---	---	---
	Juguetes Electrónicos	---	---	---	---
	Consolas de Videojuegos	---	---	---	---
	Instrumentos de monitoreo y control	---	---	---	---
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	---	---	---	---
	Calculadora de bolsillo	---	---	---	---
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	---	---	---	---
	Teléfonos fijos	---	---	---	---
Total		65.760		2.885	61.968

2002		2003			2004		
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
0.06830	0.853	11.075	0.07824	0.866	10.683	0.08564	0.915
0.05455	1.604	29.047	0.05542	1.610	28.684	0.05539	1.589
0.02351	0.369	14.712	0.03377	0.497	13.722	0.04627	0.635
0.05132	0.224	4.365	0.05648	0.247	8.162	0.06103	0.498
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
	3.050	59.199		3.220	61.251		3.637

Tabla 55. Continuación **Tabla 54**, Jalisco (2)

Categorías	Dispositivos	2009			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	16.817	0.06714	1.129	23.922
	Congeladores	1.671	0.01576	0.026	1.738
	Refrigeradores	22.368	0.04095	0.916	27.821
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	6.282	0.10678	0.671	8.442
	Televisores	24.560	0.06477	1.591	34.173
	Pantallas de cristal líquido y plasma	10.408	0.07007	0.729	13.205
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	1.509	0.04564	0.069	1.059
	Estufas	0.159	0.03065	0.005	1.883
	Paneles fotovoltaicos	1.071	0.04564	0.049	0.501
	Copiadoras e Impresoras	0.487	0.07617	0.037	1.981
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.065	0.06856	0.004	0.056
	Hornos de microondas	1.808	0.03634	0.066	2.749
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	0.492	0.06727	0.033	0.797
	Ventiladores	5.842	0.05871	0.343	6.494
	Básculas	0.547	0.08002	0.044	1.046
	Calculadoras	0.024	0.04024	0.001	0.111
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	0.522	0.08002	0.042	0.171
	Juguetes Electrónicos	2.293	0.04024	0.092	3.706
	Consolas de Videojuegos	0.800	0.06326	0.051	0.525
	Instrumentos de monitoreo y control	0.180	0.07576	0.014	0.182
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.254	0.03929	0.010	0.297
	Calculadora de bolsillo	0.909	0.04024	0.037	0.904
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	8.314	0.08809	0.732	7.947
	Teléfonos fijos	0.037	0.10896	0.004	0.055
Total		107.421		6.694	139.764

2010		2011			2012		
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
0.05469	1.308	1.603	0.04156	0.067	52.292	0.02887	1.510
0.01250	0.022	0.116	0.00944	0.001	2.219	0.00666	0.015
0.03555	0.989	1.865	0.02960	0.055	30.308	0.02329	0.706
0.10707	0.904	0.566	0.10030	0.057	5.918	0.08659	0.512
0.06025	2.059	2.290	0.05381	0.123	0.010	0.04556	0.000
0.06466	0.854	0.885	0.05698	0.050	2.684	0.04731	0.127
0.03860	0.041	0.071	0.03106	0.002	0.612	0.02339	0.014
0.02507	0.047	0.126	0.01952	0.002	4.135	0.01421	0.059
0.03860	0.019	0.034	0.03106	0.001	1.659	0.02339	0.039
0.07738	0.153	0.133	0.07602	0.010	1.646	0.07155	0.118
0.07126	0.004	0.004	0.07235	0.000	0.070	0.07125	0.005
0.03995	0.110	0.184	0.04428	0.008	2.932	0.04960	0.145
0.07019	0.056	0.053	0.07165	0.004	0.727	0.07109	0.052
0.05404	0.351	0.435	0.04784	0.021	5.064	0.04021	0.204
0.07974	0.083	0.070	0.07636	0.005	1.216	0.06951	0.085
0.03274	0.004	0.007	0.02522	0.000	0.046	0.01805	0.001
0.07974	0.014	0.011	0.07636	0.001	1.410	0.06951	0.098
0.03274	0.121	0.248	0.02522	0.006	2.383	0.01805	0.043
0.08523	0.045	0.035	0.10987	0.004	0.428	0.13428	0.058
0.06694	0.012	0.012	0.05578	0.001	0.195	0.04312	0.008
0.04516	0.013	0.020	0.05250	0.001	0.069	0.06199	0.004
0.03274	0.030	0.061	0.02522	0.002	0.943	0.01805	0.017
0.09600	0.763	0.533	0.10040	0.053	6.237	0.09977	0.622
0.12705	0.007	0.004	0.13603	0.001	0.082	0.13204	0.011
	8.009	9.368		0.476	123.285		4.452

Tabla 57. Estimación total de la generación de residuos del 2015, Baja California (1)

Categorías	Dispositivos	2001			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	4.954	0.05693	0.282	4.161
	Congeladores				
	Refrigeradores	12.710	0.05286	0.672	12.642
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	11.283	0.01563	0.176	9.992
	Televisores	25.458	0.04580	1.166	20.177
	Pantallas de cristal líquido y plasma	---	---	---	---
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	---	---	---	---
	Estufas	---	---	---	---
	Paneles fotovoltaicos	---	---	---	---
	Copiadoras e Impresoras	---	---	---	---
Equipos pequeños	Aspiradoras	---	---	---	---
	Hornos de microondas	---	---	---	---
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	---	---	---	---
	Ventiladores	---	---	---	---
	Básculas	---	---	---	---
	Calculadoras	---	---	---	---
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	---	---	---	---
	Juguetes Electrónicos	---	---	---	---
	Consolas de Videojuegos	---	---	---	---
	Instrumentos de monitoreo y control	---	---	---	---
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	---	---	---	---
	Calculadora de bolsillo	---	---	---	---
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	---	---	---	---
	Teléfonos fijos	---	---	---	---
Total		54.405		2.296	46.971

2002		2003			2004		
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
0.06830	0.284	3.817	0.07824	0.299	3.922	0.08564	0.336
0.05455	0.690	12.574	0.05542	0.697	12.505	0.05539	0.693
0.02351	0.235	8.798	0.03377	0.297	7.702	0.04627	0.356
0.05132	1.035	15.398	0.05648	0.870	11.123	0.06103	0.679
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---
	2.244	40.586		2.162	35.252		2.064

Tabla 57. Continuación **Tabla 57**, Baja California (2)

Categorías	Dispositivos	2005			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	4.476	0.08959	0.401	6.497
	Congeladores				0.807
	Refrigeradores	12.437	0.05441	0.677	11.542
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	6.704	0.06047	0.405	7.366
	Televisores	7.350	0.06467	0.475	8.097
	Pantallas de cristal líquido y plasma	---	---	---	1.392
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	---	---	---	1.251
	Estufas	---	---	---	5.185
	Paneles fotovoltaicos	---	---	---	0.109
	Copiadoras e Impresoras	---	---	---	0.000
Equipos pequeños	Aspiradoras	---	---	---	0.245
	Hornos de microondas	---	---	---	0.953
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	---	---	---	0.128
	Ventiladores	---	---	---	5.019
	Básculas	---	---	---	0.494
	Calculadoras	---	---	---	0.122
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	---	---	---	0.359
	Juguetes Electrónicos	---	---	---	0.026
	Consolas de Videojuegos	---	---	---	0.427
	Instrumentos de monitoreo y control	---	---	---	0.025
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	---	---	---	0.000
	Calculadora de bolsillo	---	---	---	0.601
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	---	---	---	0.393
	Teléfonos fijos	---	---	---	0.046
Total		30.968		1.958	51.084

2006		2007			2008		
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
0.08957	0.582	8.451	0.08550	0.723	8.166	0.07776	0.635
0.02606	0.021	0.805	0.02262	0.018	0.912	0.01916	0.017
0.05244	0.605	12.695	0.04950	0.628	12.317	0.04564	0.562
0.07529	0.555	3.994	0.08919	0.356	3.097	0.10031	0.311
0.06710	0.543	8.156	0.06807	0.555	9.457	0.06734	0.637
0.07241	0.101	2.870	0.07383	0.212	4.086	0.07311	0.299
0.06093	0.076	1.877	0.05705	0.107	0.888	0.05189	0.046
0.04569	0.237	5.584	0.04115	0.230	0.404	0.03607	0.015
0.06093	0.007	0.099	0.05705	0.006	0.589	0.05189	0.031
0.06253	0.000	0.357	0.06825	0.024	0.611	0.07296	0.045
0.05513	0.013	0.147	0.06015	0.009	0.022	0.06473	0.001
0.02819	0.027	0.981	0.03055	0.030	0.973	0.03324	0.032
0.05389	0.007	0.298	0.05881	0.018	0.312	0.06336	0.020
0.06340	0.318	4.425	0.06333	0.280	3.977	0.06179	0.246
0.06742	0.033	0.470	0.07331	0.034	0.314	0.07769	0.024
0.05905	0.007	0.072	0.05373	0.004	0.017	0.04735	0.001
0.06742	0.024	0.761	0.07331	0.056	0.342	0.07769	0.027
0.05905	0.002	0.931	0.05373	0.050	2.045	0.04735	0.097
0.02090	0.009	0.634	0.03121	0.020	0.742	0.04519	0.034
0.08344	0.002	0.102	0.08419	0.009	0.087	0.08162	0.007
0.02709	0.000	0.060	0.03047	0.002	0.104	0.03448	0.004
0.05905	0.036	0.612	0.05373	0.033	0.518	0.04735	0.025
0.05608	0.022	2.856	0.06708	0.192	0.051	0.07806	0.004
0.04385	0.002	0.058	0.06377	0.004	0.039	0.08646	0.003
	3.229	57.296		3.598	50.072		3.121

Tabla 58. Continuación **Tabla 57**, Baja California (3)

Categorías	Dispositivos	2009			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	7.453	0.06714	0.500	11.339
	Congeladores	0.741	0.01576	0.012	0.824
	Refrigeradores	9.913	0.04095	0.406	13.187
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	2.784	0.10678	0.297	4.001
	Televisores	10.885	0.06477	0.705	16.198
	Pantallas de cristal líquido y plasma	4.613	0.07007	0.323	6.259
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	0.669	0.04564	0.031	0.502
	Estufas	0.070	0.03065	0.002	0.892
	Paneles fotovoltaicos	0.475	0.04564	0.022	0.237
	Copiadoras e Impresoras	0.216	0.07617	0.016	0.939
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.029	0.06856	0.002	0.027
	Hornos de microondas	0.801	0.03634	0.029	1.303
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	0.218	0.06727	0.015	0.378
	Ventiladores	2.589	0.05871	0.152	3.078
	Básculas	0.242	0.08002	0.019	0.496
	Calculadoras	0.011	0.04024	0.000	0.053
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	0.231	0.08002	0.019	0.081
	Juguetes Electrónicos	1.016	0.04024	0.041	1.757
	Consolas de Videojuegos	0.355	0.06326	0.022	0.249
	Instrumentos de monitoreo y control	0.080	0.07576	0.006	0.086
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.113	0.03929	0.004	0.141
	Calculadora de bolsillo	0.403	0.04024	0.016	0.429
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	3.685	0.08809	0.325	3.767
	Teléfonos fijos	0.016	0.10896	0.002	0.026
Total		47.608		2.967	66.249

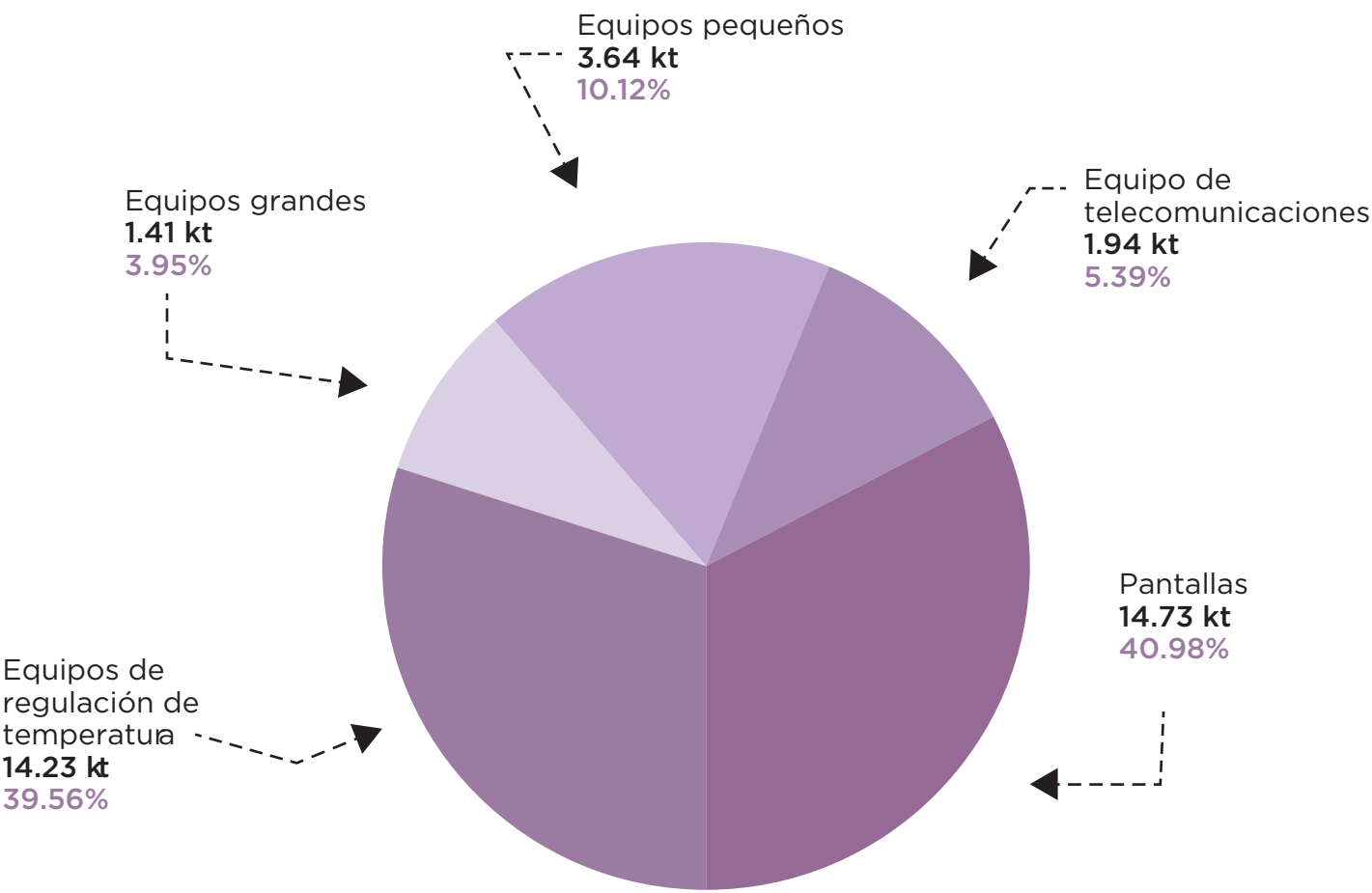
2010		2011			2012		
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)
0.05469	0.620	17.853	0.04156	0.742	24.787	0.02887	0.716
0.01250	0.010	0.936	0.00944	0.009	1.052	0.00666	0.007
0.03555	0.469	13.048	0.02960	0.386	14.366	0.02329	0.335
0.10707	0.428	4.106	0.10030	0.412	2.805	0.08659	0.243
0.06025	0.976	15.864	0.05381	0.854	0.005	0.04556	0.000
0.06466	0.405	6.107	0.05698	0.348	1.272	0.04731	0.060
0.03860	0.019	0.295	0.03106	0.009	0.290	0.02339	0.007
0.02507	0.022	0.874	0.01952	0.017	1.960	0.01421	0.028
0.03860	0.009	0.273	0.03106	0.008	0.786	0.02339	0.018
0.07738	0.073	0.856	0.07602	0.065	0.780	0.07155	0.056
0.07126	0.002	0.029	0.07235	0.002	0.033	0.07125	0.002
0.03995	0.052	1.378	0.04428	0.061	1.390	0.04960	0.069
0.07019	0.027	0.309	0.07165	0.022	0.344	0.07109	0.024
0.05404	0.166	2.814	0.04784	0.135	2.401	0.04021	0.097
0.07974	0.040	0.516	0.07636	0.039	0.576	0.06951	0.040
0.03274	0.002	0.019	0.02522	0.000	0.022	0.01805	0.000
0.07974	0.006	0.943	0.07636	0.072	0.668	0.06951	0.046
0.03274	0.058	1.180	0.02522	0.030	1.130	0.01805	0.020
0.08523	0.021	0.295	0.10987	0.032	0.203	0.13428	0.027
0.06694	0.006	0.096	0.05578	0.005	0.092	0.04312	0.004
0.04516	0.006	0.017	0.05250	0.001	0.033	0.06199	0.002
0.03274	0.014	0.522	0.02522	0.013	0.447	0.01805	0.008
0.09600	0.362	3.002	0.10040	0.301	2.956	0.09977	0.295
0.12705	0.003	0.053	0.13603	0.007	0.039	0.13204	0.005
	3.796	71.385		3.572	58.438		2.110

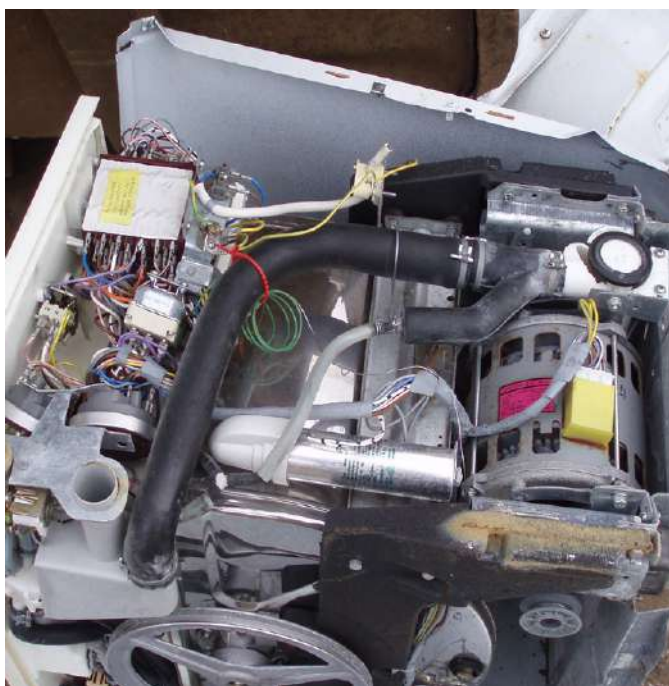
Tabla 60. Continuación **Tabla 57**, Baja California (4)

Categorías	Dispositivos	2013			Consumo (kt)
		Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	26.782	0.01762	0.472	31.058
	Congeladores	1.003	0.00423	0.004	1.209
	Refrigeradores	12.759	0.01684	0.215	10.543
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	2.067	0.06704	0.139	1.848
	Televisores	0.000	0.03571	0.000	0.000
	Pantallas de cristal líquido y plasma	1.169	0.03607	0.042	2.609
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	0.967	0.01596	0.015	0.628
	Estufas	2.159	0.00934	0.020	2.808
	Paneles fotovoltaicos	0.246	0.01596	0.004	1.043
	Copiadoras e Impresoras	0.704	0.06338	0.045	0.776
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.040	0.06716	0.003	0.051
	Hornos de microondas	1.410	0.05650	0.080	1.682
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	0.376	0.06771	0.025	0.456
	Ventiladores	2.476	0.03134	0.078	2.954
	Básculas	0.618	0.05893	0.036	0.643
	Calculadoras	0.020	0.01157	0.000	0.028
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	0.143	0.05893	0.008	0.221
	Juguetes Electrónicos	1.461	0.01157	0.017	1.280
	Consolas de Videojuegos	0.139	0.15312	0.021	0.093
	Instrumentos de monitoreo y control	0.101	0.02996	0.003	0.095
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.070	0.07492	0.005	0.127
	Calculadora de bolsillo	0.410	0.01157	0.005	0.410
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	0.716	0.09249	0.066	0.762
	Teléfonos fijos	0.052	0.11332	0.006	0.063
Total		55.889		1.310	61.388

2014		2015			-----		
Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Consumo (kt)	Probabilidad de fallo	Generación (kt)	Generación total (kt)	Generación por Categoría (kt)	Porcentaje por categoría
0.00860	0.267	31.618	0.00248	0.079	6.937	14.231	39.57%
0.00222	0.003	1.180	0.00073	0.001	0.102		
0.01050	0.111	10.252	0.00460	0.047	7.192		
0.04375	0.081	1.935	0.01967	0.038	4.329	14.736	40.98%
0.02457	0.000	0.000	0.01252	0.000	8.495		
0.02382	0.062	5.250	0.01131	0.059	1.911		
0.00916	0.006	0.620	0.00349	0.002	0.319	1.416	3.94%
0.00512	0.014	3.204	0.00182	0.006	0.591		
0.00916	0.010	1.300	0.00349	0.005	0.119		
0.05083	0.039	0.756	0.03270	0.025	0.388		
0.05891	0.003	0.059	0.04402	0.003	0.040	3.639	10.12%
0.06622	0.111	1.708	0.08292	0.142	0.633		
0.06028	0.027	0.487	0.04620	0.023	0.207		
0.02147	0.063	3.049	0.01091	0.033	1.568		
0.04447	0.029	0.752	0.02589	0.019	0.315		
0.00610	0.000	0.022	0.00202	0.000	0.015		
0.04447	0.010	0.310	0.02589	0.008	0.276		
0.00610	0.008	2.424	0.00202	0.005	0.327		
0.15773	0.015	0.082	0.13345	0.011	0.213	1.937	5.39%
0.01740	0.002	0.084	0.00667	0.001	0.044		
0.09424	0.012	0.126	0.12970	0.016	0.053		
0.00610	0.003	0.480	0.00202	0.001	0.153		
0.07690	0.059	1.313	0.05073	0.067	1.692		
0.08122	0.005	0.070	0.04042	0.003	0.040		
	0.939	67.081		0.592	35.959	35.959	

Figura 23. Distribución porcentual de la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por categoría en 2015, Baja California





6.1.3 Resultados de la primera aproximación (estados piloto)

Considerando la generación de residuos eléctricos y electrónicos de los estados piloto, el total asciende a 204.26 kt (**Tabla 61**), distribuidas por categoría de la siguiente manera (**Figura 24**):

- a) “Equipos de regulación de temperatura”, con una generación de 91.37 kt, las cuales representan el 44.73% del total.
- b) “Pantallas”, con una generación de 70.93 kt (34.73%).
- c) “Equipos grandes”, con una generación de 8.77 kt, que se refieren al 4.29 por ciento.
- d) “Equipos pequeños”, con una generación de 21.89 kt, las cuales representan el 10.72% con relación a la generación total de residuos.
- e) “Equipo de telecomunicaciones e informática”, con un total de 11.29 kt, es decir, 5.53 por ciento.

En términos generales, como se esperaba debido a lo observado en la tendencia nacional “equipos de regulación de temperatura” es la categoría con mayor representación en términos de peso (91.37kt) e incluye los congeladores, refrigeradores y aires acondicionados.

El segundo sitio en participación, lo tiene la categoría de “pantallas”, con un valor de 70.93kt. En este caso, los equipos que incluye son monitores con tubos de rayos catódicos, televisores y pantallas de cristal líquido y plasma. Cabe mencionar que inicialmente esta categoría incluía además las laptops, notebooks y tablets; sin embargo, estos están considerados dentro de los dispositivos de “PCs y routers”.

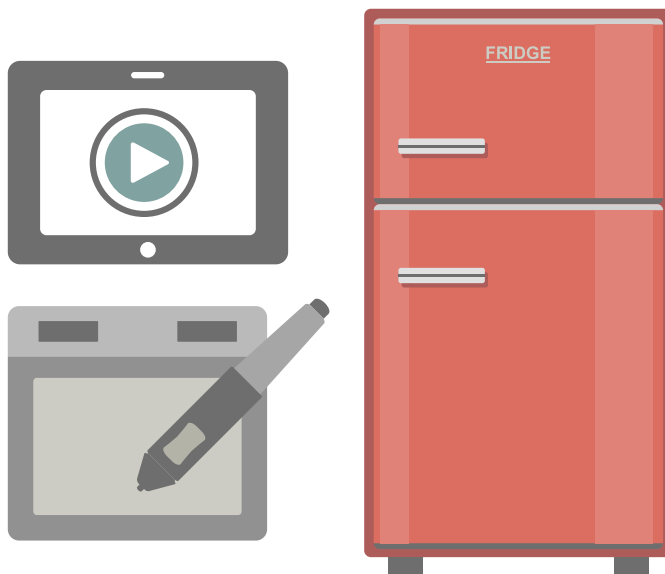
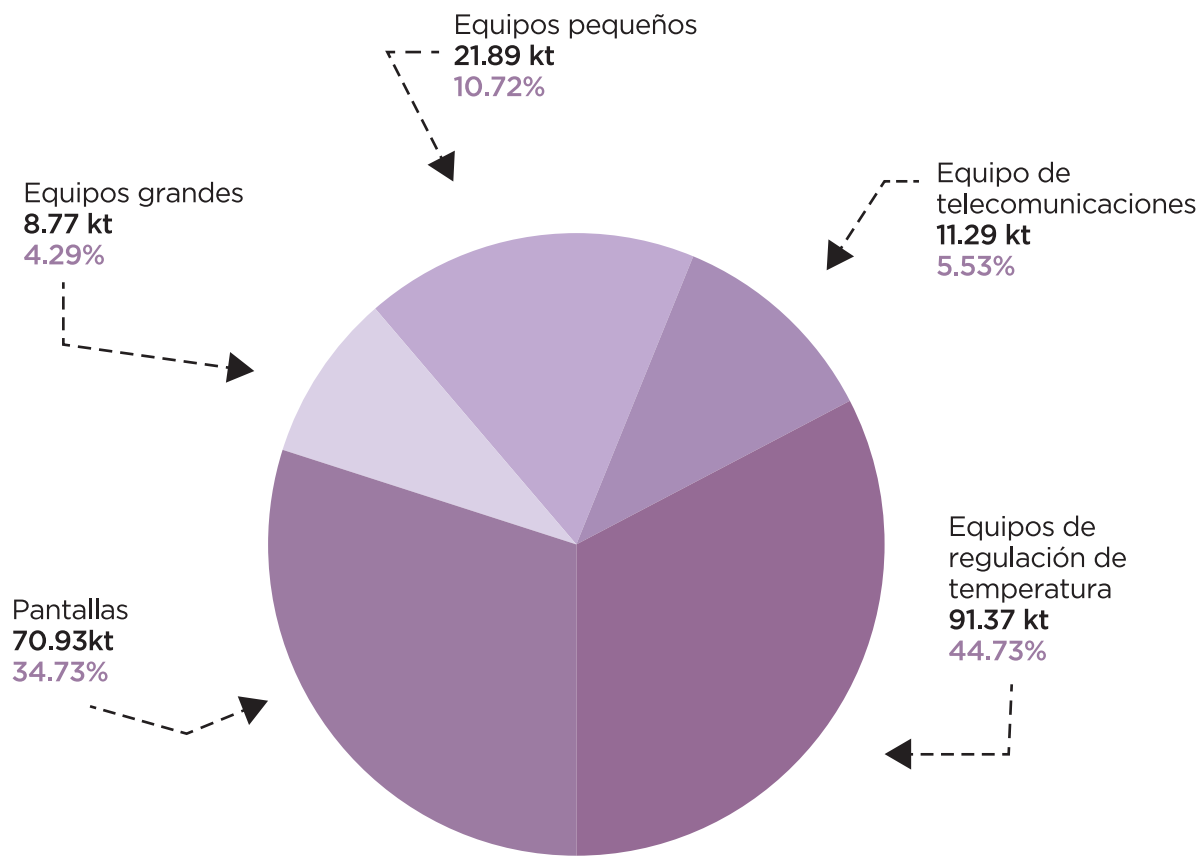


Tabla 61. Generación total de **RAEE** de los estados piloto para 2015

Categorías	Dispositivos	Generación total de residuos [kt]			
		CDMX	Jalisco	BC	TOTAL
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	22.797	14.616	6.937	44.350
	Congeladores	0.322	0.208	0.102	0.633
	Refrigeradores	23.773	15.424	7.192	46.388
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	12.580	7.976	4.329	24.885
	Televisores	16.672	9.631	8.495	34.798
	Pantallas de cristal líquido y plasma	5.847	3.488	1.911	11.246
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	1.026	0.693	0.319	2.038
	Estufas	1.904	1.285	0.591	3.779
	Paneles fotovoltaicos	0.366	0.243	0.119	0.727
	Copiadoras e Impresoras	1.135	0.704	0.388	2.227
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.127	0.085	0.040	0.252
	Hornos de microondas	1.833	1.238	0.633	3.704
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	0.613	0.404	0.207	1.224
	Ventiladores	4.909	3.192	1.568	9.670
	Básculas	0.942	0.604	0.315	1.861
	Calculadoras	0.049	0.033	0.015	0.098
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	0.841	0.451	0.276	1.568
	Juguetes Electrónicos	1.014	0.660	0.327	2.001
	Consolas de Videojuegos	0.641	0.397	0.213	1.250
	Instrumentos de monitoreo y control	0.137	0.086	0.044	0.267
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.152	0.112	0.053	0.317
	Calculadora de bolsillo	0.484	0.312	0.153	0.948
	PCs , Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	5.036	3.069	1.692	9.796
	Teléfonos fijos	0.119	0.072	0.040	0.232
Total		103.317	64.985	35.959	204.264

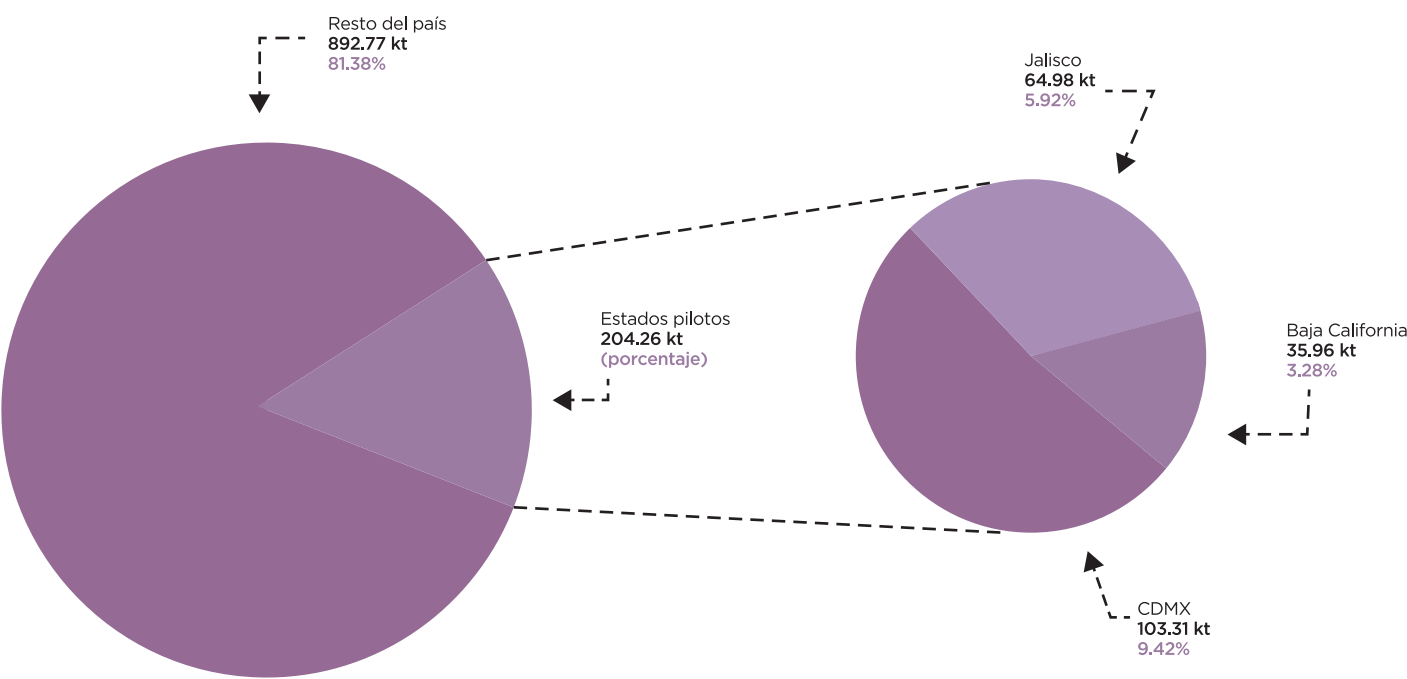
Figura 24. Distribución porcentual de la generación total de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por categoría, de los tres estados piloto para 2015



De los 1,097.03kt de generación de **RAEE** estimadas a nivel nacional, 204.26kt corresponden a la generación en los estados piloto con base en esta aproximación. En conjunto, la generación de **RAEE** en Ciudad de México, Jalisco y Baja California representan el 18.62%, y de forma individual el 9.42%, 5.92% y 3.28% respectivamente (**Figura 25**).



Figura 25. Generación total de **RAEE** en estados piloto con respecto al generado a nivel nacional



6.2 Segunda aproximación de la generación de residuos

La estimación de la generación de **RAEE** para cada uno de los estado piloto, es consistente con la metodología descrita, para la determinación del tamaño de muestra probabilístico, en donde se considera como variable de cálculo, el número de viviendas en Baja California, Ciudad de México y Jalisco. Como se comentó previamente, el número de viviendas incluye únicamente aquellas que cuentan con televisión, factor que relaciona el consumo de aparatos en el hogar como una media para todos los equipos previstos en el presente informe.

Se realizaron 384 encuestas en cada estado piloto, dichas encuestas fueron divididas en partes iguales (128 encuestas) para presentar resultados representativos de cada uno de los estratos con ingresos bajos, medios y altos. La clasificación por estrato se define en la metodología y es congruente con los indicadores del **INEGI** descritos en la misma.

Resulta importante mencionar, que el análisis de las encuestas en los estados piloto parte de cuatro factores: el número de equipos en la vivienda en uso y desuso, el tiempo de reemplazo de los equipos, qué se hace con los equipos que reemplazan y el motivo de reemplazo. Lo anterior permite relacionar la generación de residuos con aspectos sociales y económicos, y en función de éstos, establecer la tendencia del consumo y generación de **RAEE** que debido al alcance de la primera, no son considerados. Los resultados se presentan en dos niveles: el primero incluye los resultados brutos de las encuestas por estado; el segundo considera estos resultados para estimar los valores para los estados de Baja California, Ciudad de México y Jalisco con base en las dos estimaciones que fueron descritas en el apartado 4. Guía metodológica para esta segunda aproximación.

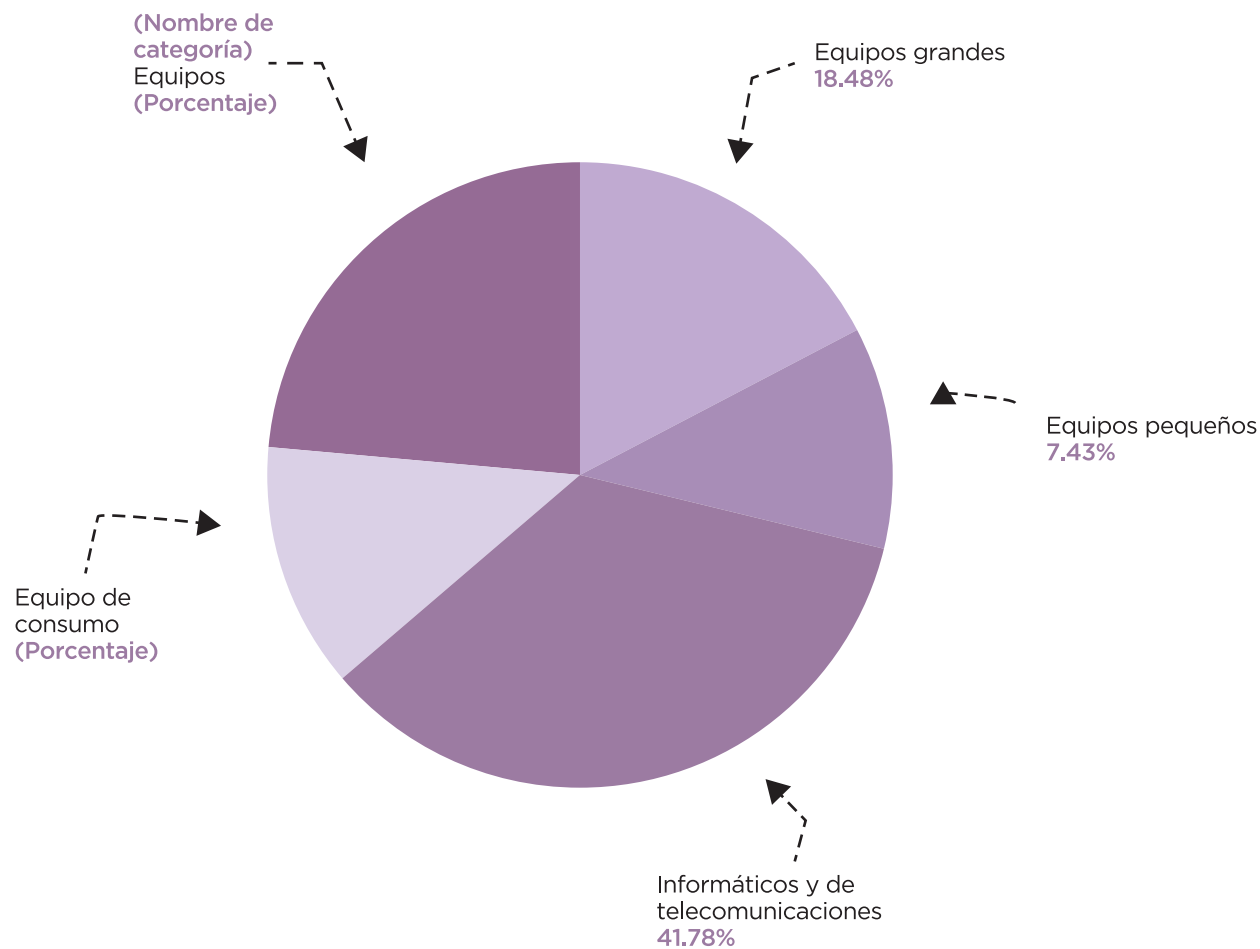
6.2.1 Resultados de las encuestas y estimación de la generación (vida útil) en los estados piloto

6.2.1.1 Ciudad de México

Hogares

Con base en el conteo de equipos reportados en las encuestas en los hogares para la Ciudad de México, el consumo por número de equipos es de 6,893, integrándose en 1,274 “Equipos grandes”, 512 “Equipos pequeños”, 2,880 “Equipos informáticos y de telecomunicación”, 641 “Equipos de consumo” y 1,568 en “Otros equipos”¹³. Estos datos reflejan que existe un 41.78% de equipos de informática y de telecomunicación, lo que resulta ser el consumo predominante de AEE’s (Figura 26).

Figura 26. Representación porcentual del consumo de AEE’s en la CDMX, de acuerdo a encuesta en hogares



¹³Equipos grandes; lavadoras y/o secado, refrigeradores y/o congeladores, aire acondicionado, ventiladores y hornos de microondas. Equipos pequeños; tostadores, aspiradoras, estufas eléctricas y cafeteras. Informáticos y telecomunicación; pantallas LCD, laptops y/o notebooks, tabletas y/o celulares, PCs, teléfonos fijos e impresoras y/o copiadoras. Equipos de consumo; televisores TRC, radios y videocámaras. Otros equipos; herramientas domésticas, juguetes y/o videojuegos y monitoreo y control.

Por su parte, del total de equipos reportados, 6,206 se encuentran en uso y 687 en desuso; esto quiere decir que el 90% de equipos se encuentra activo, y sólo 10% sin funcionamiento. Además, por la clasificación de los equipos, el mayor consumo es de “equipos informáticos y de telecomunicación” con un 41.78%, seguido de otros equipos con el 23.01%, “equipos grandes” con el 18.48%, “equipos de consumo” con el 9.30% y “equipos pequeños” con el 7.43%. Para ver la proporción de equipos de acuerdo a su clasificación, se presenta la **Tabla 62**.

Tabla 62. Resultados de las encuestas en hogares de la CDMX de equipos en uso y desuso según la clasificación propuesta

Clasificación	Equipos en Uso (unidades)	Porcentaje con respecto al total		Equipos en Desuso (unidades)	Porcentaje con respecto al total:		Total
		por clasifi- cación	por equipos en uso		por clasifi- cación	por equi- pos en uso	
Equipos grandes	1,198	94.0	19.3	76	6.0	11.1	1,274
Equipos pequeños	467	91.2	7.5	45	8.8	6.6	512
Informáticos y de telecomunicación	2,747	95.4	44.3	133	4.6	19.4	2,880
Equipos de consumo	424	66.1	6.8	217	33.9	31.6	641
Otros equipos	1,370	86.4	22.1	216	13.6	31.4	1,586
Total	6,206	90.0	100	687	10.0	100	6,893

Se puede identificar que los equipos informáticos y de telecomunicación son los que en mayor proporción se encuentran en uso, mientras que los equipos de consumo son los que en mayor proporción se encuentran en desuso. Esto puede ser debido a que dentro de la clasificación de “equipos informáticos y de telecomunicación”, pantallas, laptops, celulares, PC’s e impresoras resulten ser enseres de mayor importancia para las actividades diarias comparado con los televisores, radios y videocámaras.

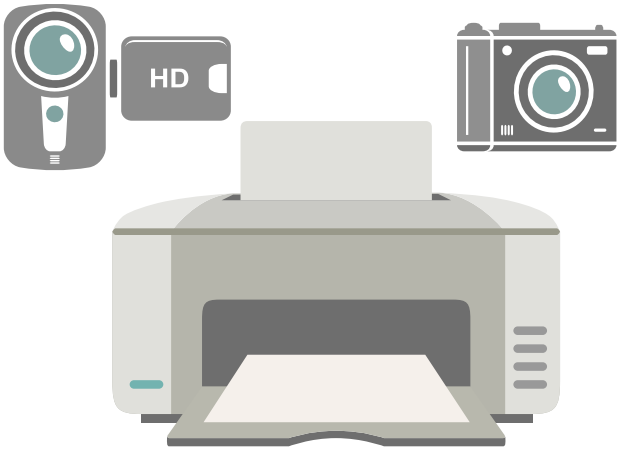
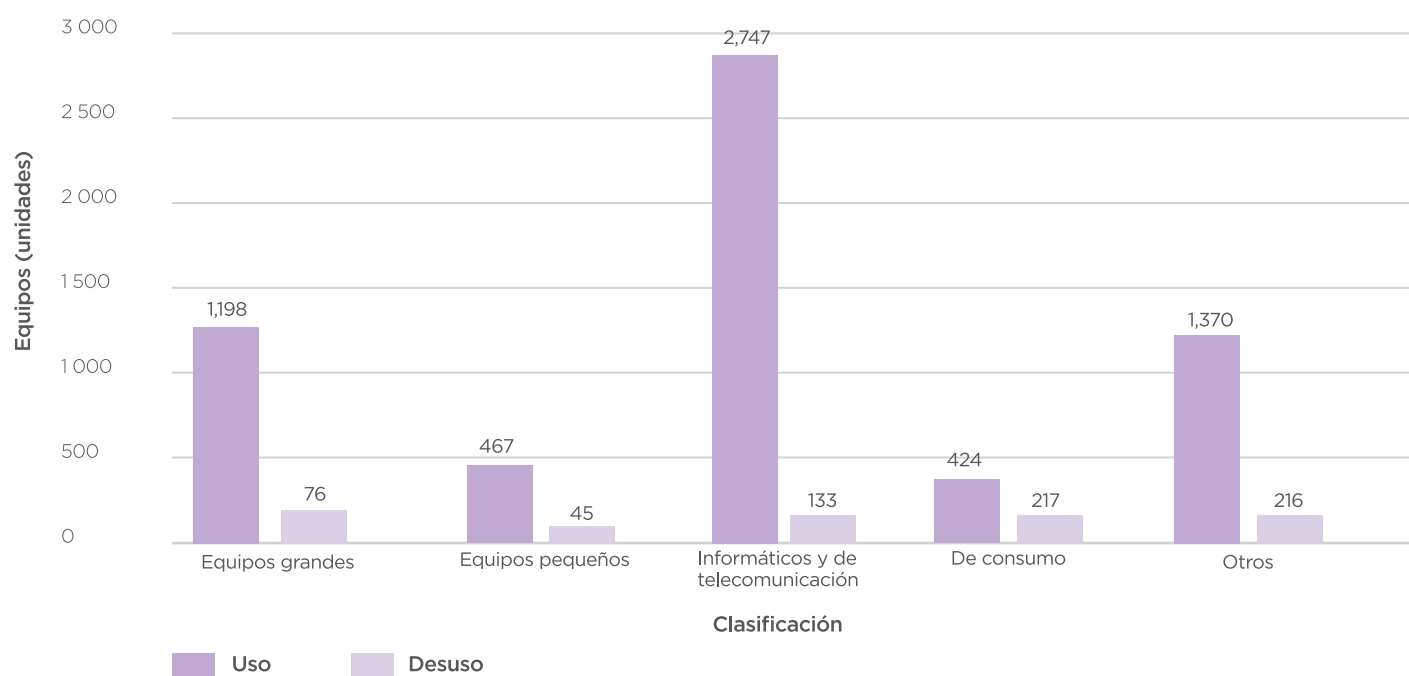




Figura 27. Resultados de las encuestas en hogares en la CDMX de equipos en uso y desuso según su clasificación



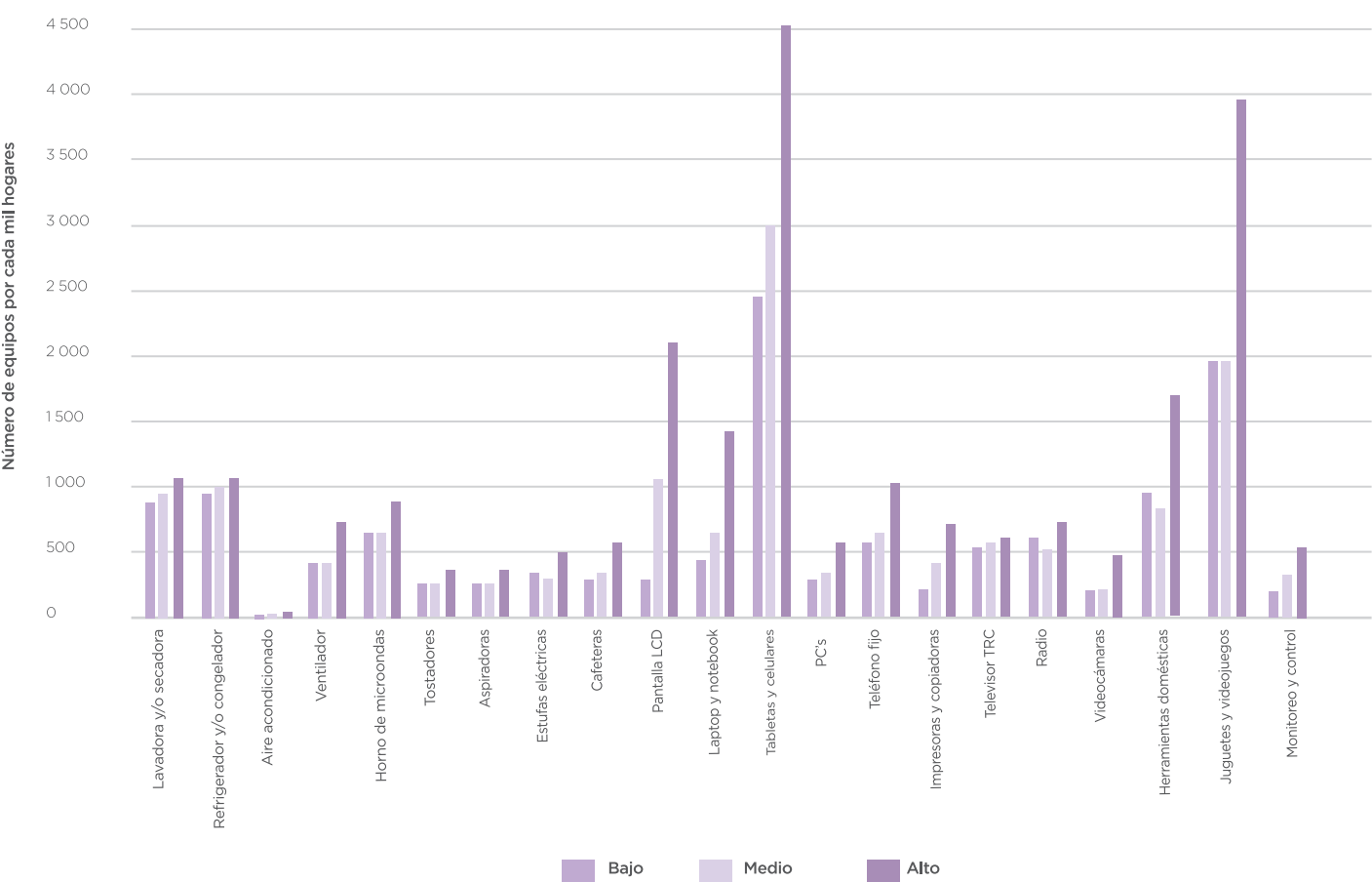
Asimismo, de los resultados de las encuestas se calculó el promedio¹⁴ del número de equipos por hogar para cada estrato socioeconómico; obteniéndose el indicador final de número de equipos por cada mil hogares, como se muestra en la **Tabla 63** y **Figura 28**.

¹⁴ Se obtuvo un promedio ponderado de acuerdo a la frecuencia del número de equipos reportados en los hogares; es decir, considerando que se encuestaron en total 128 hogares para cada estrato socioeconómico, se obtuvo el porcentaje de representación de cada número de equipos, por ejemplo; para el nivel alto en la Ciudad de México para “lavadora y/o secadora”, cuatro hogares (3.1%) reportaron no tener, 106 hogares (83%) que contaban con uno, 17 hogares (13%) que contaban con dos y solo un hogar (1%) con tres aparatos. Al obtener el promedio ponderado con base en los porcentajes, se obtiene un total de 1.117 aparatos por hogar o 1,117 aparatos por cada 1,000 hogares.

Tabla 63. Número de aparatos y equipos electrónicos por cada mil hogares en la Ciudad de México

Categorías	Equipos	Número de equipos por cada 1000 hogares			
		Bajo	Medio	Alto	Promedio
Equipos grandes	Lavadora y/o secadora	891	969	1,117	992
	Refrigerador y/o congelador	1,000	1,031	1,109	1,047
	Aire acondicionado	23	16	86	42
	Ventilador	313	352	695	453
	Horno de microondas	711	727	914	784
Equipos pequeños	Tostadores	188	219	445	284
	Aspiradoras	133	203	453	-263
	Estufas eléctricas	359	281	531	391
	Cafeteras	242	313	633	396
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	1,164	1,352	2,164	1,560
	Laptop y notebook	477	711	1,477	888
	Tabletas y celulares	2,406	3,008	4,586	3,333
	PC´s	281	305	609	398
	Teléfono fijo	688	773	1,164	875
	Impresoras y copiadoras	195	375	758	443
De consumo	Televisor TRC	688	766	836	763
	Radio	570	516	758	615
	Videocámaras	180	227	461	289
Otros equipos	Herramientas domésticas	969	914	1,750	1,211
	Juguetes y videojuegos	1,984	1,977	3,859	2,607
	Monitoreo y control	117	242	578	313

Figura 28. Número de equipos por cada mil hogares de acuerdo al estrato socioeconómico, en la Ciudad de México



De la **Figura 28** es posible identificar que los equipos donde se identifica una diferencia mayor entre el número de equipos reportados por el estrato socioeconómico bajo y alto son en “*tabletas y celulares*” (2,180 piezas más por cada mil hogares), seguido de “*juguetes y videojuegos*” (con 1,875 piezas) y en tercer lugar “*pantalla LCD*” y “*laptop y notebook*” (con 1,000 piezas en ambos casos); mientras que donde se identificó la menor diferencia fue en “*aire acondicionado*” con 63 piezas más por cada mil hogares entre el estrato alto y el bajo.

Otro de los resultados relevantes obtenido de las encuestas, es el destino de los aparatos que se reemplazan, independientemente de la cantidad de equipos consumidos. Durante las encuestas en campo, se preguntó si una vez que dejan de funcionar los aparatos eléctricos y electrónicos se venden, donan, almacenan o tiran; el resultado se agrupa de acuerdo a la clasificación de los aparatos en mención en la **Tabla 64**.

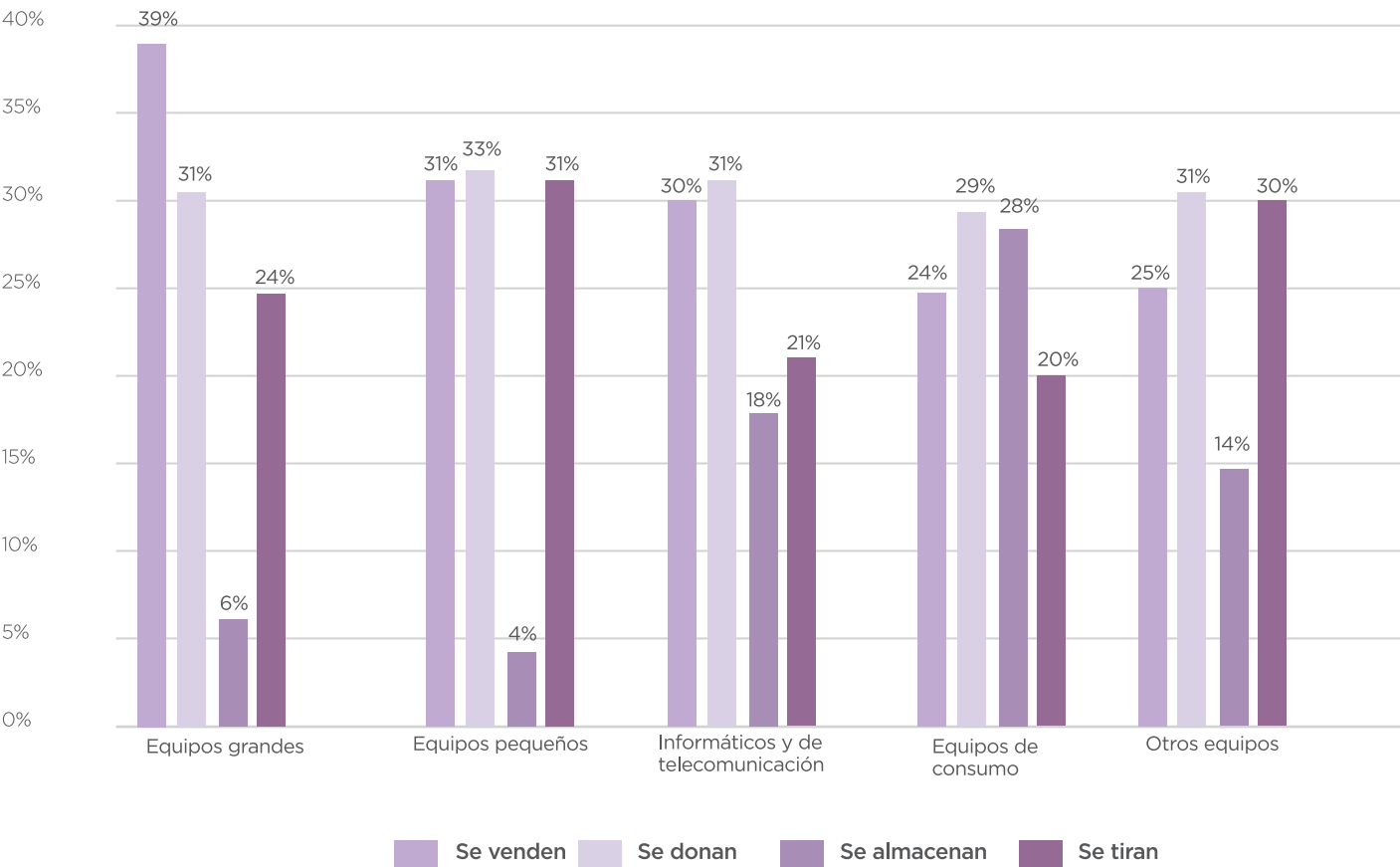
Tabla 64. Resultado de las encuestas en hogares en la CDMX- destino final de equipos en desuso

Clasificación	Se venden (%)	Se donan (%)	Se almacenan (%)	Se tiran (%)	Total (%)
Equipos grandes	38.9	30.8	6.0	24.3	100
Equipos pequeños	31.4	32.8	4.4	31.4	100
Informáticos y de telecomunicación	30.0	30.5	18.0	21.5	100
Equipos de consumo	24.1	28.7	27.7	19.5	100
Otros equipos	24.8	31.0	14.1	30.1	100

Como se identifica en la **Tabla 64**, la **clasificación** de **equipos grandes** es la que en **mayor proporción** es **vendida** una vez que concluyen su vida útil; **mientras que los equipos pequeños** (tostadoras, aspiradoras, estufas eléctricas y cafeteras) son los que **principalmente** son **donados** o **tirados**.

En el caso de los equipos de consumo donde se incluyen los televisores TRC, los encuestados reportaron que son los equipos que principalmente permanecen almacenados en los hogares, seguidos de los informáticos y de telecomunicación. Con el objetivo de representar lo descrito previamente y en la **Tabla 64**, se muestra la **Figura 29**.

Figura 29. Destino de los equipos eléctricos y electrónicos en desuso en la CDMX



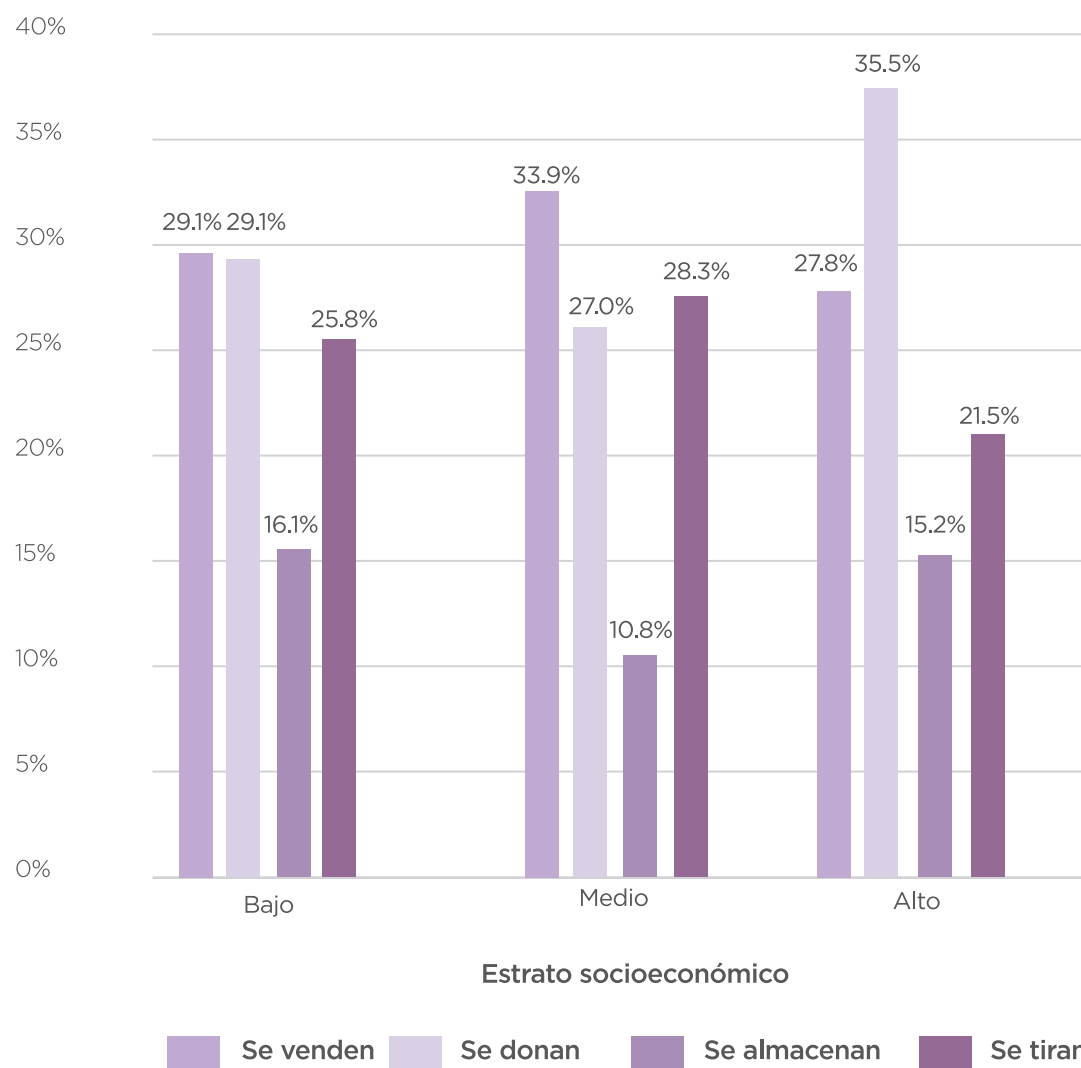
Como se identifica en la gráfica anterior, en general existe un mayor porcentaje de venta y donación para todas las categorías de **RAEE**, sólo en el caso de los equipos de consumo, resalta el rubro de almacenamiento, muy similar al de donación.

Por otra parte, al realizarse el análisis con base en los estratos socioeconómicos (**Figura 30**), como se puede observar, el estrato medio es el que mayor porcentaje tiene de venta de aparatos (33.89%) y a su vez, comparado con los

tres estratos, es el que mayor porcentaje tira (28.31%). Por su parte, el estrato alto es el que mayor porcentaje de donación tiene (35.53%), y el estrato bajo el que más equipos almacena (16.04%); también se identifica que para los tres estratos, el almacenamiento de aparatos sin funcionar es el de menor porcentaje, lo que puede ser por el espacio que ocupan o bien, la retribución que puede suponer el venderlos o donarlos.



Figura 30. Destino de los equipos en desuso por estrato socioeconómico, CDMX



Referente a la vida útil de los equipos, los resultados fueron atendidos mediante la información del tiempo de cambio o reemplazo de los aparatos eléctricos y electrónicos (**Tabla 65**); dicha información servirá de base para establecer la cantidad probable de generación de residuos que se describirá más adelante.

Tabla 65. Resultado de las encuestas en hogares en la CDMX- tiempo de reemplazo de los equipos por clasificación

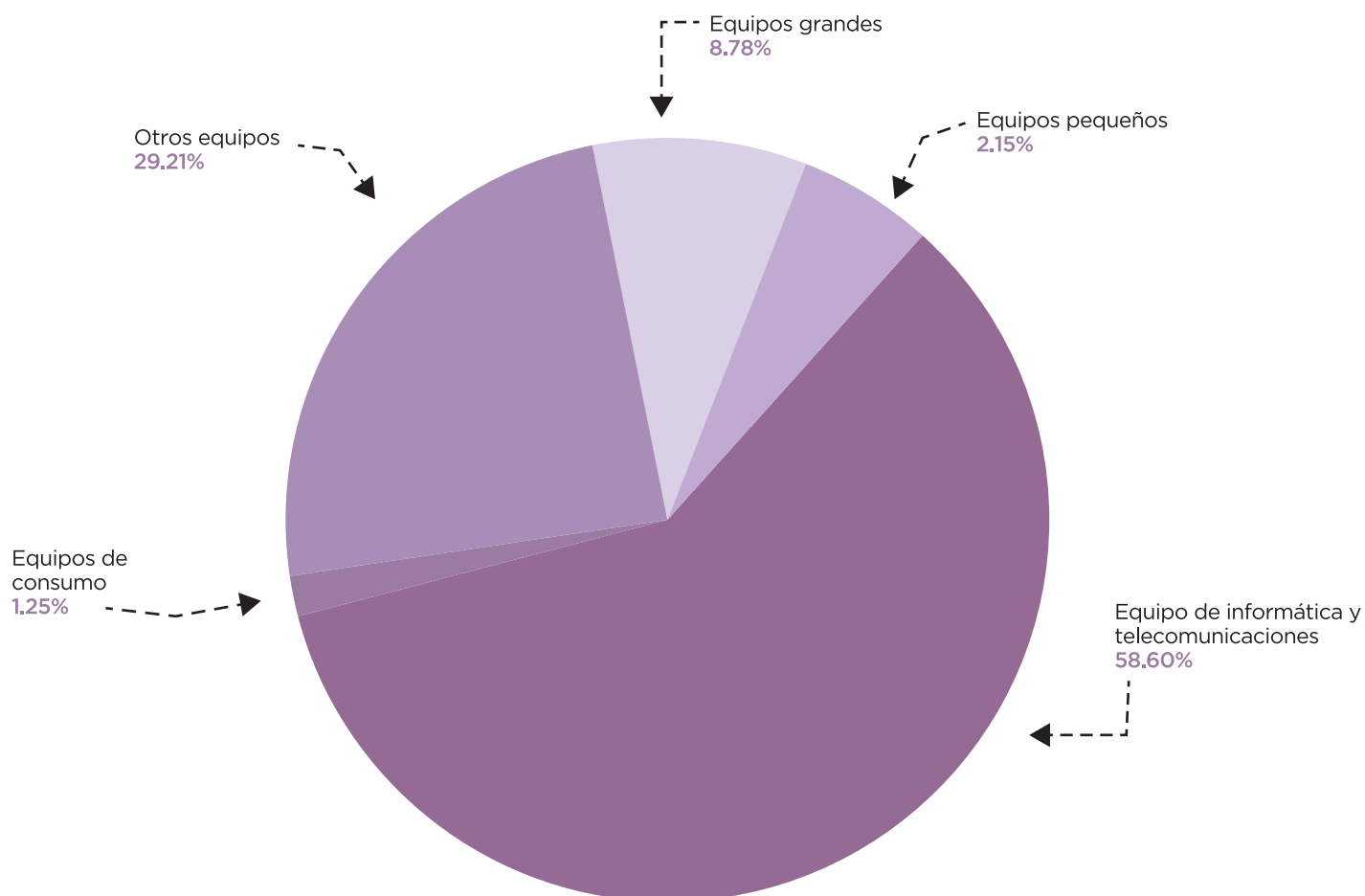
Clasificación	Tiempo de reemplazo (años)
Equipos grandes	7
Equipos pequeños	5
Informáticos y de telecomunicación	3
Equipos de consumo	15
Otros equipos	6



Empresas

En la Ciudad de México se encuestaron un total de tres empresas, una pequeña con un total de 17 trabajadores y las otras dos medianas con más de 110 trabajadores cada una. Con base en esto, el total de equipos reportados por estas tres empresas fue de 558 unidades, donde el 58.6% se refiere a “*equipos informáticos y de telecomunicación*”.

Figura 31. Representación porcentual del consumo de **AEE's** en la CDMX, de acuerdo a encuesta en empresas



Por su parte, del total de equipos reportados, el 83.7% (467 equipos) se encuentran en uso, mientras que el resto (16.3%) inactivo. Se identifica, que solo en “*equipos informáticos y de telecomunicación*” y en “*otros equipos*” se reportaron equipos en desuso.

Tabla 66. Resultados de las encuestas en empresas en la CDMX de equipos en uso y desuso según la clasificación propuesta

Clasificación	Equipos en Uso (unidades)	Porcentaje con respecto al total		Equipos en Desuso (unidades)	Porcentaje con respecto al total:		Total
		por clasifi- cación	por equipos en uso		por clasifi- cación	por equi- pos en uso	
Equipos grandes	49	100.0	10.5	0	0.0	0.0	49
Equipos pequeños	12	100.0	2.6	0	0.0	0.0	12
Informáticos y de telecomunicación	327	72.5	50.7	90	27.5	98.9	327
Equipos de con- sumo	7	100.0	1.5	0	0.0	0.0	7
Otros equipos	162	99.4	34.7	1	0.6	1.1	163
Total	467	83.7	100.0	91	16.3	100.0	558

Caso contrario a lo observado en las encuestas a los hogares de la Ciudad de México, los equipos y aparatos de informática y telecomunicación son los que en mayor proporción se encuentran en desuso en las empresas encuestadas, mientras que los equipos grandes, pequeños y de consumo son los que se encuentran en uso completamente.

Por otra parte, otro de los resultados obtenidos de estas encuestas a empresas, fue el destino final de los **AEE** una vez concluida su vida útil como es posible observar en la **Tabla 67**.

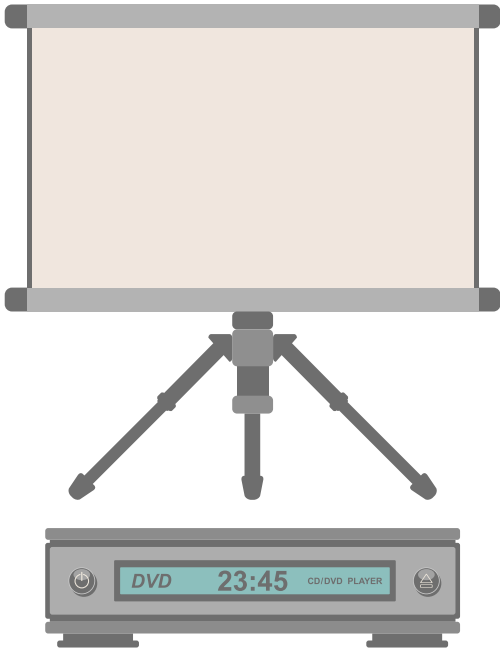


Tabla 67. Resultado de las encuestas en empresas en la CDMX- destino final de equipos en desuso

Clasificación	Se venden (%)	Se donan (%)	Se almacenan (%)	Se tiran (%)	Destrucción fiscal (%)	Total (%)
Equipos grandes	33.3	66.7	0.0	0.0	0.0	100
Equipos pequeños	0.0	33.3	66.7	0.0	0.0	100
Informáticos y de telecomunicación	0.0	33.3	66.7	0.0	0.0	100
Equipos de consumo	0.0	50.0	50.0	0.0	0.0	100
Otros equipos	0.0	66.7	33.3	0.0	0.0	100



Los resultados expresados en la **Tabla 67**, deben tomarse con cautela debido a las pocas empresas que decidieron participar y a lo heterogéneo que resultan las condiciones particulares de cada empresa en este tema, es decir, en el rubro de “*destrucción fiscal*” en todas las clasificaciones el valor es igual a cero, sin embargo, esto no refleja la realidad ya que se conoce de los servicios en el mercado para la destrucción fiscal de equipos informáticos y de telecomunicación. A pesar de esto, lo que sí se puede identificar, es la tendencia sobre el almacenamiento de los **AEE** dentro de las empresas, con porcentajes mucho mayores a los observados en los hogares; esto podría estar relacionado al tema de los procedimientos internos que deben cumplirse para dar de baja equipos, tanto en empresas como, por ejemplo, en organizaciones públicas.

a) Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (vida útil)

Hogares

Para obtener la cantidad de equipos consumidos en la Ciudad de México, se extrapola el número de dispositivos obtenidos de las encuestas al número de viviendas que cuentan con televisor en todo el estado (2,545,520 viviendas con televisor en 2015); posteriormente, utilizando el peso promedio teórico de cada equipo, se obtiene la conversión de número de equipos a consumo en unidades de masa. En la **Tabla 68** se muestra el resultado del consumo por piezas y por masa en la Ciudad de México; se presenta el consumo de cada clasificación como la sumatoria de cada aparato que la compone.

Tabla 68. Consumo de **AEE's** en la Ciudad de México basado en encuesta a hogares

Clasificación / Equipos	Consumo (piezas)			Peso promedio (kg)	Consumo (ton)		
	Uso	Desuso	Total		Uso	Desuso	Total
Equipos grandes	7,941,492.08	503,800.83	8,445,292.92		314,888.53	15,995.18	330,883.71
Lavadoras y secadoras	2,353,280.21	172,352.92	2,525,633.13	58.29	137,166.82	10,046.02	147,212.84
Refrigerador y congelador	2,625,067.50	39,773.75	2,664,841.25	49.00	128,628.31	1,948.91	130,577.22
Aire acondicionado	79,547.50	26,515.83	106,063.33	26.25	2,088.12	696.04	2,784.16
Ventiladores	1,000,972.71	152,466.04	1,153,438.75	5.30	5,305.16	808.07	6,113.23
Hornos de microondas	1,882,624.17	112,692.29	1,995,316.46	22.15	41,700.13	2,496.13	44,196.26
Equipos pequeños	467	91.2	7.5	45	8.8	6.6	512
Tostadores	629,751.04	92,805.42	722,556.46	3.20	2,015.20	296.98	2,312.18
Aspiradoras	609,864.17	59,660.63	669,524.79	5.78	3,521.97	344.54	3,866.51
Estufas eléctricas	981,085.83	13,257.92	994,343.75	46.68	45,792.18	618.81	46,410.99
Cafeteras	875,022.50	132,579.17	1,007,601.67	2.45	2,143.81	324.82	2,468.62
Informáticos y de telecomunicación	2,747	95.4	44.3	133	4.6	19.4	2,880
Pantalla LCD	3,864,682.71	106,063.33	3,970,746.04	13.93	53,815.71	1,476.93	55,292.64
Notebook y Laptop	2,180,927.29	79,547.50	2,260,474.79	8.90	19,410.25	707.97	20,118.23
Tabletas y celulares	8,173,505.63	311,561.04	8,485,066.67	0.10	817.35	31.16	848.51
PC's	881,651.46	132,579.17	1,014,230.63	5.43	4,782.96	719.24	5,502.20
Teléfonos fijos	2,200,814.17	26,515.83	2,227,330.00	0.48	1,045.39	12.60	1,057.98
Impresoras y copiadoras	908,167.29	225,384.58	1,133,551.88	9.93	9,013.56	2,236.94	11,250.50
Equipos de consumo	424	66.1	6.8	217	33.9	31.6	641
Televisor TRC	1,000,972.71	941,312.08	1,942,284.79	28.40	28,427.62	26,733.26	55,160.89
Radio	1,259,502.08	304,932.08	1,564,434.17	3.15	3,967.43	960.54	4,927.97
Videocámara	550,203.54	192,239.79	742,443.33	3.05	1,678.12	586.33	2,264.45
Otros equipos	1,370	86.4	22.1	216	13.6	31.4	1,586
Herramientas domésticas	2,916,741.67	165,723.96	3,082,465.63	0.50	1,458.37	82.86	1,541.23
Juguetes y videojuegos	5,449,003.75	1,186,583.54	6,635,587.29	0.50	2,724.50	593.29	3,317.79
Monitoreo y control	715,927.50	79,547.50	795,475.00	0.33	232.68	25.85	258.53
Total	6,206	90.0	100	687	10.0	100	6,893

De la **Tabla 68** se observa lo siguiente:

- El consumo total de AEE en hogares de la Ciudad de México, en piezas, es de 45,693,409.79, lo que representa 547,482.93 toneladas.
- De acuerdo al consumo por número de piezas, se tiene un mayor consumo de equipos de informática y telecomunicación; con base en este valor, la representación porcentual es de 41.78 por ciento.
- Tomando como base el consumo en unidades de masa, el mayor consumo aparente comparando todas las clasificaciones, es el de equipos grandes, con un valor de 330,883.71 toneladas o bien, 330 kt, lo que representa el 60.44% del total.

Para el cálculo de la generación de residuos se considera el consumo en unidades de masa y la vida útil de las encuestas, el resultado se obtiene dividiendo estos dos factores. Finalmente, para obtener el total, se suma la generación de cada categoría o la generación de todos los equipos. Para ver los resultados se presenta la **Tabla 69**.

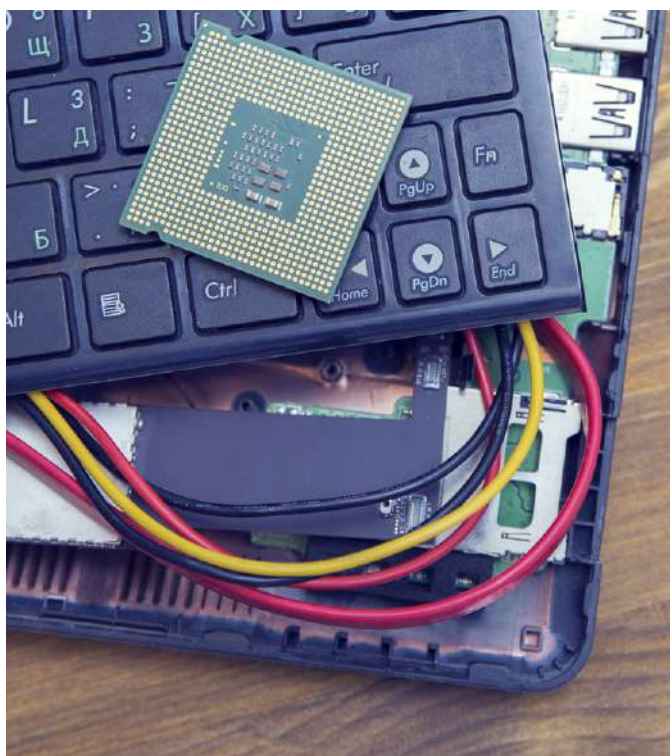


Tabla 69. Generación potencial de residuos en hogares de la Ciudad de México

Clasificación/ Equipos	Promedio vida útil encuestas (años)	Generación de residuos (ton/año)	Generación de residuos (kt/año)
Equipos grandes	7.00	47,269.10	47.27
Lavadoras y secadoras	7.00	21,030.41	21.03
Refrigerador y congelador	7.00	18,653.89	18.65
Aire acondicionado	7.00	397.74	0.40
Ventiladores	7.00	873.32	0.87
Hornos de microondas	7.00	6,313.75	6.31
Equipos pequeños	5.00	11,011.66	11.01
Tostadores	5.00	462.44	0.46
Aspiradoras	5.00	773.30	0.77
Estufas eléctricas	5.00	9,282.20	9.28
Cafeteras	5.00	493.72	0.49
Informáticos y de telecomunicación	3.00	31,356.69	31.36
Pantalla LCD	3.00	18,430.88	18.43
Notebook y Laptop	3.00	6,706.08	6.71
Tabletas y celulares	3.00	282.84	0.28
PC's	3.00	1,834.07	1.83
Teléfonos fijos	3.00	352.66	0.35
Impresoras y copiadoras	3.00	3,750.17	3.75
Equipos de consumo	15.00	4,156.89	4.16
Televisor TRC	15.00	3,677.39	3.68
Radio	15.00	328.53	0.33
Videocámara	15.00	150.96	0.15
Otros equipos	6.00	852.93	0.85
Herramientas domésticas	6.00	256.87	0.26
Juguetes y videojuegos	6.00	552.97	0.55
Monitoreo y control	6.00	43.09	0.04
Total		94,647.26	94.65

Empresas

Para realizar la extrapolación del número de dispositivos obtenidos de las encuestas a todo el estado, se utilizó el número de unidades económicas de la industria manufacturera para 2015 en la Ciudad de México, es decir, 32,341 unidades. Posteriormente, del mismo modo que para los hogares, utilizando el peso promedio teórico de cada equipo, se obtiene la conversión de número de equipos a consumo en unidades de masa. En la **Tabla 70** se muestra el resultado del consumo por piezas y por masa en la Ciudad de México para las empresas.



Tabla 70. Consumo de **AEE's** en la Ciudad de México basado en encuesta a empresas

Clasificación / Equipos	Consumo (piezas)			Peso promedio (kg)	Consumo (ton)		
	Uso	Desuso	Total		Uso	Desuso	Total
Equipos grandes	1,584,709.00	-	1,584,709.00		26,870.20	-	26,870.20
Lavadoras y secadoras	32,341.00	-	32,341.00	58.29	1,885.16	-	1,885.16
Refrigerador y congelador	194,046.00	-	194,046.00	49.00	9,508.25	-	9,508.25
Aire acondicionado	291,069.00	-	291,069.00	26.25	7,640.56	-	7,640.56
Ventiladores	937,889.00	-	937,889.00	5.30	4,970.81	-	4,970.81
Hornos de microondas	129,364.00	-	129,364.00	22.15	2,865.41	-	2,865.41
Equipos pequeños	388,092.00	-	388,092.00		3,943.66	-	3,943.66
Tostadores	32,341.00	-	32,341.00	3.20	103.49	-	103.49
Aspiradoras	32,341.00	-	32,341.00	5.78	186.93	-	186.93
Estufas eléctricas	64,682.00	-	64,682.00	46.68	3,019.36	-	3,019.36
Cafeteras	258,728.00	-	258,728.00	2.45	633.88	-	633.88
Informáticos y de telecomunicación	7,664,817.00	2,910,690.00	10,575,507.00		26,916.12	6,044.53	32,960.65
Pantalla LCD	-	-	-	13.93	-	-	-
Notebook y Laptop	194,046.00	-	194,046.00	8.90	1,727.01	-	1,727.01
Tabletas y celulares	2,037,483.00	1,940,460.00	3,977,943.00	0.10	203.75	194.05	397.79
PC's	2,069,824.00	840,866.00	2,910,690.00	5.43	11,239.14	4,565.90	15,805.05
Teléfonos fijos	1,875,778.00	-	1,875,778.00	0.48	900.37	-	900.37
Impresoras y copiadoras	1,293,640.00	129,364.00	1,423,004.00	9.93	12,845.85	1,284.58	14,130.43
Routers	194,046.00	-	194,046.00	0.47	91.20	-	91.20
GPS	-	-	-	-	-	-	-
Equipos de consumo	226,387.00	-	226,387.00		1,529.73	-	1,529.73
Televisor TRC	32,341.00	-	32,341.00	28.40	918.48	-	918.48

Clasificación / Equipos	Consumo (piezas)			Peso promedio (kg)	Consumo (ton)		
	Uso	Desuso	Total		Uso	Desuso	Total
Radio	194,046.00	-	194,046.00	3.15	611.24	-	611.24
Videocámara	-	-	-	3.05	-	-	-
Otros equipos	5,239,242.00	32,341.00	5,271,583.00		6,571.04	10.67	6,581.72
Herramientas domésticas	355,751.00	-	355,751.00	0.50	177.88	-	177.88
Juguetes y videojuegos	32,341.00	-	32,341.00	0.50	16.17	-	16.17
Monitoreo y control	4,074,966.00	32,341.00	4,107,307.00	0.33	1,344.74	10.67	1,355.41
Básculas	323,410.00	-	323,410.00	15.00	4,851.15	-	4,851.15
Calculadoras	452,774.00	-	452,774.00	0.40	181.11	-	181.11
Total	5,103,247.00	2,943,031.00	18,046,278.00		65,830.75	6,055.21	71,977.16

El consumo total en empresas de la Ciudad de México en piezas es de 18,046,278, lo que representa 71,977.16 toneladas. De acuerdo al consumo por número de piezas, se tiene un mayor consumo de equipos informáticos y de telecomunicación; con base en este valor, la representación porcentual es de 56.6%. Por otro lado, tomando como base el consumo en unidades de masa, el mayor consumo aparente comparando todas las clasificaciones, es también el de equipos de informática y telecomunicación, con un valor de 32,960.65 toneladas que representa el 45.92% del total.

De manera similar al cálculo de la generación de residuos en hogares, se considera el consumo en unidades de masa; sin embargo, en este caso, también se utilizan los valores de la vida útil de las encuestas de los hogares, el resultado se obtiene dividiendo estos dos factores. Los resultados se presenta la **Tabla 71**.



Tabla 71. Generación potencial de **RAEE** en empresas de la Ciudad de México

Clasificación/ Equipos	Promedio vida útil encuestas (años)	Generación de residuos (ton/año)	Generación de residuos (kt/año)
Equipos grandes	7	3,838.60	3.84
Lavadoras y secadoras	7	269.31	0.27
Refrigerador y congelador	7	1,358.32	1.36
Aire acondicionado	7	1,091.51	1.09
Ventiladores	7	710.12	0.71
Hornos de microondas	7	409.34	0.41
Equipos pequeños	5	788.73	0.79
Tostadores	5	20.70	0.02
Aspiradoras	5	37.39	0.04
Estufas eléctricas	5	603.87	0.60
Cafeteras	5	126.78	0.13
Informáticos y de telecomunicación	3	10,986.88	10.99
Pantalla LCD	3	0.00	0.00
Notebook y Laptop	3	575.67	0.58
Tabletas y celulares	3	132.60	0.13
PC'S	3	5,268.35	5.27
Teléfonos fijos	3	300.12	0.30
Impresoras y copiadoras	3	4,710.14	4.71
Routers	3	30.40	0.03
Equipos de consumo	3	30.40	0.03
Televisor TRC	15	101.98	0.10
Radio	15	61.23	0.06
Videocámara	15	40.75	0.04
Otros equipos	15	0.00	0.00
Herramientas domésticas	6	1096.95	1.10
Juguetes y videojuegos	6	29.65	0.03
Monitoreo y control	6	2.70	0.00

Clasificación/ Equipos	Promedio vida útil encuestas (años)	Generación de residuos (ton/año)	Generación de residuos (kt/año)
Básculas	6	808.53	0.81
Calculadoras	6	30.19	0.03
Total		16,843.55	16.84

Generación total en la Ciudad de México

La generación total de **RAEE** en la Ciudad de México para 2015 considerando los resultados obtenidos de las encuestas tanto para hogares como empresas es de 111.46 kt como se muestra en la **Tabla 72**.

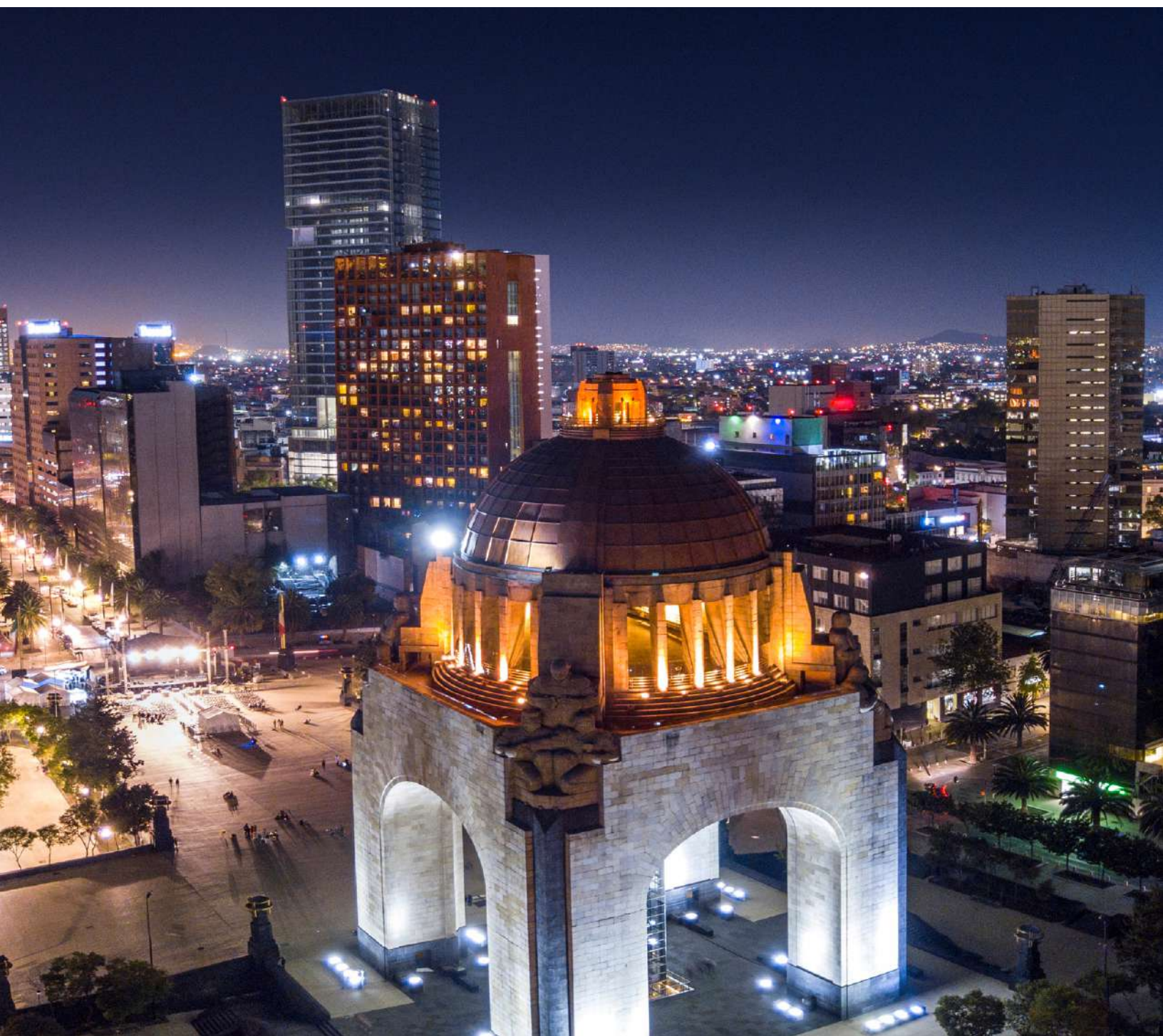
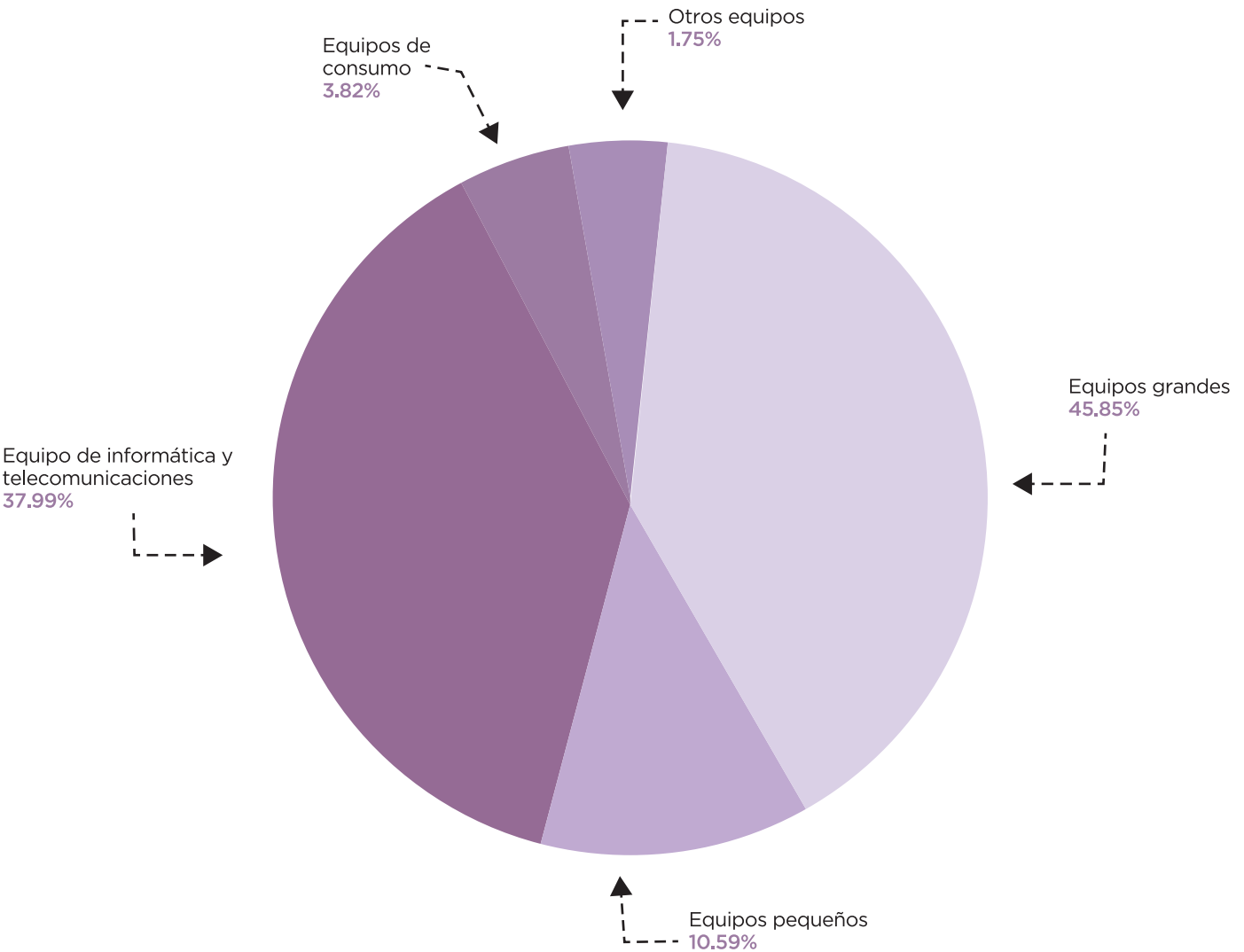


Tabla 72. Generación total de **RAEE** en la Ciudad de México para 2015

Clasificación/ Equipos	Generación de residuos (ton/año)		Generación total	Generación total
	Hogares	Empresas		
Equipos grandes	47,269.10	3,838.60	51,107.70	51.11
Lavadoras y secadoras	21,030.41	269.31	21,299.72	21.30
Refrigerador y congelador	18,653.89	1,358.32	20,012.21	20.01
Aire acondicionado	397.74	1,091.51	1,489.25	1.49
Ventiladores	873.32	710.12	1,583.44	1.58
Hornos de microondas	6,313.75	409.34	6,723.09	6.72
Equipos pequeños	11,011.66	788.73	11,800.39	11.80
Tostadores	462.44	20.7	483.14	0.48
Aspiradoras	773.3	37.39	810.69	0.81
Estufas eléctricas	9,282.20	603.87	9886.07	9.89
Cafeteras	493.72	126.78	620.5	0.62
Informáticos y de telecomunicación	31,356.69	10,986.88	42,343.57	42.34
Pantalla LCD	18,430.88	0	18,430.88	18.43
Notebook y Laptop	6,706.08	575.67	7,281.75	7.28
Tabletas y celulares	282.84	132.6	415.44	0.42
PC'S	1,834.07	5,268.35	7,102.42	7.10
Teléfonos fijos	352.66	300.12	652.78	0.65
Impresoras y copiadoras	3,750.17	4,710.14	8,460.31	8.46
Equipos de consumo	4,156.89	101.98	4,258.87	4.26
Televisor TRC	3,677.39	61.23	3,738.62	3.74
Radio	328.53	40.75	369.28	0.37
Videocámara	150.96	0	150.96	0.15
Otros equipos	852.93	1096.95	1949.88	1.95
Herramientas domésticas	256.87	29.65	286.52	0.29
Juguetes y videojuegos	552.97	2.7	555.67	0.56
Monitoreo y control	43.09	225.9	268.99	0.27

Clasificación/ Equipos	Generación de residuos (ton/año)		Generación total	Generación total
	Hogares	Empresas		
Básculas	0.00	808.53	808.53	0.81
Calculadoras	0.00	30.19	30.19	0.03
Total	94,647.26	16,813.15	111,460.41	111.46

Figura 32. Distribución porcentual de la generación total de **RAEE** en la Ciudad de México para 2015



Como se observa en **Figura 32**, con base en el peso, los residuos con mayor representación son los “*equipos grandes*” con un 45.85% del total, en estos se incluyen las lavadoras, refrigeradores y congeladores, aire acondicionado, ventiladores y hornos de microondas. En segunda posición se ubican los “*equipos de informática y telecomunicación*” con un 37.99% donde se ubican las pantallas LCD, notebook y laptop, tabletas y celulares, PCs, teléfonos fijos e impresoras y co

b)Variables determinantes del consumo de AEE´s en la Ciudad de México

Como parte de la formulación y estructura de las encuestas, se consideran dos indicadores de relevancia para el análisis de los factores de influencia social y tecnológico como características inherentes a la generación de **RAEE** para los

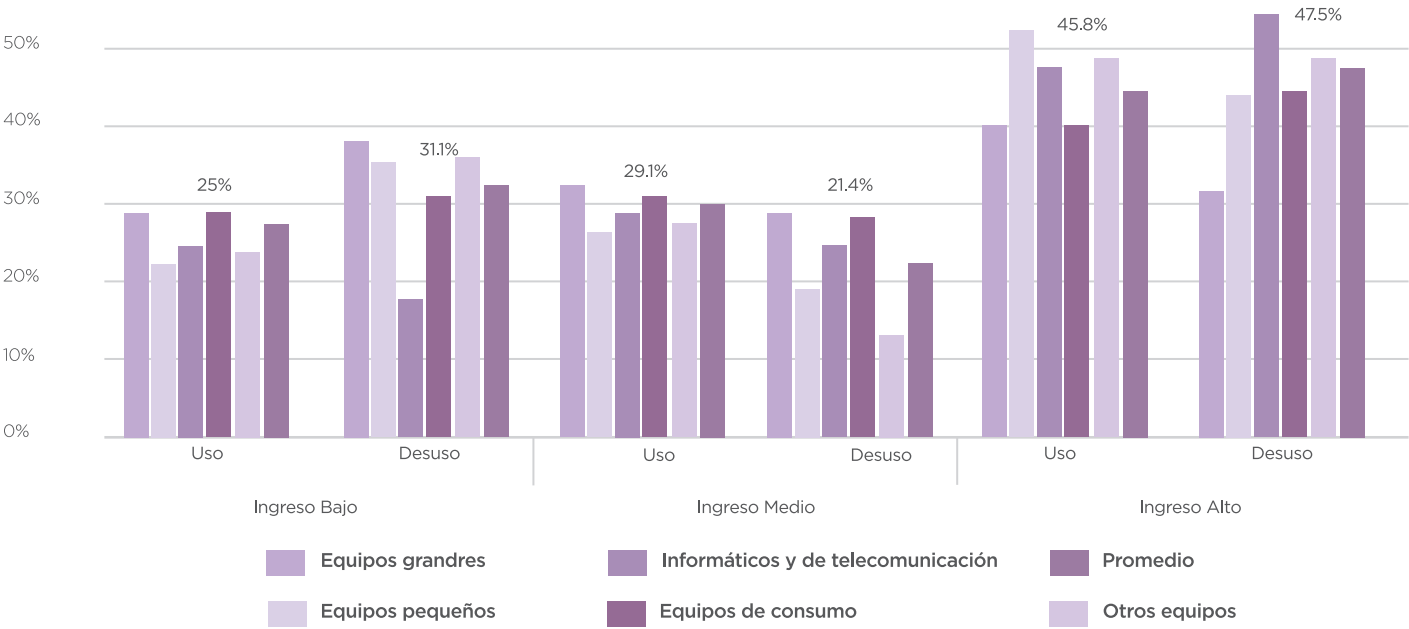
tres estados piloto. Dichos indicadores son generados a partir de la información sobre el nivel de ingresos en las viviendas y la justificación del cambio o sustitución de equipos por el avance tecnológico.

Por un lado, se analizó el consumo de aparatos eléctricos y electrónicos por nivel de ingresos y de acuerdo a las encuestas, las viviendas con un nivel de ingresos altos son las que cuentan con mayor número de equipos en uso (45.8%), seguido de las viviendas con ingresos medios (29.1%) e ingresos bajos (25.0%); sin embargo, esta tendencia no es igual para los equipos en desuso, al observarse que las viviendas con ingresos medios son las que menor cantidad de equipos en desuso tienen (21.4%), seguida de viviendas con ingresos bajos (31.1%) e ingresos altos (47.5%) (**Tabla 73** y **Figura 33**).

Tabla 73. Consumo de equipos por estrato socioeconómico en la Ciudad de México (piezas)

Clasificación	Ingreso Bajo		Ingreso Medio		Ingreso Alto		Total	
	Uso	Desuso	Uso	Desuso	Uso	Desuso	Uso	Desuso
Equipos grandes	346	30	374	22	478	24	1,198	76
Equipos pequeños	102	16	122	8	243	21	467	45
Informáticos y de telecomunicación	648	19	808	28	1,291	86	2,747	133
Equipos de consumo	118	66	134	59	172	92	424	217
Otros equipos	316	77	375	26	679	113	1,370	216
Total	1,530	208	1,813	143	2,863	336	6,206	687

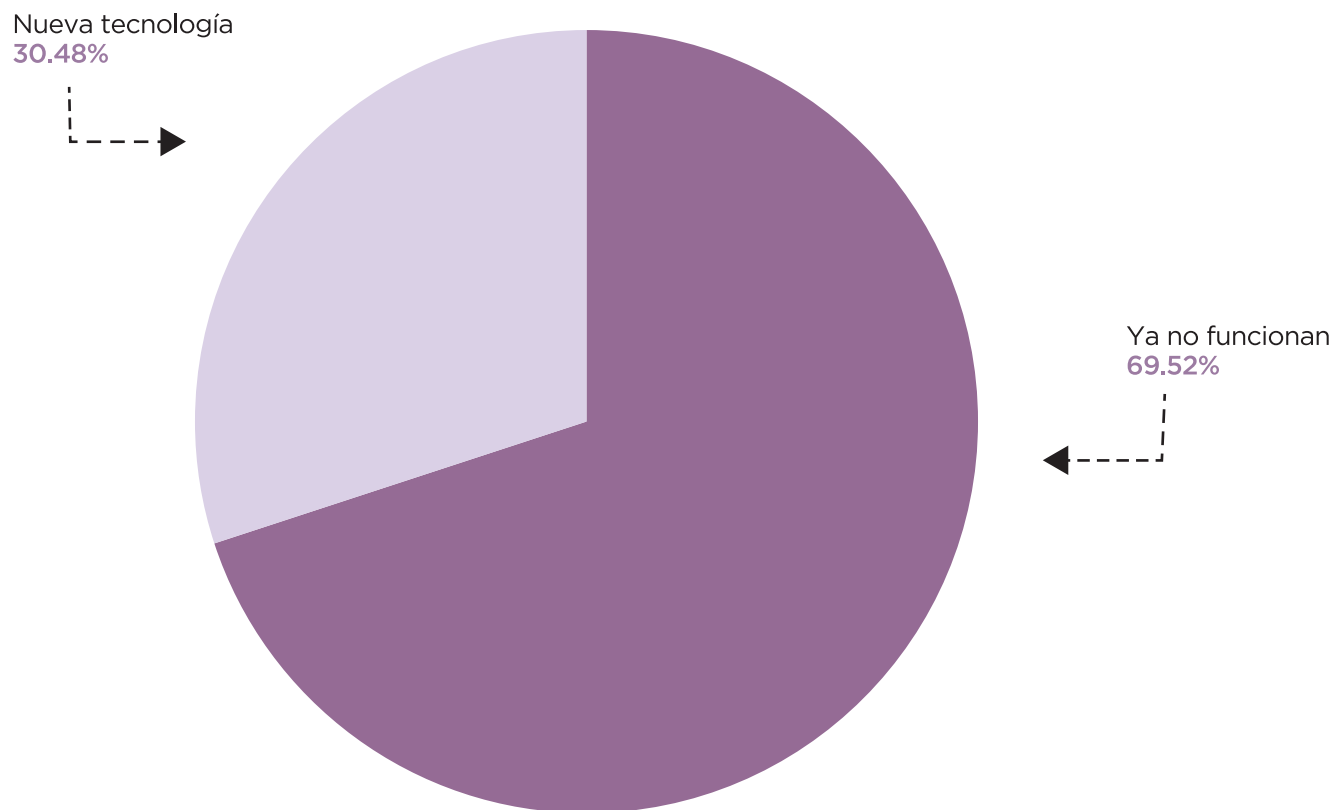
Figura 33. Consumo de equipos por estrato (%) en la CDMX



Otro de los factores determinantes para la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos se refleja por la influencia del desarrollo de nuevos productos y avances tecnológicos.

De acuerdo a las **384** encuestas,
solo el **30.48%** reemplaza sus
equipos por nueva tecnología; es
decir, se cambian por tendencia y vanguardia
y el **69.52%** utiliza sus aparatos hasta
el **fin** de su **funcionamiento**.

Figura 34. Porcentaje de variables de reemplazo de **AEE's** en la Ciudad de México



A pesar de estos resultados, es importante considerar el comportamiento del consumo de acuerdo a su categoría y uso; en la **Figura 35** se observa que en su mayoría, los equipos grandes son reemplazados porque ya no funcionan, lo que supone que el 85% del interés de compra, corresponde a la durabilidad y vida útil; por otro lado, se observa una menor diferencia porcentual con los equipos dentro de la categoría de informáticos y de telecomunicación, donde la tecnología es una variable de reemplazo de mayor peso, es decir, que las personas sustituyen en menor tiempo estos equipos debido a la incorporación de nuevas funciones, ergonomía, practicidad o tendencia de vanguardia.

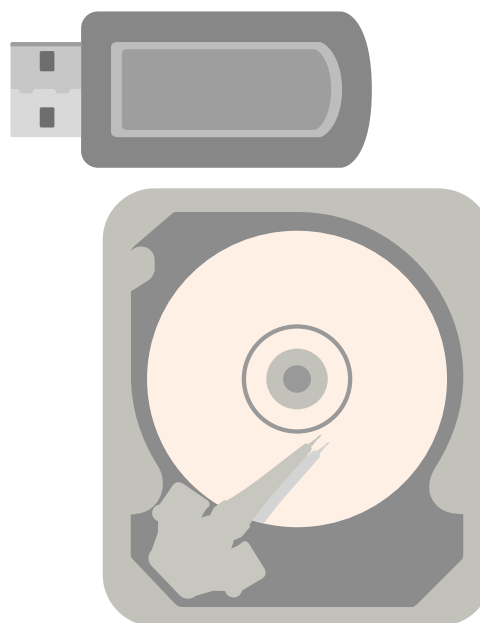
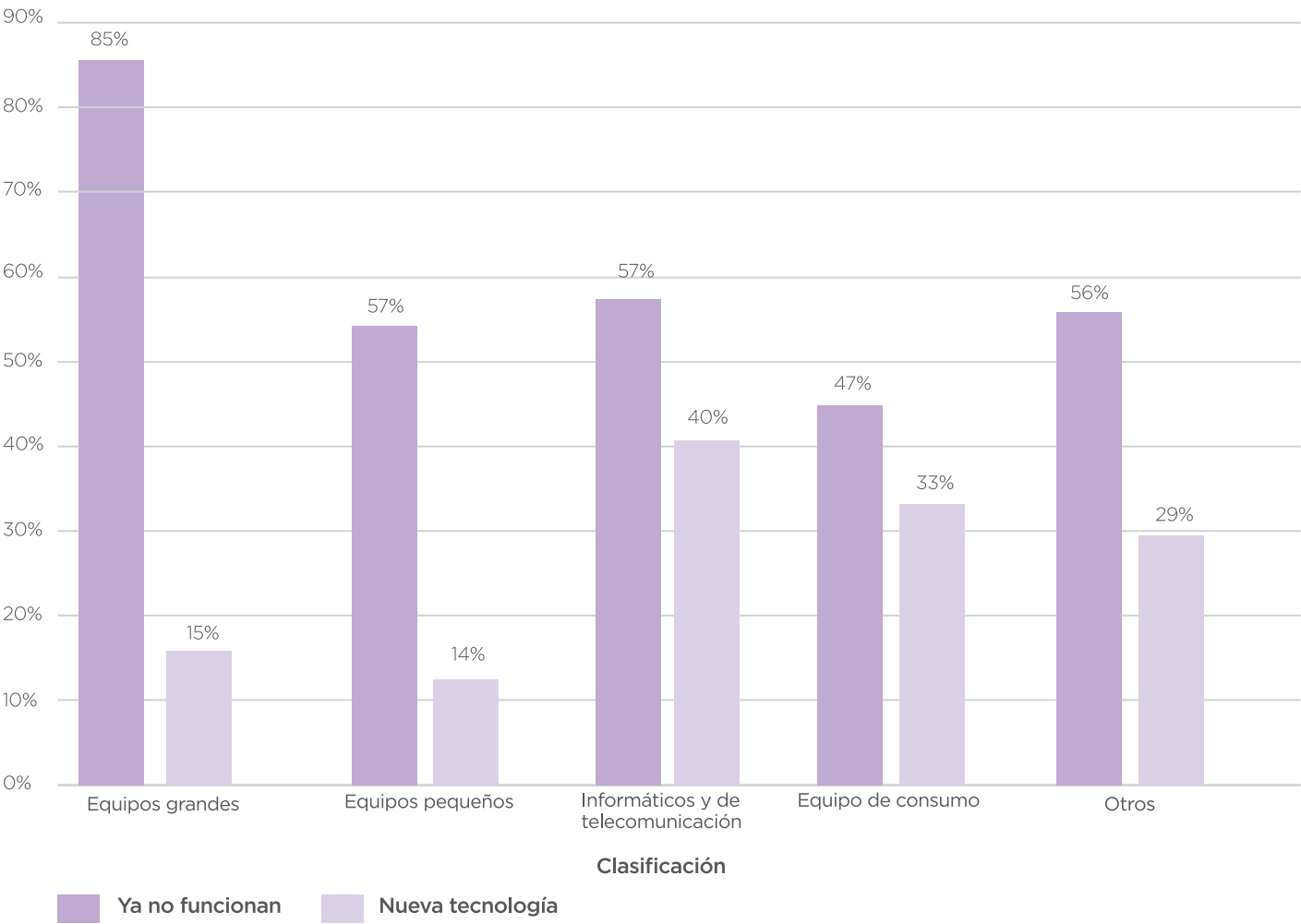


Figura 35. Variables de reemplazo de **AEE's** en la Ciudad de México

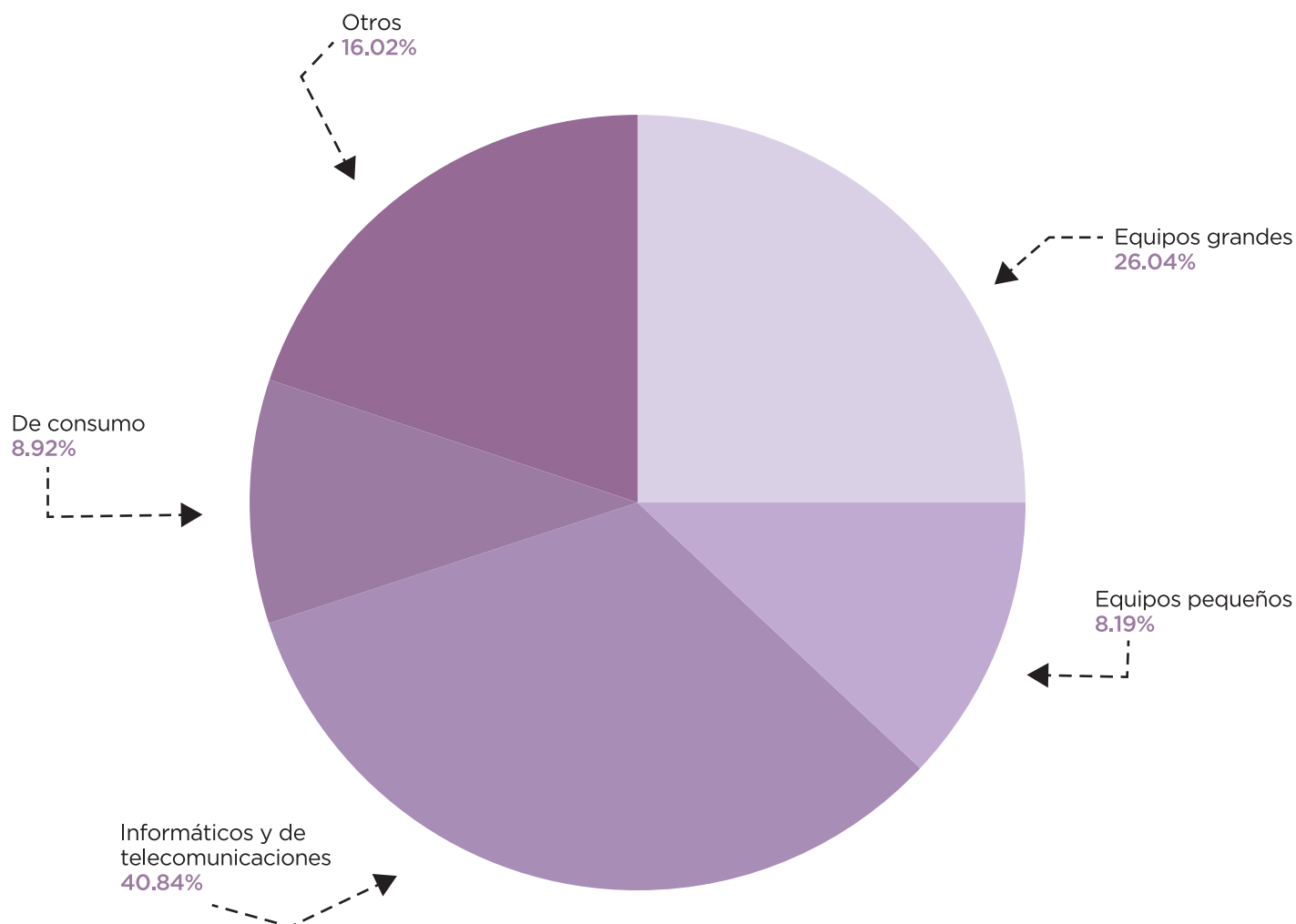


6.2.1.2 Jalisco

Hogares

Los resultados de las encuestas en Jalisco indican que de los 5,911 equipos totales registrados, 2,414 son “*aparatos de informática y telecomunicación*”, 1,539 aparatos dentro de “*equipos grandes*”, 947 dentro de la clasificación de “*otros equipos/aparatos*”, 527 de “*equipos de consumo*” y 484 “*equipos pequeños*”. Con base en lo anterior, existe un mayor consumo de pantallas, notebooks, laptops, tabletas, celulares, PC’s, teléfonos fijos, impresoras y copiadoras respecto a los otros equipos; seguido de éstos, en forma descendente, lavadoras, secadoras y refrigeradores (entre otros), que constituyen una parte importante del consumo, agrupados en equipos grandes. La representación porcentual se observa en la siguiente **Figura 36**.

Figura 36. Representación porcentual de AEE’s en Jalisco, de acuerdo a encuesta en hogares





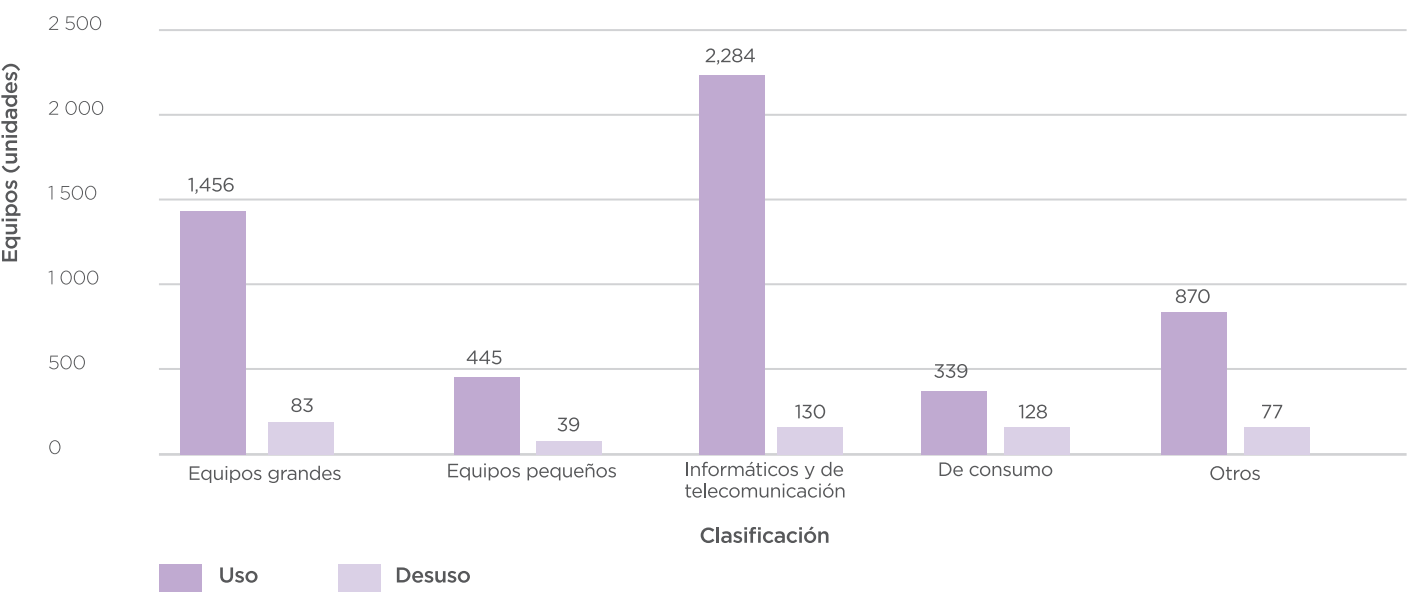
Por otro lado, de acuerdo al conteo total de equipos registrados en las encuestas realizadas, el 92.3% de los aparatos eléctricos y electrónicos se encuentra en uso y únicamente el 7.7% no se encuentra funcionando; es decir, 5,454 equipos se encuentran activos y 457 en desuso. Para representar los resultados se presenta la **Tabla 74**.

Tabla 74. Resultados de las encuestas en hogares de Jalisco de equipos en uso y desuso según la clasificación propuesta

Clasificación		por clasificación	por equipos en uso		por clasificación	por equipos en desuso	
Equipos grandes	1,456	94.6	26.7	83	5.4	18.2	1,539
Equipos pequeños	445	91.9	8.2	39	8.1	8.5	484
Informáticos y de telecomunicación	2,284	94.6	41.8	130	5.4	28.4	2,414
Equipos de consumo	399	75.7	7.3	128	24.3	28.0	527
Otros equipos	870	91.9	16.0	77	8.1	16.8	947
Total	5,454	92.3	100	457	7.7	100	5,911

Acorde a esto, se tiene 41.8% de equipos en uso pertenecientes a equipos informáticos y de telecomunicación, 26.7% dentro de equipos grandes, 16.0% de otros equipos, 8.2% de equipos pequeños y 7.3% de equipos de consumo.

Figura 37. Resultados de las encuestas en hogares en Jalisco de equipos en uso y desuso según su clasificación

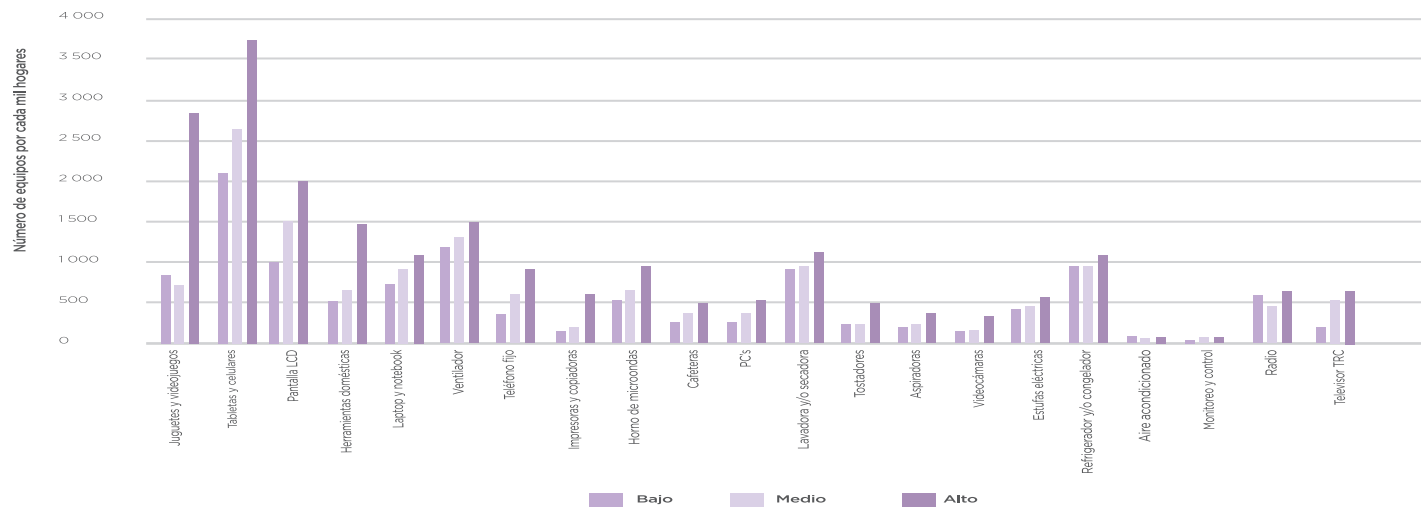


Con respecto al indicador del número de equipos por cada mil hogares, como se muestra en la **Tabla 75** y la **Figura 38**, en los equipos “*juguets y videojuegos*” se identifica la diferencia mayor (2,053 piezas) entre lo reportado por el estrato socioeconómico alto y el bajo, seguido de “*tabletas y celulares*” (con 1,578 piezas de diferencia) y de manera similar a la Ciudad de México, el tercer sitio lo ocupan las “*pantallas LCD*” con 1,008 piezas. En este caso, los equipos con menor diferencia entre los dos niveles socioeconómicos son los de “*monitoreo y control*” (63 piezas) y “*radio*” (47 piezas).

Tabla 75. Número de aparatos y equipos electrónicos por cada mil hogares en Jalisco

Categorías	Equipos	Número de equipos por cada 1000 hogares			
		Bajo	Medio	Alto	Promedio
Equipos grandes	Lavadora y/o secadora	875	961	1,203	1,013
	Refrigerador y/o congelador	945	969	1,078	997
	Aire acondicionado	0	39	133	57
	Ventilador	898	1,242	1,500	1,214
	Horno de microondas	539	719	922	727
Equipos pequeños	Tostadores	188	219	477	294
	Aspiradoras	86	78	359	174
	Estufas eléctricas	398	430	539	456
	Cafeteras	195	273	539	336
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	992	1,570	2,000	1,521
	Laptop y notebook	289	609	1,172	690
	Tabletas y celulares	2,148	2,734	3,727	2,870
	PC's	164	211	500	292
	Teléfono fijo	375	563	930	622
	Impresoras y copiadoras	109	148	602	286
De consumo	Televisor TRC	773	547	719	680
	Radio	563	383	609	518
	Videocámaras	86	94	336	172
Otros equipos	Herramientas domésticas	508	734	1,484	909
	Juguetes y videojuegos	773	688	2,826	1,429
	Monitoreo y control	8	0	70	26

Figura 38. Número de equipos por cada mil hogares de acuerdo al estrato socioeconómico, en Jalisco



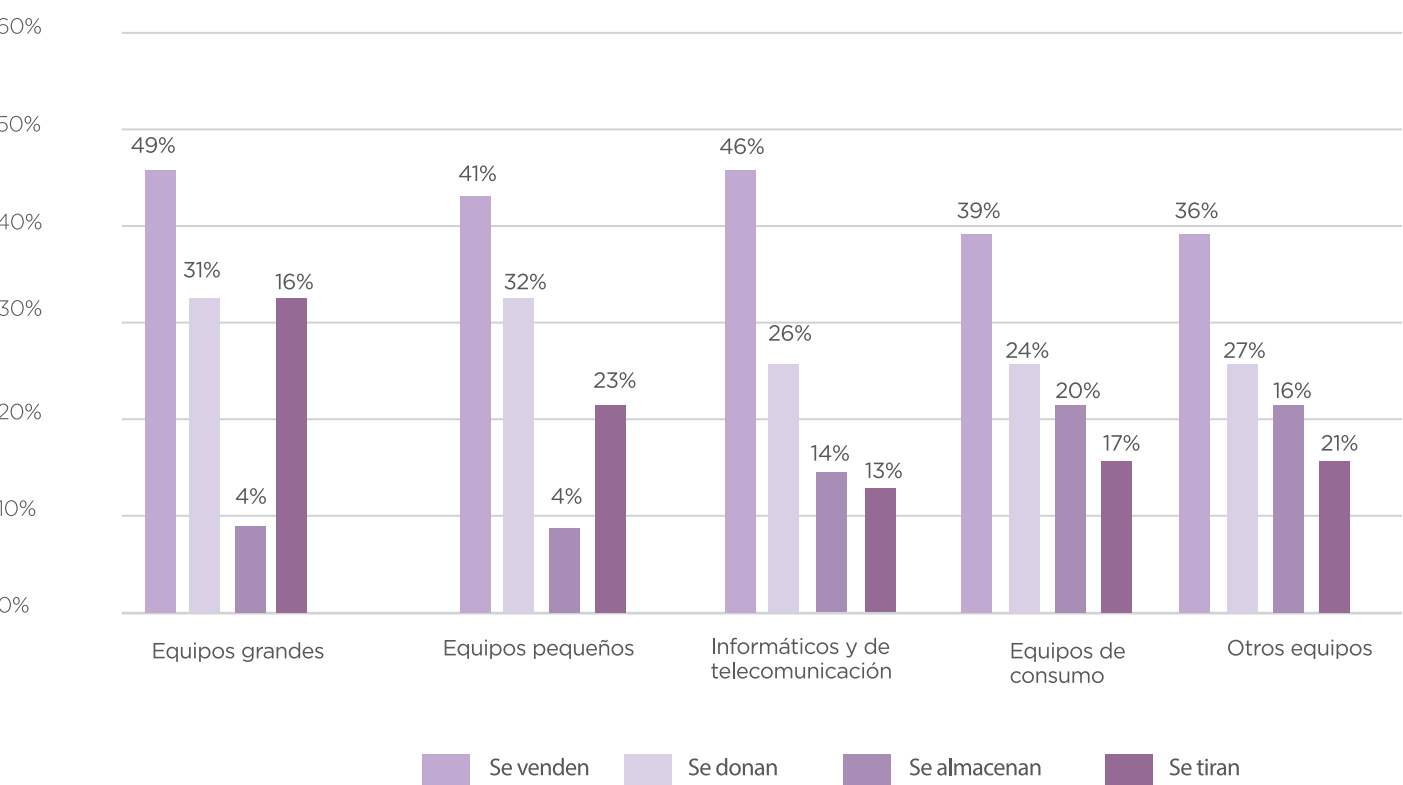
Al obtener la aproximación del consumo de aparatos eléctricos y electrónicos en Jalisco mediante la aplicación de encuestas, también se preguntó qué hacen los encuestados, con estos aparatos al término de su vida útil, como en el caso de la CDMX. Los resultados se presentan en la **Tabla 76**.

Clasificación	Se venden (%)	Se donan (%)	Se almacenan (%)	Se tiran (%)	Total (%)
Equipos grandes	48.8	31.0	4.2	16.0	100
Equipos pequeños	41.0	32.0	3.5	23.4	100
Informáticos y de telecomunicación	46.0	26.2	14.4	13.4	100
Equipos de consumo	39.2	23.6	19.8	17.5	100
Otros equipos	36.4	26.8	15.9	20.9	100

Con una tendencia similar a lo observado en la Ciudad de México, los equipos grandes son aquellos que principalmente son vendidos una vez que dejan de funcionar, mientras que los equipos pequeños se mantienen como la categoría que más se dona y tira. Asimismo, los

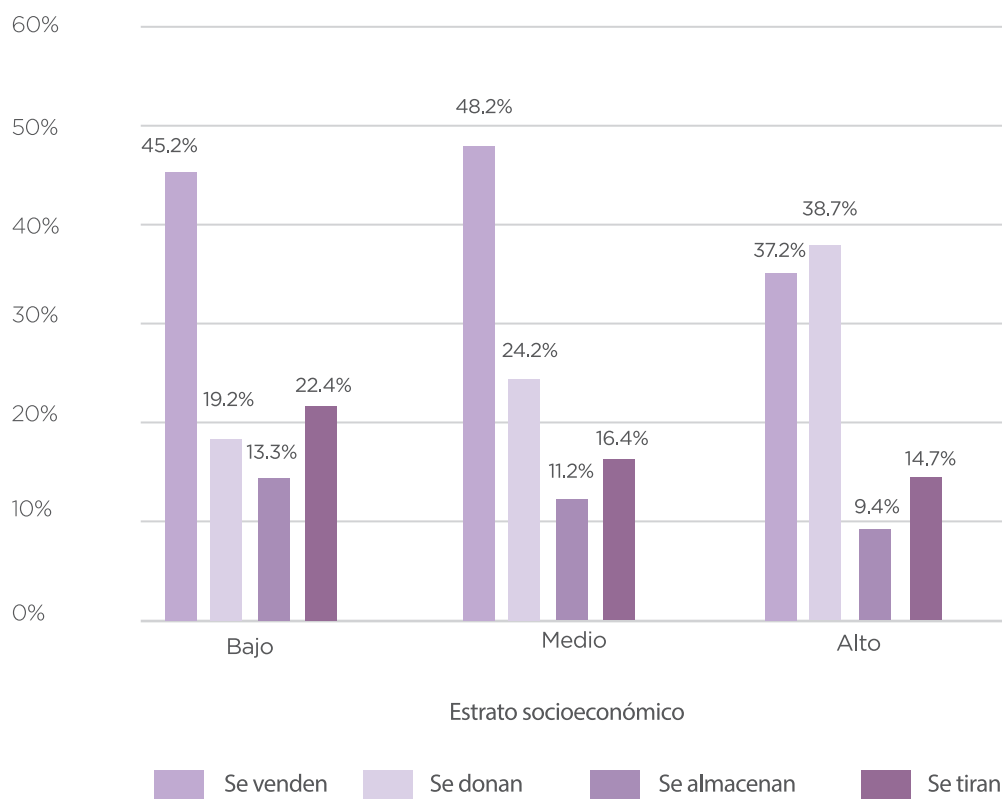
equipos de consumo son los que en su mayoría permanecen almacenados en los hogares encuestados. En la **Figura 39** se muestra gráficamente lo descrito previamente.

Figura 39. Destino de los equipos eléctricos y electrónicos en desuso en hogares de Jalisco



De manera similar a la Ciudad de México, la venta, como destino final, se identifica como el de mayor importancia, seguido de la donación; y en menor medida del almacenamiento. Por otra parte, se analiza la tendencia por nivel de ingresos en las viviendas, de acuerdo a la **Figura 40**.

Figura 40. Destino de los equipos en desuso por estrato socioeconómico, Jalisco



Partiendo de la segmentación de encuestas por estrato socioeconómico en las viviendas para el estado de Jalisco, se puede observar que el estrato bajo es el que más tira y almacena aparatos (22.36% y 13.29% respectivamente) y a diferencia de los estratos medio y alto, el que en menor proporción destina los aparatos a donación (19.20%); por su parte, en el estrato medio se identifica el mayor porcentaje (48.21%) destinado a venta; mientras que el estrato alto tiene el mayor porcentaje (38.65%) para donación y en contraste, es el que menos tira y almacena (14.72% y 9.40% respectivamente).

Para los tres casos, la venta de aparatos eléctricos y electrónicos es un destino importante, una vez que dejan de funcionar los mismos; a su vez, se aprecia que en lo posible, se evita almacenar equipos en las viviendas. Lo anterior supone que existe mayor beneficio por la venta o donación de equipos que destinar un espacio para almacenarlos en las viviendas.

Por otro lado, de acuerdo al tiempo de reemplazo de los **AEE's** reportados en las encuestas, se obtuvo el tiempo de vida útil para cada clasificación. Los resultados se presentan en la **Figura 77**.



Figura 77. Resultado de las encuestas en hogares en Jalisco- tiempo de reemplazo de los equipos por clasificación

Clasificación	Tiempo de reemplazo (años)
Equipos grandes	12
Equipos pequeños	5
Informáticos y de telecomunicación	3
Equipos de consumo	15
Otros equipos	6

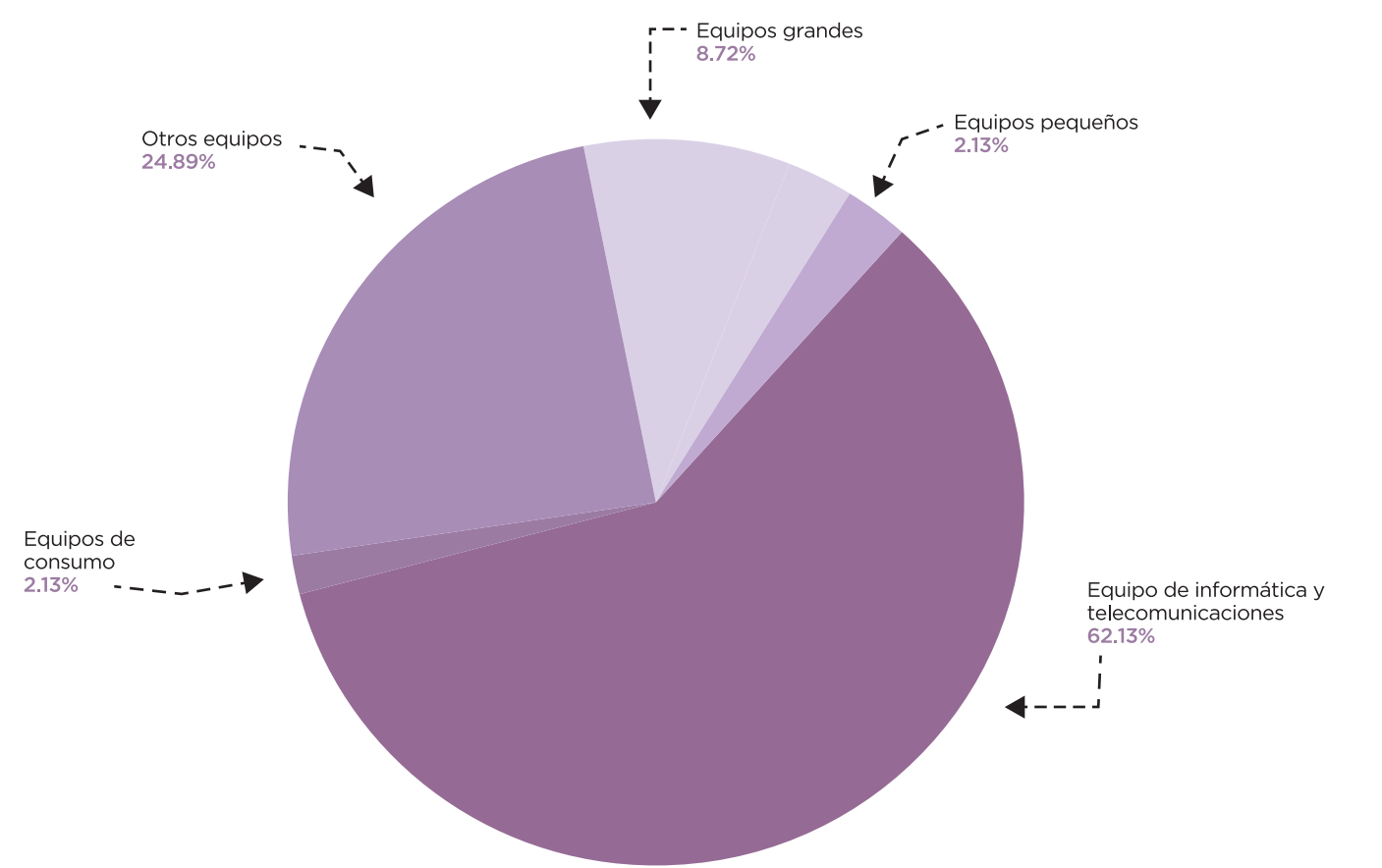
De la **Tabla 77** se identifica que los equipos grandes en Jalisco tienen un tiempo de vida útil mayor comparado con la Ciudad de México, el resto se mantiene igual.

Empresas

Para el caso de Jalisco, también se encuestaron un total de tres empresas, una pequeña con un total de 35 trabajadores y las otras dos medianas, una con 107 empleados y otra con 160 trabajadores. De los resultados que se obtuvieron de estas encuestas, se tiene que el total de equipos reportados fue de 470 unidades, donde el 62.13% se refiere a “equipos de informática y telecomunicación”.



Figura 41. Representación porcentual del consumo de **AEE’s** en Jalisco, de acuerdo a encuesta en empresas



De este total reportado, el 99.1% (466 equipos) se encuentran en uso, mientras que el resto (0.9%) inactivo. Se identifica, que solo en “*equipos grandes*” y en “*equipos informáticos y de telecomunicación*” se reportaron equipos en desuso.

Clasificación	Equipos en Uso (unidades)	Porcentaje con respecto al total		Equipos en Desuso (unidades)	Porcentaje con respecto al total:		Total
		por clasificación	por equipos en uso		por clasifi- cación	por equipos en uso	
Equipos grandes	39	95.1	8.4	2	4.9	50.0	41
Equipos pequeños	10	100.0	2.1	0	0.0	0.0	10
Informáticos y de telecomunicación	290	99.3	62.2	2	0.7	50.0	292
Equipos de consumo	10	100.0	2.1	0	0.0	0.0	10
Otros equipos	117	100.0	25.1	0	0.0	0.0	117
Total	466	99.1	100.0	4	0.9	100.0	470

Otro de los resultados obtenidos de estas encuestas a las empresas de Jalisco, fue el destino final de los **AEE** una vez concluida su vida útil. En la **Tabla 78** se identifica el porcentaje para cada una de las cinco opciones propuestas.

Tabla 78. Resultado de las encuestas en empresas en Jalisco- destino final de equipos en desuso

Clasificación	Se venden (%)	Se donan (%)	Se almacenan (%)	Se tiran (%)	Destrucción fiscal (%)	Total (%)
Equipos grandes	66.7	33.3	0.0	0.0	0.0	100.0
Equipos pequeños	66.7	33.3	0.0	0.0	0.0	100.0
Informáticos y de telecomunicación	33.3	66.7	0.0	0.0	0.0	100.0
Equipos de consumo	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
Otros equipos	66.7	33.3	0.0	0.0	0.0	100.0

Como en el caso de la Ciudad de México, es importante tomar en cuenta las limitaciones de estos resultados, sin embargo, resalta en este caso, que lo reportado por las empresas encuestadas en Jalisco es que sus equipos son vendidos o donados una vez que han concluido su vida útil.

a) Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Hogares

Para presentar la cantidad potencial de **RAEE** en Jalisco, se parte de extrapolar el número de equipos reportados en las encuestas al valor de viviendas que cuentan con televisión en todo el estado; retomando la información presentada en la metodología para determinar el tamaño de muestra de las encuestas.

Cabe señalar que, además se considera el peso promedio teórico de los equipos para el consumo en unidades de masa; este dato también es utilizado para Baja California y Ciudad de México. Con base en lo anterior, se presenta la **Tabla 79**.

En **Jalisco** se tienen

2,003,441

viviendas con

televisión.

Tabla 79. Consumo de **AEE's** en Jalisco basado en encuesta a hogares

Clasificación / Equipos	Consumo (piezas)			Peso promedio (kg)	Consumo (ton)		
	Uso	Desuso	Total		Uso	Desuso	Total
Equipos grandes	7,596,380	433,035.42	8,029,415.88	0	254,033.25	10,316.55	264,349.80
Lavadoras y secadoras	1,935,616	9,858.01	2,029,527.47	58.2875	112,822.23	5,473.85	118,296.08
Refrigerador y congelador	1,961,703	8,159.41	1,998,223.71	49	96,123.43	1,789.53	97,912.96
Aire acondicionado	104,346	251.08	114,780.47	26.25	2,739.08	273.91	3,012.99
Ventiladores	2,212,133	1,073.81	2,431,259.13	5.3	11,724.30	1,161.37	12,885.67
Hornos de microondas	1,382,583	2,686.84	1,455,625.10	22.15	30,624.21	1,617.88	32,242.10
Equipos pequeños	2,321,696	9,633.94	2,525,170.43	0	46,093.23	2,076.48	48,169.71
Tostadores	516,512	377.31	589,554.25	3.2	1,652.84	233.73	1,886.57
Aspiradoras	307,820	403.74	349,558.72	5.775	1,777.66	241.04	2,018.70
Estufas eléctricas	881,723	8,523.10	913,026.50	46.675	41,154.41	1,461.10	42,615.51
Cafeteras	615,641	329.79	673,030.96	2.45	1,508.32	140.61	1,648.93
Informáticos y de telecomunicación	11,916,300	21,637.21	12,594,548.37	0	62,538.40	2,373.22	64,911.62
Pantalla LCD	3,015,596	14,191.13	3,057,334.44	13.925	41,992.18	581.21	42,573.38
Notebook y Laptop	1,319,975	4,101.66	1,382,582.98	8.9	11,747.78	557.21	12,304.99
Tabletas y celulares	5,379,030	191.65	5,749,458.29	0.1	537.90	37.04	574.95
PC's	511,295	1,056.68	584,336.96	5.425	2,773.77	396.25	3,170.03
Teléfonos fijos	1,194,760	197.43	1,246,933.33	0.475	567.51	24.78	592.29
Impresoras y copiadoras	495,643	1,898.66	573,902.37	9.925	4,919.26	776.72	5,695.98
Routers	194,046.00	-	194,046.00	0.47	91.20	-	91.20
GPS	-	-	-	-	-	-	-
Equipos de consumo	2,081,700	2,867.32	2,749,514.08	0	28,001.74	15,008.07	43,009.81
Televisor TRC	850,419	2,578.18	1,361,713.80	28.4	24,151.90	14,520.77	38,672.67
Radio	944,330	219.13	1,043,458.85	3.15	2,974.64	312.26	3,286.90
Videocámara	286,951	70.02	344,341.42	3.05	875.20	175.04	1,050.24

Clasificación / Equipos	Consumo (piezas)			Peso promedio (kg)	Consumo (ton)		
	Uso	Desuso	Total		Uso	Desuso	Total
Otros equipos	4,539,046	410.21	4,940,777.67	0	2,260.39	200.87	2,461.26
Herramientas domésticas	1,779,097	151.74	1,820,835.70	0.5	889.55	20.87	910.42
Juguetes y video-juegos	2,707,776	255.65	3,067,769.03	0.5	1,353.89	180.00	1,533.88
Monitoreo y control	52,173	2.83	52,172.94	0.325	16.96	0.00	16.96
Total	28,455,123	467,584	30,839,426	---	392,927	29,975	422,902

De la **Tabla 79.** se concluye lo siguiente:

- El valor total de consumo por unidades en Jalisco, es de 30,839,426 piezas, lo que representa un consumo en peso de 422,902 toneladas.
- Considerando el consumo de aparatos eléctricos y electrónicos en unidades, los equipos informáticos y de telecomunicación representan el 40.84% del total, con un valor de 12,594,548 piezas.
- Debido al número de unidades y peso teórico de cada equipo, se puede ver el mismo fenómeno que en los estados de Baja California y Ciudad de México respecto al consumo en unidades de masa, donde el mayor porcentaje corresponde a equipos grandes con un 62.51%, lo que representa 264,349.80 ton o bien, 264 kt.

De manera similar a la Ciudad de México se calcula la generación de residuos en el estado de Jalisco, dando como resultado una cantidad de 56.58 kt, tal y como se muestra en la **Tabla 80.**



Tabla 80. Generación potencial de residuos en hogares de Jalisco

Clasificación/ Equipos	Promedio vida útil encuestas (años)	Generación de residuos (ton/año)	Generación de residuos (kt/año)
Equipos grandes	12	22,029.15	22.03
Lavadoras y secadoras	12	9,858.01	9.86
Refrigerador y congelador	12	8,159.41	8.16
Aire acondicionado	12	251.08	0.25
Ventiladores	12	1,073.81	1.07
Hornos de microondas	12	2,686.84	2.69
Equipos pequeños	5	9,633.94	9.63
Tostadores	5	377.31	0.38
Aspiradoras	5	403.74	0.40
Estufas eléctricas	5	8,523.10	8.52
Cafeteras	5	329.79	0.33
Informáticos y de telecomunicación	3	21,637.21	21.64
Pantalla LCD	3	14,191.13	14.19
Notebook y Laptop	3	4,101.66	4.10
Tabletas y celulares	3	191.65	0.19
PC'S	3	1,056.68	1.06
Teléfonos fijos	3	197.43	0.20
Impresoras y copiadoras	3	1,898.66	1.90
Routers	15	2,867.32	2.87
Equipos de consumo	15	2,578.18	2.58
Televisor TRC	15	219.13	0.22
Radio	15	70.02	0.07
Videocámara			
Otros equipos	6	410.21	0.41
Herramientas domésticas	6	151.74	0.15
Juguetes y videojuegos	6	255.65	0.26
Monitoreo y control	6	2.83	0.00
TOTAL		56,577.83	56.58

Empresas

Como en el caso de la Ciudad de México, para realizar la extrapolación del número de dispositivos obtenidos de las encuestas a todo el estado, se utilizó el número de unidades económicas de la industria manufacturera para 2015 en Jalisco, es decir, 34,924 unidades. A continuación, utilizando el peso promedio teórico de cada equipo, se obtuvo la conversión de número de equipos a consumo en unidades de masa. La **Tabla 81** especifica los resultados del consumo por piezas y por masa para las empresas en Jalisco.



Tabla 81. Consumo de **AEE's** en Jalisco basado en encuestas a empresas

Clasificación / Equipos	Consumo (piezas)			Peso promedio (kg)	Consumo (ton)		
	Uso	Desuso	Total		Uso	Desuso	Total
Equipos grandes	1,362,036.00	69,848.00	1,431,884.00	38,894.86	2,628.03	41,522.89	
Lavadoras y secadoras	-	-	-	58.29	-	-	-
Refrigerador y congelador	349,240.00	34,924.00	384,164.00	49.00	17,112.76	1,711.28	18,824.04
Aire acondicionado	558,784.00	34,924.00	593,708.00	26.25	14,668.08	916.76	15,584.84
Ventiladores	174,620.00	-	174,620.00	5.30	925.49	-	925.49
Hornos de microondas	279,392.00	-	279,392.00	22.15	6,188.53	-	6,188.53
Equipos pequeños	349,240.00	-	349,240.00	-	4,060.79	-	4,060.79
Tostadores	-	-	-	3.20	-	-	-
Aspiradoras	34,924.00	-	34,924.00	5.78	201.69	-	201.69
Estufas eléctricas	69,848.00	-	69,848.00	46.68	3,260.16	-	3,260.16
Cafeteras	244,468.00	-	244,468.00	2.45	598.95	-	598.95
Informáticos y de telecomunicación	10,127,960.00	69,848.00	10,197,808.00	-	42,871.31	6.98	42,878.29
Pantalla LCD	1,117,568.00	-	1,117,568.00	13.93	15,562.13	-	15,562.13
Notebook y Laptop	942,948.00	-	942,948.00	8.90	8,392.24	-	8,392.24
Tabletas y celulares	2,130,364.00	69,848.00	2,200,212.00	0.10	213.04	6.98	220.02
PC's	1,920,820.00	-	1,920,820.00	5.43	10,420.45	-	10,420.45
Teléfonos fijos	1,990,668.00	-	1,990,668.00	0.48	945.57	-	945.57
Impresoras y copiadoras	698,480.00	-	698,480.00	9.93	6,932.41	-	6,932.41
Routers	454,012.00	-	454,012.00	0.47	213.39	-	213.39
GPS	873,100	-	873,100.00	0.22	192.08	-	192.08
Equipos de consumo	349,240.00	-	349,240.00	-	2,863.77	-	2,863.77
Televisor TRC	69,848.00	-	69,848.00	28.40	1,983.68	-	1,983.68
Radio	279,392.00	-	279,392.00	3.15	880.08	-	880.08
Videocámara	-	-	-	3.05	-	-	-

Clasificación / Equipos	Consumo (piezas)			Peso promedio (kg)	Consumo (ton)		
	Uso	Desuso	Total		Uso	Desuso	Total
Otros equipos	4,086,108.00	-	4,086,108.00	-	8,247.30	-	8,247.30
Herramientas domésticas	454,012.00	-	454,012.00	15.00	6,810.18	-	6,810.18
Monitoreo y control	1,362,036.00	-	1,362,036.00	0.50	681.02	-	681.02
Básculas	104,772.00	-	104,772.00	0.50	52.39	-	52.39
Calculadoras	2,165,288.00	-	2,165,288.00	0.33	703.72	-	703.72
Total	16,274,584.00	139,696.00	16,414,280.00	---	96,938.02	2,635.02	99,573.04



El consumo total de **AEE** en empresas del estado de Jalisco, en piezas es de 16,414,280, lo que representa 99,573.04 ton; es importante mencionar que a pesar de que el número de piezas es menor a lo reportado en la Ciudad de México, en este caso, existe un mayor número de refrigeradores y aires acondicionados, y considerando que son de los equipos con mayor peso, el total del consumo en unidades de masa es mayor en Jalisco que en la Ciudad de México.

De acuerdo al consumo por número de piezas, se tiene un mayor consumo de equipos informáticos y de telecomunicación; con base en este valor, la participación porcentual es de 62.13%. Por otro lado, tomando como base el consumo en unidades de masa, el mayor consumo aparente comparando todas las clasificaciones, es también el de equipos informáticos y de telecomunicación, con un valor de 42,878.29 toneladas que representa el 43.06% del total.

Para el cálculo de la generación de residuos, se considera el consumo en unidades de masa; sin embargo, en este caso, también se utilizan los valores de la vida útil de las encuestas de los hogares para Jalisco, el resultado se obtiene dividiendo estos dos factores. Los resultados se presenta la **Tabla 82**.

Tabla 82. Generación potencial de residuos en empresas de Jalisco

Clasificación/ Equipos	Promedio vida útil encuestas (años)	Generación de residuos (ton/año)	Generación de residuos (kt/año)
Equipos pequeños	5	812.16	0.81
Tostadores	5	0.00	0.00
Aspiradoras	5	40.34	0.04
Estufas eléctricas	5	652.03	0.65
Cafeteras	5	119.79	0.12
Hornos de microondas	12	515.71	0.52
Informáticos y de telecomunicación	3	14,292.76	14.29
Pantalla LCD	3	5,187.38	5.19
Notebook y Laptop	3	2,797.41	2.80
Tabletas y celulares	3	73.34	0.07
PC's	3	3,473.48	3.47
Teléfonos fijos	3	315.19	0.32
Impresoras y copiadoras	3	2,310.80	2.31
Routers	3	71.13	0.07
GPS	3	64.03	0.06
Equipos de consumo	3	64.03	0.06
Televisor TRC	15	132.25	0.13
Radio	15	58.67	0.06
Videocámara	15	0.00	0.00
Otros equipos	15	0.00	0.00
Herramientas domésticas	6	1135.03	1.14
Juguetes y videojuegos	6	0.00	0.00
Monitoreo y control	6	113.50	0.11
Básculas	6	8.73	0.01
Calculadoras	6	117.29	0.12
Total		20,130.63	20.13

Generación total en Jalisco

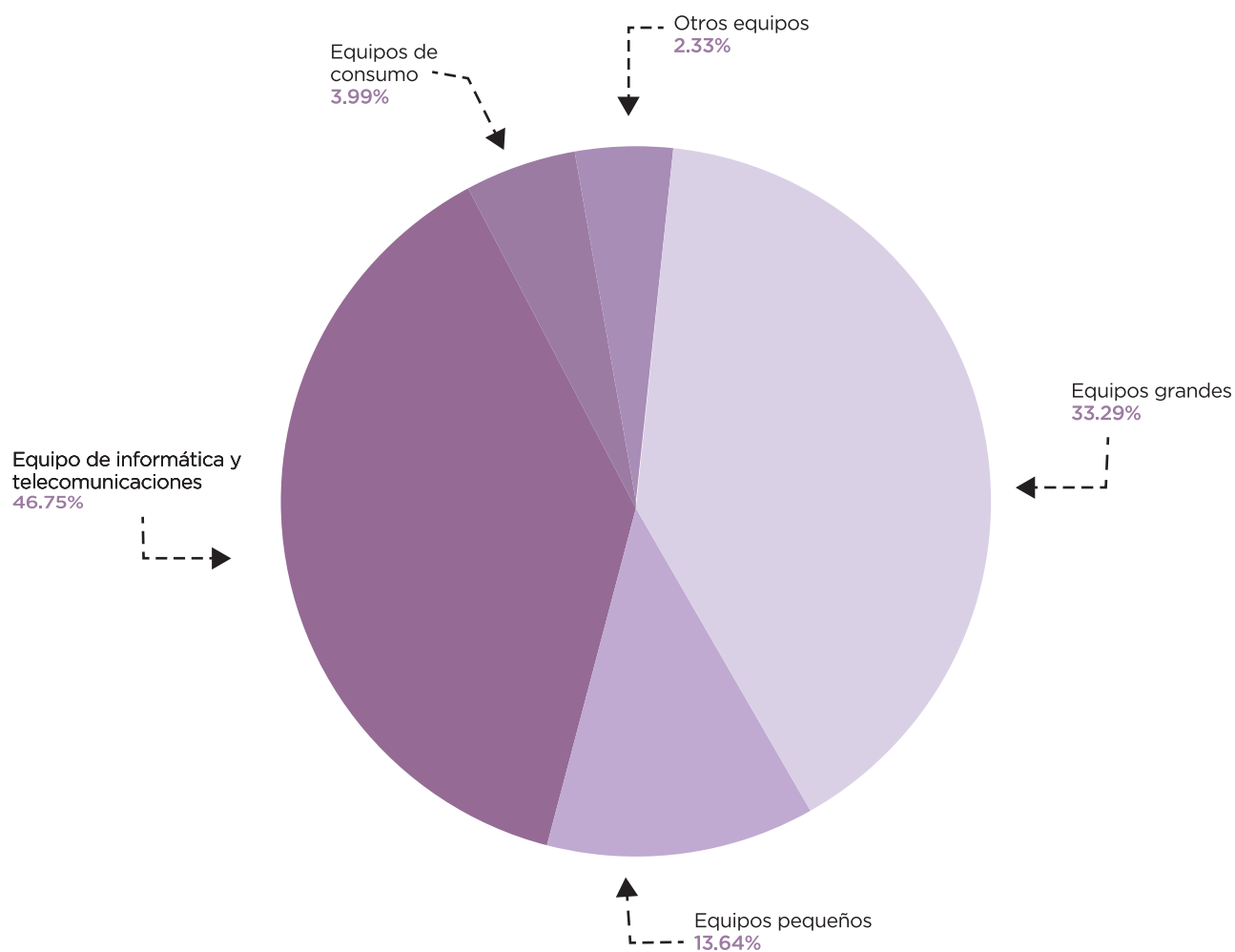
La generación total de **RAEE** en Jalisco para 2015 considerando los resultados obtenidos de las encuestas tanto para hogares como empresas es de 76.57 kt como se muestra en la **Tabla 83**.

Tabla 83. Generación total de **RAEE** en la Jalisco para 2015

Clasificación/ Equipos	Generación de residuos (ton/año)		Generación total	Generación total
	Hogares	Empresas		
Equipos grandes	22,029.15	3,460.24	25,489.39	25.49
Lavadoras y secadoras	9,858.01	0	9,858.01	9.86
Refrigerador y congelador	8,159.41	1,568.67	9,728.08	9.73
Aire acondicionado	251.08	1,298.74	1,549.82	1.55
Ventiladores	1,073.81	77.12	1,150.93	1.15
Hornos de microondas	2,686.84	515.71	3,202.55	3.20
Equipos pequeños	9,633.94	812.16	10,446.10	10.45
Tostadores	377.31	0	377.31	0.38
Aspiradoras	403.74	40.34	444.08	0.44
Estufas eléctricas	8,523.10	652.03	9175.13	9.18
Cafeteras	329.79	119.79	449.58	0.45
Informáticos y de telecomunicación	21,637.21	14,292.76	35,794.81	35.79
Pantalla LCD	14,191.13	5,187.38	19,378.51	19.38
Notebook y Laptop	4,101.66	2,797.41	6,899.07	6.90
Tabletas y celulares	191.65	73.34	264.99	0.26
PC'S	1,056.68	3,473.48	4,530.16	4.53
Teléfonos fijos	197.43	315.19	512.62	0.51
Impresoras y copiadoras	1,898.66	2,310.80	4,209.46	4.21
Routers	0.00	71.13		
GPS	0.00	64.03		
Equipos de consumo	2,867.33	190.92	3,058.25	3.06
Televisor TRC	2,578.18	132.25	2,710.43	2.71

Clasificación/ Equipos	Generación de residuos (ton/año)		Generación total	Generación total
	Hogares	Empresas		
Juguetes y videojuegos	552.97	2.7	555.67	0.56
Monitoreo y control	43.09	225.9	268.99	0.27
Básculas		8.73	8.73	0.01
Calculadoras		117.29	117.29	0.12
Total	56,577.85	20,130.63	76,573.32	76.57

Figura 42. Distribución porcentual de la generación total de **RAEE** en Jalisco para 2015





A diferencia de la Ciudad de México y Baja California, en Jalisco, con base en el peso, los residuos con mayor representación son los “*equipos de informática y telecomunicación*” con un 46.75% del total, en estos se incluyen las pantallas LCD, notebook y laptop, tabletas y celulares, PCs, teléfonos fijos e impresoras y copiadoras. Mientras que en segunda posición se ubica la categoría de “*equipos grandes*” con 33.29%, en este total se ubican las lavadoras, refrigeradores y congeladores, aire acondicionado, ventiladores y hornos de microondas.

b) Variables determinantes del consumo de AEE’s en Jalisco

Tal como se analiza en los otros estados piloto, en Jalisco hay una relación directa entre la generación de **RAEE** y el consumo de éstos. Analizando la información de la cantidad de equipos por el nivel de ingreso se genera la **Tabla 84**.

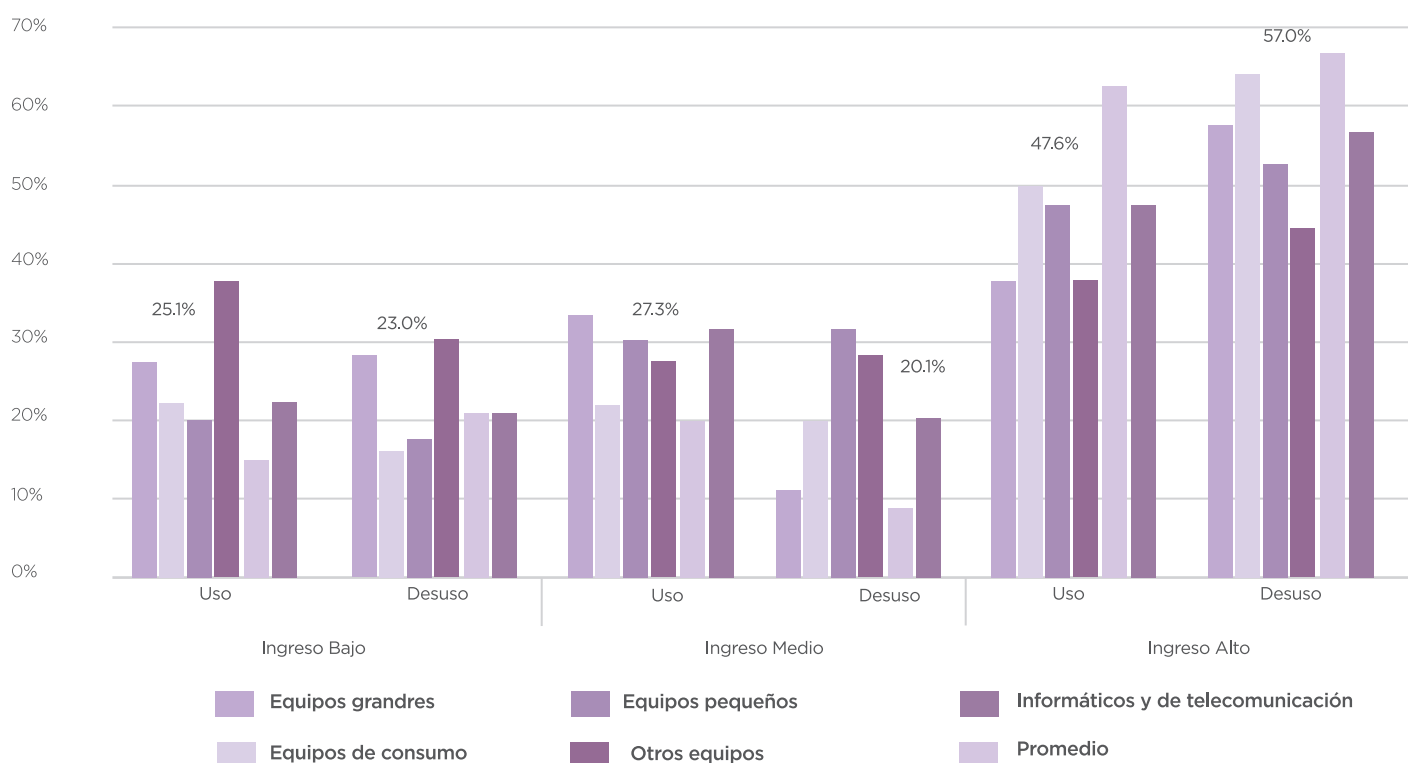
Tabla 84. Consumo de equipos por estrato socioeconómico en Jalisco (piezas)

Clasificación	Ingreso Bajo		Ingreso Medio		Ingreso Alto		Total	
	Uso	Desuso	Uso	Desuso	Uso	Desuso	Uso	Desuso
Equipos grandes	394	23	491	12	571	48	1,456	83
Equipos pequeños	105	6	120	8	220	25	445	39
Informáticos y de telecomunicación	499	25	709	38	1,076	67	2,284	130
Equipos de consumo	143	39	99	33	157	56	399	128
Otros equipos	148	17	174	8	548	52	870	77
Total	1,289	110	1,593	99	2,572	248	5,454	457



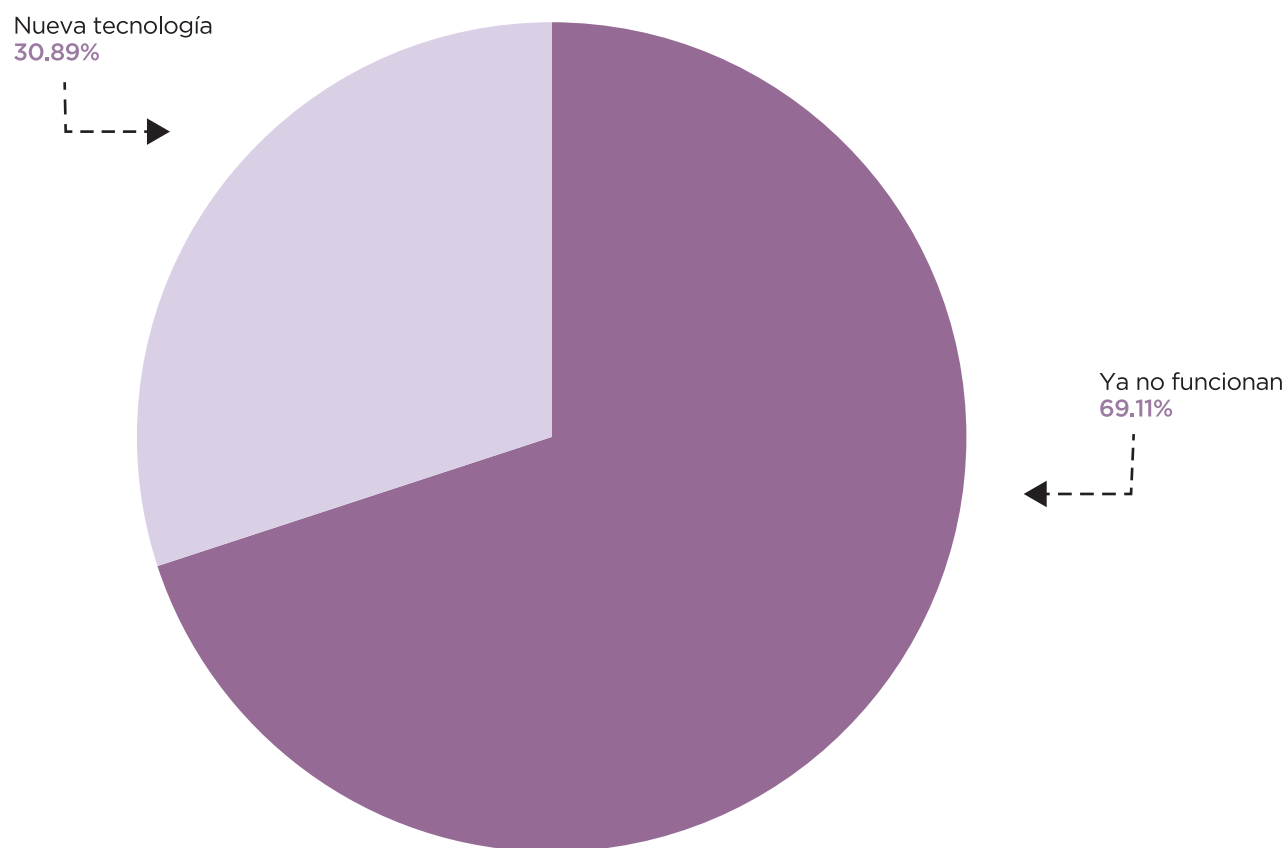
De acuerdo a los valores reportados en la **Figura 43**, el número de equipos en uso en las viviendas aumenta de acuerdo al nivel de ingreso, asociando un valor porcentual de 25.1% para estrato bajo, 27.3% para estrato medio y 47.6% para estrato alto; sin embargo, para equipos en desuso se tiene un 20.1% en estrato medio, 23.0% en estrato bajo y 57.0% en estrato alto.

Figura 43. Consumo de equipos por estrato en Jalisco



Para relacionar el consumo con las tendencias tecnológicas, las encuestas arrojan información referente a los motivos de reemplazo de aparatos eléctricos y electrónicos; teniendo la opción de sustitución o cambio por nueva tecnología o por el fin de su funcionamiento, los resultados se presentan en la **Figura 48**.

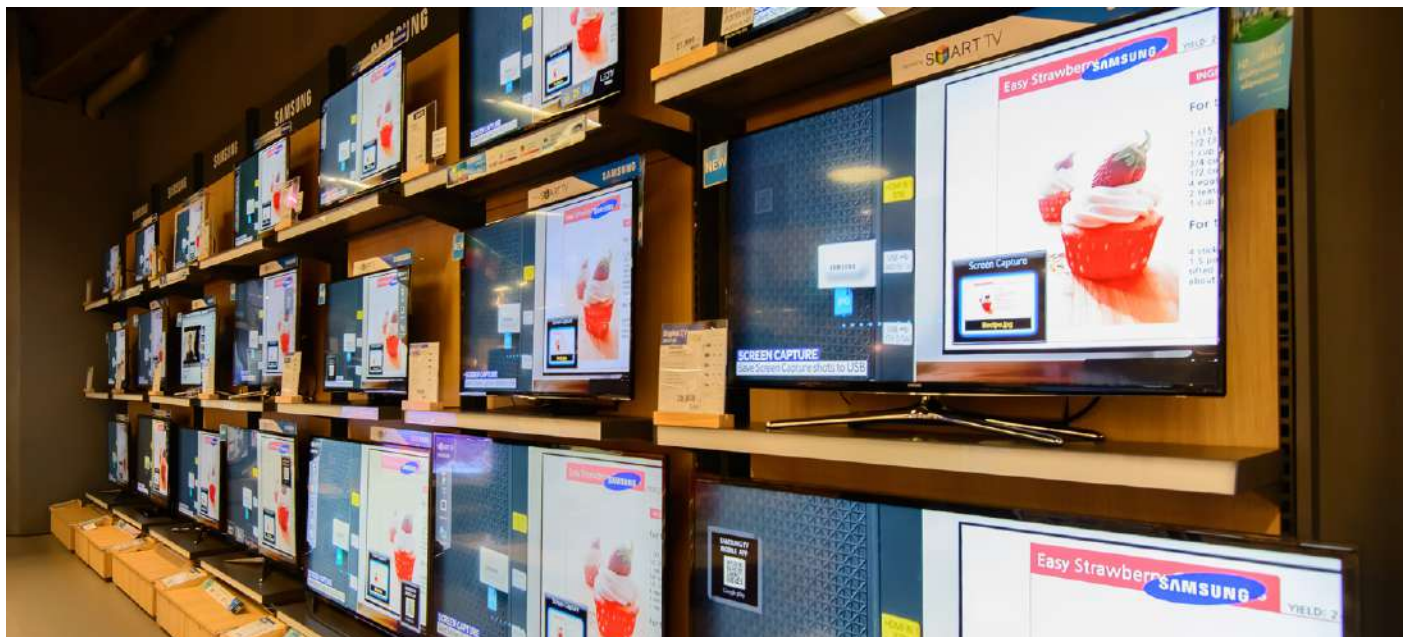
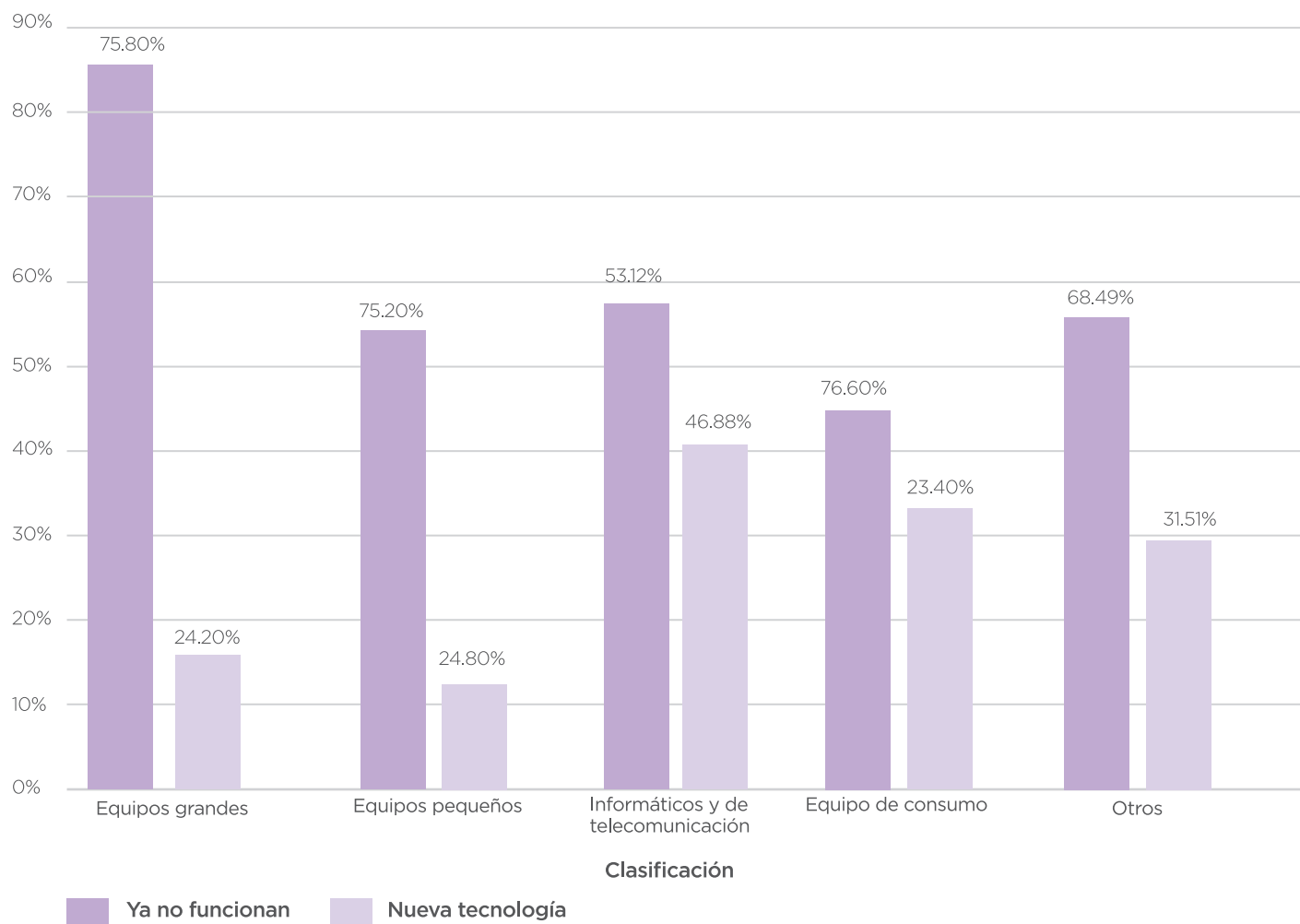
Figura 44. Porcentaje de variables de reemplazo de **AEE's** en Jalisco



De manera global, se puede observar que casi en el 70% de las viviendas se reemplazan los equipos hasta que ya no funcionan y solamente en aproximadamente un tercio de éstas, se sustituyen equipos por nueva tecnología.

El reemplazo de los aparatos eléctricos y electrónicos depende en parte de la función específica que tienen en la vida cotidiana de las personas que habitan en Jalisco y en otros estados de la República Mexicana. Por ejemplo, según la categoría de equipos informáticos y de telecomunicación, existe una proporción de sustitución de equipos por nueva tecnología del 46.88%, y sustituir porque ya no funcionan, del 53.12%. Para las otras categorías, se guarda una relación de 70% de reemplazo al final de su funcionamiento y 30% de sustitución por nueva tecnología (**Figura 45**).

Figura 45. Variables de reemplazo de AEE's en Jalisco

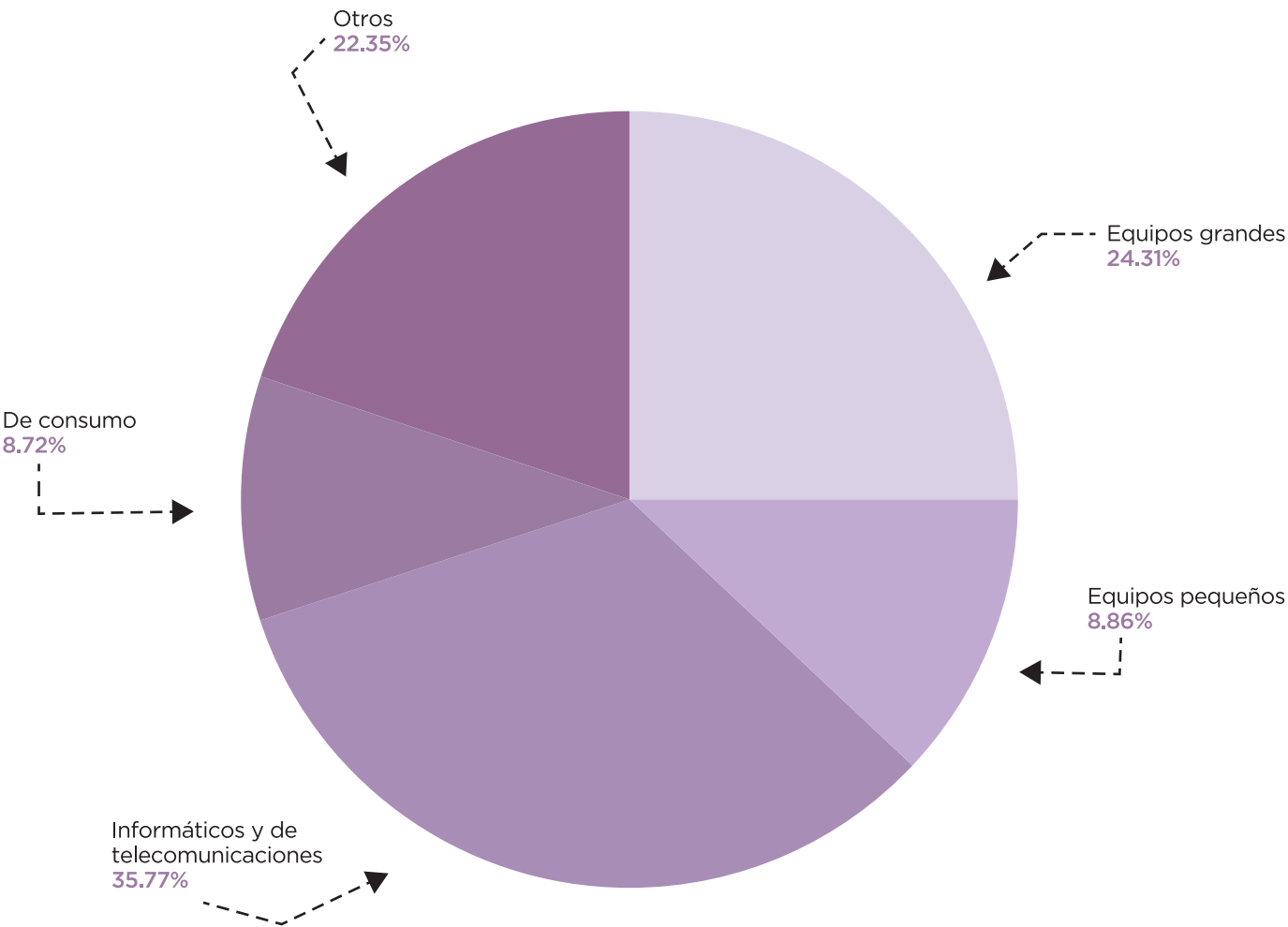


6.2.1.3 Baja California

Hogares

Las encuestas realizadas en Baja California contabilizaron 1,729 equipos dentro de equipos grandes, 630 equipos pequeños, 2,544 equipos informáticos y de telecomunicación, 620 equipos de consumo y 1,590 en otros equipos; de forma porcentual se presentan en la **Figura 46**.

Figura 46. Representación porcentual de **AEE's** en Baja California, de acuerdo a encuesta en hogares



La información de categoría de equipos por uso y desuso se presenta la **Tabla 85**. Del número de equipos totales, un 91.6% de aparatos eléctricos y electrónicos está en uso y sólo el 8.4%, en desuso.

Tabla 85. Resultados de las encuestas en hogares de Baja California de equipos en uso y desuso según la categoría propuesta

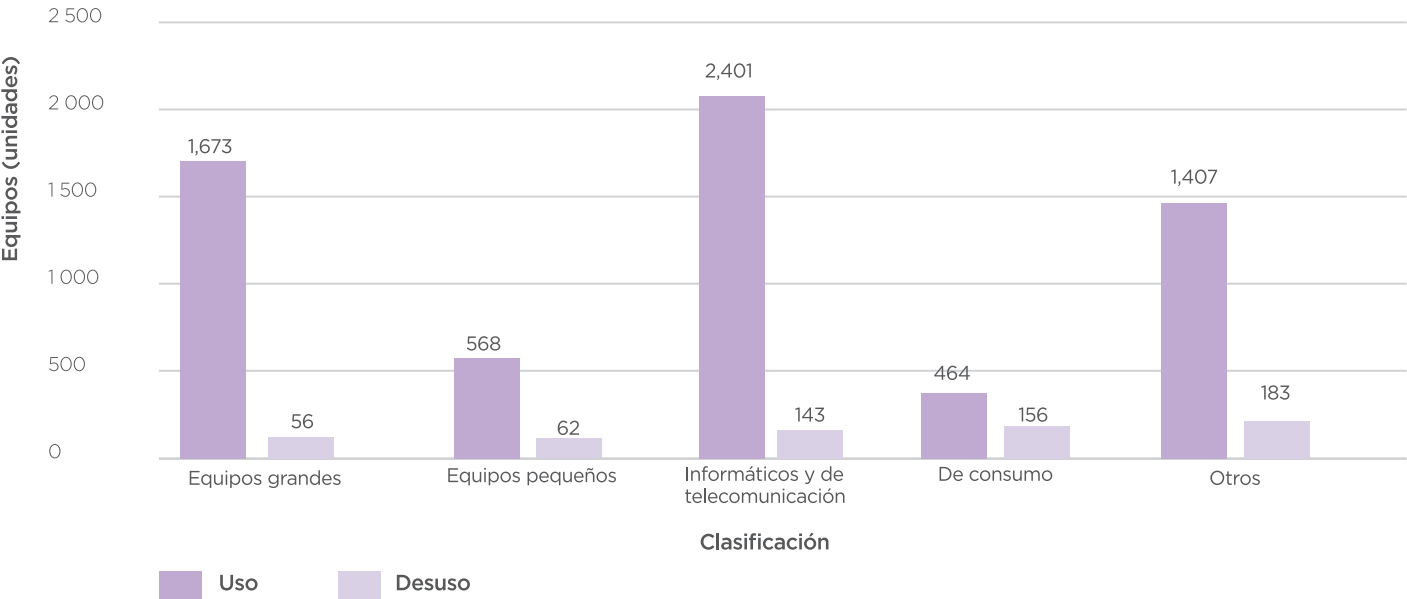
Clasificación	Equipos en Uso (unidades)	Porcentaje con respecto al total		Equipos en Desuso (unidades)	Porcentaje con respecto al total:		Total
		por clasificación	por equipos en uso		por clasificación	por equipos en uso	
Equipos grandes	1,673	96.8	25.7	56	3.2	9.3	1,729
Equipos pequeños	568	90.2	8.7	62	9.8	10.3	630
Informáticos y de telecomunicación	2,401	94.4	36.9	143	5.6	23.8	2,544
Equipos de consumo	464	74.8	7.1	156	25.2	26.0	620
Otros equipos	1,407	88.5	21.6	183	11.5	30.5	1,590
Total	6,513	91.6	100	600	8.4	100	7,113

Como se puede apreciar en la **Tabla 85**, la mayor cantidad de equipos en uso corresponde a informáticos y de telecomunicación con un 36.9%, seguido de equipos grandes con 25.7% y otros equipos, con 21.6 por ciento.

Las pantallas, laptops y celulares (tomando como ejemplo algunos aparatos dentro de la clasificación) son la categoría de mayor consumo. La siguiente categoría corresponde a equipos grandes, con lo cual se puede suponer que estos resultan ser de mayor importancia dentro de los enseres que satisfacen las actividades diarias en las viviendas, a diferencia, por ejemplo, de otros equipos en los que se incluyen herramientas domésticas y videojuegos, por mencionar algunos dentro de la categoría y que además, son los de mayor porcentaje en desuso (30.50%); después le sigue equipos de consumo (26.0%), equipos informáticos y de telecomunicación (23.83%), equipos pequeños (10.33%) y equipos grandes (9.33%).



Figura 47. Resultados de las encuestas en hogares en Baja California de equipos en uso y desuso según su categoría



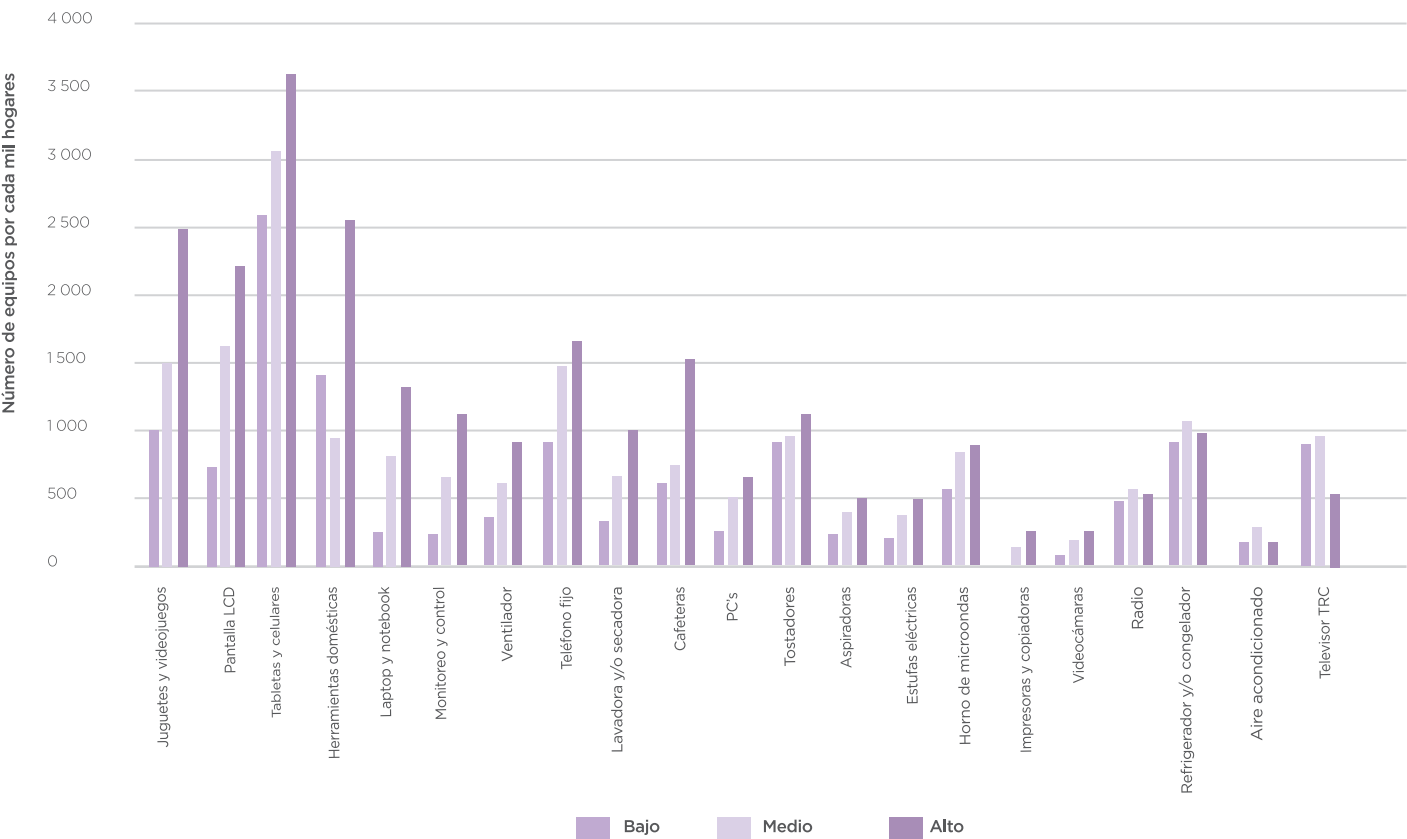
De manera similar a lo identificado en Jalisco, en el indicador del número de equipos por cada mil hogares (**Tabla 86** y **Figura 48**), la diferencia mayor (1,406 piezas) se identifica en los equipos “*juguets y videojuegos*” entre lo reportado en las encuestas por el estrato socioeconómico alto y el bajo, seguido de “*pantalla LCD*” (con 1,250 piezas de diferencia), mientras que el tercer sitio lo ocupan las “*tabletas y celulares*” con 1,156 piezas y las “*herramientas domésticas*” con 1,148 piezas. En este caso, también los equipos “*aire acondicionado*” son los que mantienen la diferencia más pequeña con sólo ocho piezas entre ambos niveles económicos.



Tabla 86. Número de aparatos y equipos electrónicos por cada mil hogares en Baja California

Categorías	Equipos	Número de equipos por cada 1000 hogares			
		Bajo	Medio	Alto	Promedio
Equipos grandes	Lavadora y/o secadora	867	1,102	1,531	1,167
	Refrigerador y/o congelador	1,008	1,063	1,023	1,031
	Aire acondicionado	250	328	258	279
	Ventilador	844	1,422	1,594	1,286
	Horno de microondas	586	750	922	753
Equipos pequeños	Tostadores	297	602	734	544
	Aspiradoras	102	250	500	284
	Estufas eléctricas	117	219	484	273
	Cafeteras	211	578	828	539
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	836	1,336	2,086	1,419
	Laptop y notebook	305	852	1,352	836
	Tabletas y celulares	2,539	3,078	3,695	3,104
	PC's	164	430	680	424
	Teléfono fijo	281	703	984	656
	Impresoras y copiadoras	23	227	336	195
De consumo	Televisor TRC	852	930	516	766
	Radio	523	711	617	617
	Videocámaras	55	297	352	234
Otros equipos	Herramientas domésticas	1,406	1,148	2,555	1,703
	Juguetes y videojuegos	1,055	1,484	2,461	1,667
	Monitoreo y control	320	828	1,164	771

Figura 48. Número de equipos por cada mil hogares de acuerdo al estrato socioeconómico, en Jalisco



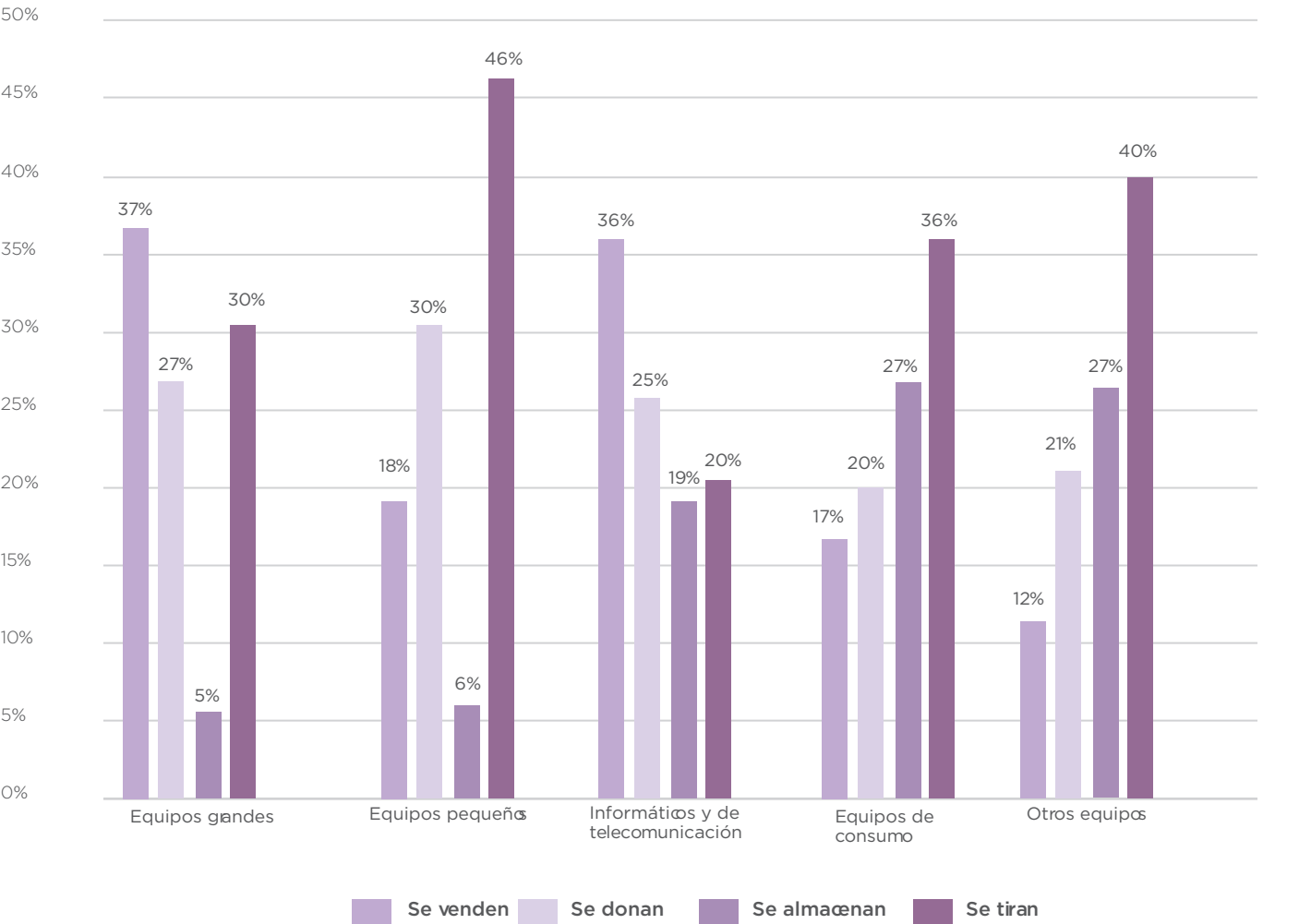
Para identificar qué se hace con los aparatos eléctricos y electrónicos cuando ya no funcionan, se recabó información en las encuestas con las cuatro acciones descritas y analizadas para el estado de Baja California, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 87. Resultados de las encuestas en hogares en Baja California- destino final de equipos en desuso

Clasificación	Se venden (%)	Se donan (%)	Se almacenan (%)	Se tiran (%)	Total (%)
Equipos grandes	37.1	27.4	5.4	30.2	100
Equipos pequeños	18.0	29.9	6.3	45.8	100
Informáticos y de telecomunicación	36.0	25.2	19.2	19.7	100
Equipos de consumo	17.2	19.6	27.1	36.1	100
Otros equipos	12.1	20.8	27.3	39.8	100

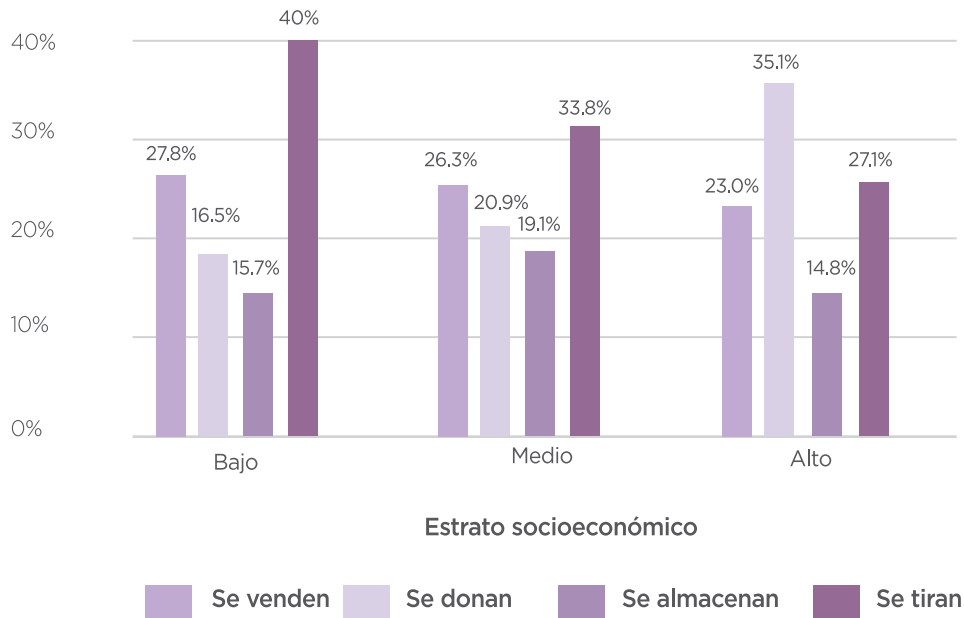
Acorde a la **Tabla 87**, los aparatos más vendidos y donados son los que se encuentran dentro de equipos grandes; los menos vendidos corresponden a otros equipos y los menos donados son los equipos de consumo; el almacenamiento de aparatos eléctricos y electrónicos resulta ser mayor para equipos de consumo y otros equipos, que para equipos pequeños y los que mayormente son tirados en las viviendas después de concluido su tiempo de funcionamiento son los equipos pequeños. Para observar el destino de los **RAEE** para cada clasificación, se presenta la **Figura 49**.

Figura 49. Destino de los equipos eléctricos y electrónicos en desuso en hogares en Baja California



Para identificar el destino de los equipos por nivel de ingresos en las viviendas encuestadas en Baja California, se presenta la **Figura 50**.

Figura 50. Destino de los equipos en desuso por estrato socioeconómico, Baja California



Se puede observar que en Baja California existe un mayor porcentaje de personas que tiran sus equipos cuando han dejado de funcionar, siendo el estrato bajo el de mayor porcentaje con un 40.0% y el estrato alto, el que menos tira con un 27.1%; después se tiene la venta, con esta actividad el estrato bajo sigue siendo el de mayor porcentaje con 27.8% y el estrato alto, el de menor con 23%; para donación se tiene un 35.1% en el estrato alto y en el bajo, un 16.5%; las acciones de almacenamiento son más frecuentes en el estrato medio, con un 19.1%, seguido del estrato bajo con 15.7% y el alto con 14.8 por ciento. Se puede observar, que a diferencia de Jalisco y la Ciudad de México, Baja California presenta un mayor porcentaje de población que tira los aparatos eléctricos y electrónicos.

Para determinar la generación potencial, es primordial conocer el tiempo de vida útil que le otorgan las personas encuestadas dentro de las viviendas, a los aparatos eléctricos y electrónicos. Para saber el tiempo de vida útil, se atiende el tiempo de reemplazo de cada equipo, que se muestra en la **Tabla 88**.



Tabla 88. Resultado de las encuestas en hogares en Baja California- tiempo de reemplazo de los equipos por clasificación

Clasificación	Tiempo de reemplazo (años)
Equipos grandes	7
Equipos pequeños	5
Informáticos y de telecomunicación	3
Equipos de consumo	7
Otros equipos	6

Para Baja California, se identifica que la vida útil de los equipos es la misma que para Ciudad de México y Jalisco, excepto en los equipos grandes y de consumo; es decir, para las tres entidades el tiempo de vida útil es el mismo para los equipos pequeños, informáticos y de telecomunicación y otros equipos.

a) Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Hogares

Como se menciona anteriormente el segundo nivel de análisis considera la generación por estado; para determinar la generación potencial de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en Baja California, se calcula el consumo resultante por piezas, extrapolando los valores de las encuestas a las 930,305 viviendas registradas que cuentan con televisión, según estadísticas del INEGI.

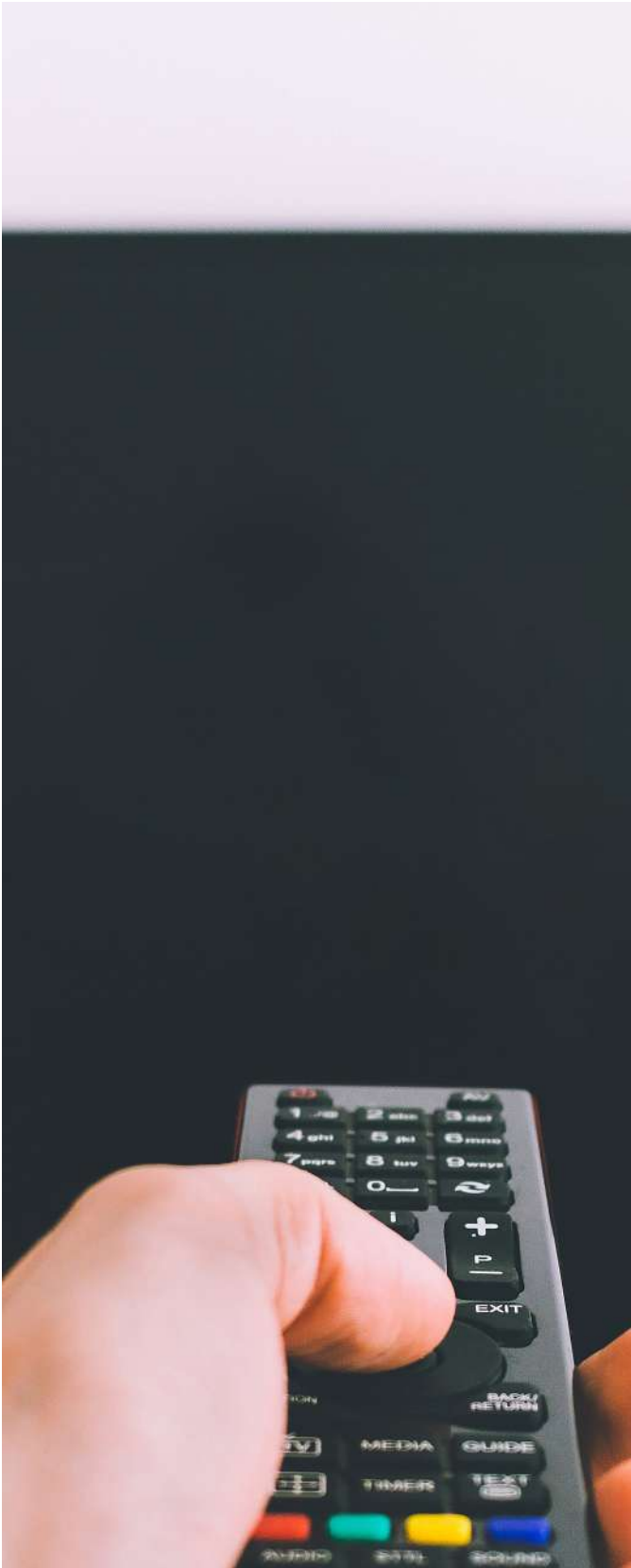


Tabla 89. Consumo de **AEE's** en Baja California basado en encuesta a hogares

Clasificación / Equipos	Consumo (piezas)			Peso promedio (kg)	Consumo (ton)		
	Uso	Desuso	Total		Uso	Desuso	Total
Equipos grandes	4,053,126	135,669.48	4,188,795.17	133,949.32	4,473.07	138,422.39	
Lavadoras y secadoras	1,041,748	9,858.01	1,082,933.16	58.2875	60,720.87	2,400.59	63,121.47
Refrigerador y congelador	927,882	8,159.41	954,531.69	49	45,466.23	1,305.82	46,772.05
Aire acondicionado	244,690	251.08	254,380.27	26.25	6,423.10	254.38	6,677.48
Ventiladores	1,150,768	1,073.81	1,196,798.62	5.3	6,099.07	243.96	6,343.03
Hornos de microondas	688,038	2,686.84	700,151.42	22.15	15,240.04	268.31	15,508.35
Equipos pequeños	1,376,076	9,633.94	1,526,281.64	14,870.28	1,376.86	16,247.15	
Tostadores	465,153	377.31	506,337.88	3.2	1,488.49	131.79	1,620.28
Aspiradoras	227,731	403.74	264,070.95	5.775	1,315.15	209.86	1,525.01
Estufas eléctricas	234,999	8,523.10	254,380.27	46.675	10,968.57	904.62	11,873.20
Cafeteras	448,194	329.79	501,492.54	2.45	1,098.07	130.58	1,228.66
Informáticos y de telecomunicación	5,816,829	21,637.21	6,163,270.63	27,890.74	1,854.74	29,745.47	
Pantalla LCD	1,279,169	14,191.13	1,320,354.75	13.925	17,812.43	573.51	18,385.94
Notebook y Laptop	743,759	4,101.66	767,986.16	8.9	6,619.46	215.62	6,835.08
Tabletas y celulares	2,800,606	191.65	2,887,821.77	0.1	280.06	8.72	288.78
PC's	278,607	1,056.68	394,895.09	5.425	1,511.44	630.86	2,142.31
Teléfonos fijos	574,173	197.43	610,512.66	0.475	272.73	17.26	289.99
Impresoras y copiadoras	140,515	1,898.66	181,700.20	9.925	1,394.61	408.76	1,803.37
Equipos de consumo	1,124,119	2,867.32	1,502,054.95	15,512.35	7,120.83	22,633.18	
Televisor TRC	474,843	2,578.18	709,842.10	28.4	13,485.55	6,673.97	20,159.52
Radio	465,153	219.13	574,172.62	3.15	1,465.23	343.41	1,808.64
Videocámara	184,123	70.02	218,040.23	3.05	561.57	103.45	665.02
Otros equipos	3,408,696	410.21	3,852,044.14	1,586.48	214.04	1,800.53	
Herramientas domésticas	1,506,900	151.74	1,584,425.70	0.5	753.45	38.76	792.21
Juguetes y video-juegos	1,228,293	255.65	1,550,508.33	0.5	614.15	161.11	775.25
Monitoreo y control	673,502	2.83	717,110.10	0.325	218.89	14.17	233.06
Total	15,778,845	170,218	17,232,447	---	193,809	15,040	208,849



De la **Tabla 89** de consumo destaca lo siguiente:

- El consumo de aparatos eléctricos y electrónicos por unidad es de 17,232,447 piezas, lo que representa en peso 208,849 ton o bien, 208 kt.
- Se tiene un mayor consumo por piezas de equipos informáticos y de telecomunicación, el cual representa el 35.77% del total, seguido de equipos grandes con 24.31%.
- Referente al consumo en unidades de masa, los equipos grandes resultan ser más representativos por su cantidad de consumo en piezas y su peso promedio, con un valor porcentual del 66.28%, seguido de equipos informáticos y de telecomunicación con el 14.24%.

A partir del consumo estimado, se calcula la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, utilizando el promedio de vida útil reportado en las encuestas. Los resultados son presentados en la **Tabla 90**.

Tabla 90. Generación potencial de residuos en hogares de Baja California

Clasificación/ Equipos	Promedio vida útil encuestas (años)	Generación de residuos (ton/año)	Generación de residuos (kt/año)
Equipos grandes	7	19,774.63	19.77
Lavadoras y secadoras	7	9,017.35	9.02
Refrigerador y congelador	7	6,681.72	6.68
Aire acondicionado	7	953.93	0.95
Ventiladores	7	906.15	0.91
Hornos de microondas	7	2,215.48	2.22
Equipos pequeños	5	3,249.43	3.25
Tostadores	5	324.06	0.32
Aspiradoras	5	305.00	0.31
Estufas eléctricas	5	2,374.64	2.37
Cafeteras	5	245.73	0.25
Informáticos y de telecomunicación	3	9,915.16	9.92
Pantalla LCD	3	6,128.65	6.13
Notebook y Laptop	3	2,278.36	2.28
Tabletas y celulares	3	96.26	0.10
PC'S	3	714.10	0.71
Teléfonos fijos	3	96.66	0.10
Impresoras y copiadoras	3	601.12	0.60
Equipos de consumo	7	3,233.31	3.23
Televisor TRC	7	2,879.93	2.88
Radio	7	258.38	0.26
Videocámara	7	95.00	0.10
Otros equipos	6	300.09	0.30
Herramientas domésticas	6	132.04	0.13
Juguetes y videojuegos	6	129.21	0.13
Monitoreo y control	6	38.84	0.04
TOTAL		36,472.61	36.47

Empresas

Debido a que no se obtuvieron encuestas de empresas en este estado para realizar la proyección de la generación de este sector, se decidió utilizar el promedio de los valores obtenidos de consumo en la Ciudad de México y Jalisco, pero utilizando el promedio de vida de las encuestas de los hogares de Baja California. De este modo, se obtuvo que el total generado es de 19.89 kt.



Tabla 91. Generación potencial de residuos en empresas de Baja California

Clasificación/ Equipos	Consumo BC (kt)	Promedio vida útil encuestas hogares(años)	Generación de residuos (ton/año)	Generación de residuos (kt/año)
Equipos grandes	34,196.55	7	4,885.22	4.89
Lavadoras y secadoras	942.58	7	134.65	0.13
Refrigerador y congelador	14,166.15	7	2,023.74	2.02
Aire acondicionado	11,612.70	7	1,658.96	1.66
Ventiladores	2,948.15	7	421.16	0.42
Hornos de microondas	4,526.97	7	646.71	0.65
Equipos pequeños	4,002.23	5	800.45	0.80
Tostadores	51.75	5	10.35	0.01
Aspiradoras	194.31	5	38.86	0.04
Estufas eléctricas	3,139.76	5	627.95	0.63
Cafeteras	616.42	5	123.28	0.12
Informáticos y de telecomunicación	37,965.07	3	12,655.02	12.66
Pantalla LCD	7,781.07	3	2,593.69	2.59
Notebook y Laptop	5,059.62	3	1,686.54	1.69
Tabletas y celulares	308.91	3	102.97	0.10
PC'S	13,112.75	3	4,370.92	4.37
Teléfonos fijos	922.97	3	307.66	0.31
Impresoras y copiadoras	10,531.42	3	3,510.47	3.51
Routers	152.30	3	50.77	0.05
GPS	96.04	3	32.01	0.03
Equipos de consumo	2,196.74	7	313.82	0.31
Televisor TRC	1,451.08	7	207.30	0.21
Radio	745.66	7	106.52	0.11
Videocámara	0.00	7	0.00	0.00
Otros equipos	7,414.52	6	1235.75	1.24
Herramientas domésticas	3,494.03	6	582.34	0.58
Juguetes y videojuegos	8.09	6	1.35	0.00
Monitoreo y control	1,018.22	6	169.70	0.17
TOTAL		36,472.61	36.47	

Generación total en Baja California

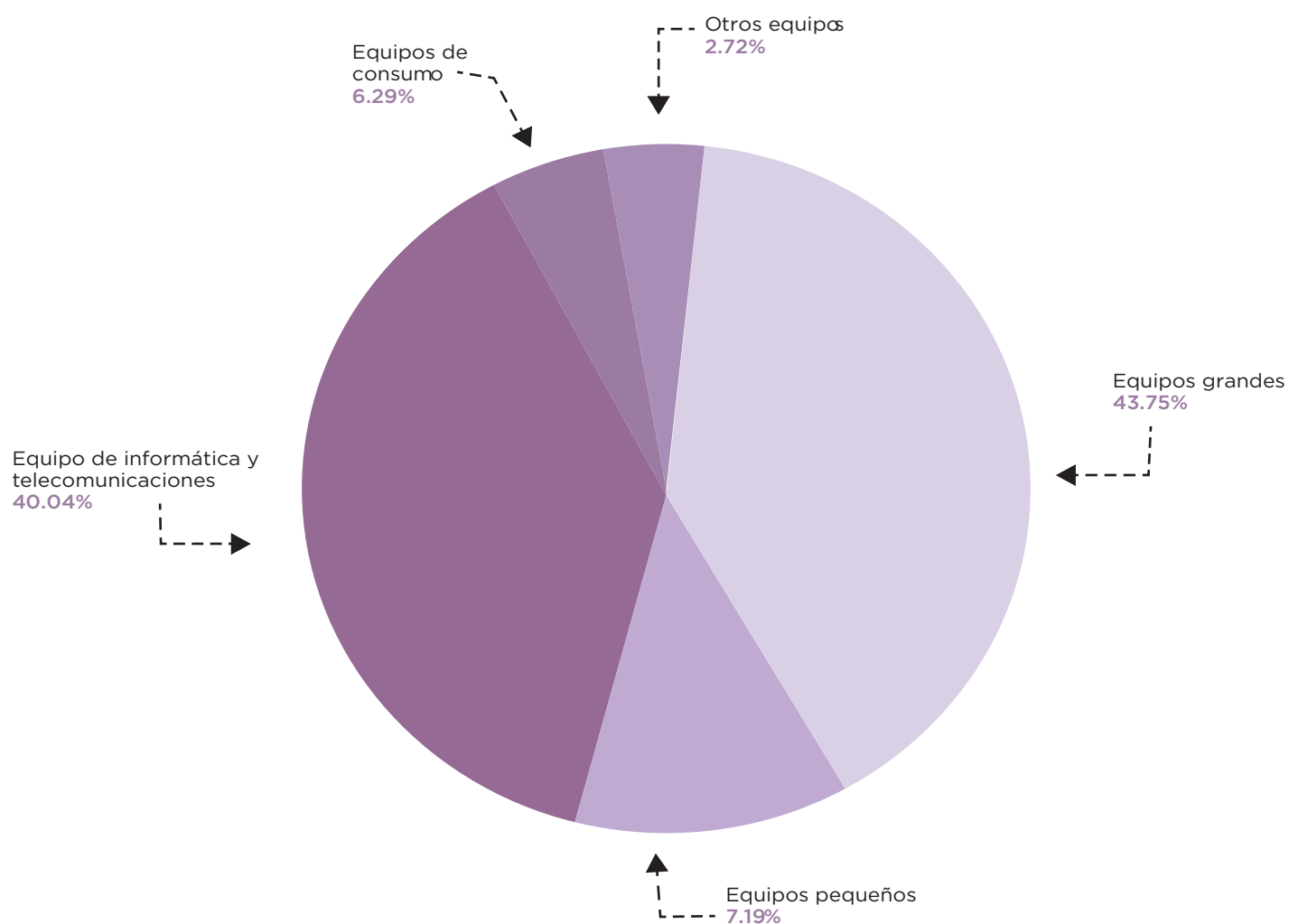
La generación total de **RAEE** en Baja California para 2015, considerando los resultados obtenidos de las encuestas tanto para hogares como empresas es de 56.36 kt, como se muestra en la **Tabla 92**.

Tabla 92. Generación total de **RAEE** en Baja California para 2015

Clasificación/ Equipos	Consumo BC (kt)	Promedio vida útil encuestas hogares(años)	Generación de residuos (ton/año)	Generación de residuos (kt/año)
Equipos grandes	34,196.55	7	4,885.22	4.89
Lavadoras y secadoras	942.58	7	134.65	0.13
Refrigerador y congelador	14,166.15	7	2,023.74	2.02
Aire acondicionado	11,612.70	7	1,658.96	1.66
Ventiladores	2,948.15	7	421.16	0.42
Hornos de microondas	4,526.97	7	646.71	0.65
Equipos pequeños	3,249.43	800.44	4,049.87	4.05
Tostadores	324.06	10.35	334.41	0.33
Aspiradoras	305	38.86	343.86	0.34
Estufas eléctricas	2,374.64	627.95	3002.59	3.00
Cafeteras	245.73	123.28	369.01	0.37
Informáticos y de telecomunicación	9,915.15	12,655.03	22,487.40	22.49
Pantalla LCD	6,128.65	2,593.69	8,722.34	8.72
Notebook y Laptop	2,278.36	1,686.54	3,964.90	3.96
Tabletas y celulares	96.26	102.97	199.23	0.20
PC'S	714.1	4,370.92	5,085.02	5.09
Teléfonos fijos	96.66	307.66	404.32	0.40
Impresoras y copiadoras	601.12	3,510.47	4,111.59	4.11
Routers	0.00	50.77	50.77	0.05
GPS	0.00	32.01	32.01	0.03
Equipos de consumo	3,233.31	313.82	3,547.13	3.55
Televisor TRC	2,879.93	207.3	3,087.23	3.09
Radio	258.38	106.52	364.90	0.36
Videocámara	95	0	95.00	0.10

Clasificación/ Equipos	Consumo BC (kt)	Promedio vida útil encuestas hogares(años)	Generación de residuos (ton/año)	Generación de residuos (kt/año)
Otros equipos	300.09	1235.76	1535.85	1.53585
Herramientas domésticas	132.04	582.34	714.38	0.71
Juguetes y videojuegos	129.21	1.35	130.56	0.13
Monitoreo y control	38.84	169.7	208.54	0.21
Básculas		408.63	408.63	0.41
Calculadoras		73.74	73.74	0.07
TOTAL		36,472.61	36.47	

Figura 51. Distribución porcentual de la generación total de **RAEE** en Baja California para 2015



Con base en el peso, los residuos con mayor participación son los “*equipos grandes*” con un 43.75% del total, en estos se incluyen las lavadoras, refrigeradores y congeladores, aire acondicionado, ventiladores y hornos de microondas. En segunda posición se ubican los “*equipos informáticos y de telecomunicación*” con un 40.04% donde se ubican las pantallas LCD, notebook y laptop, tabletas y celulares, PCs, teléfonos fijos e impresoras y copiadoras.

b)Variables determinantes del consumo de AEE’s en Baja California

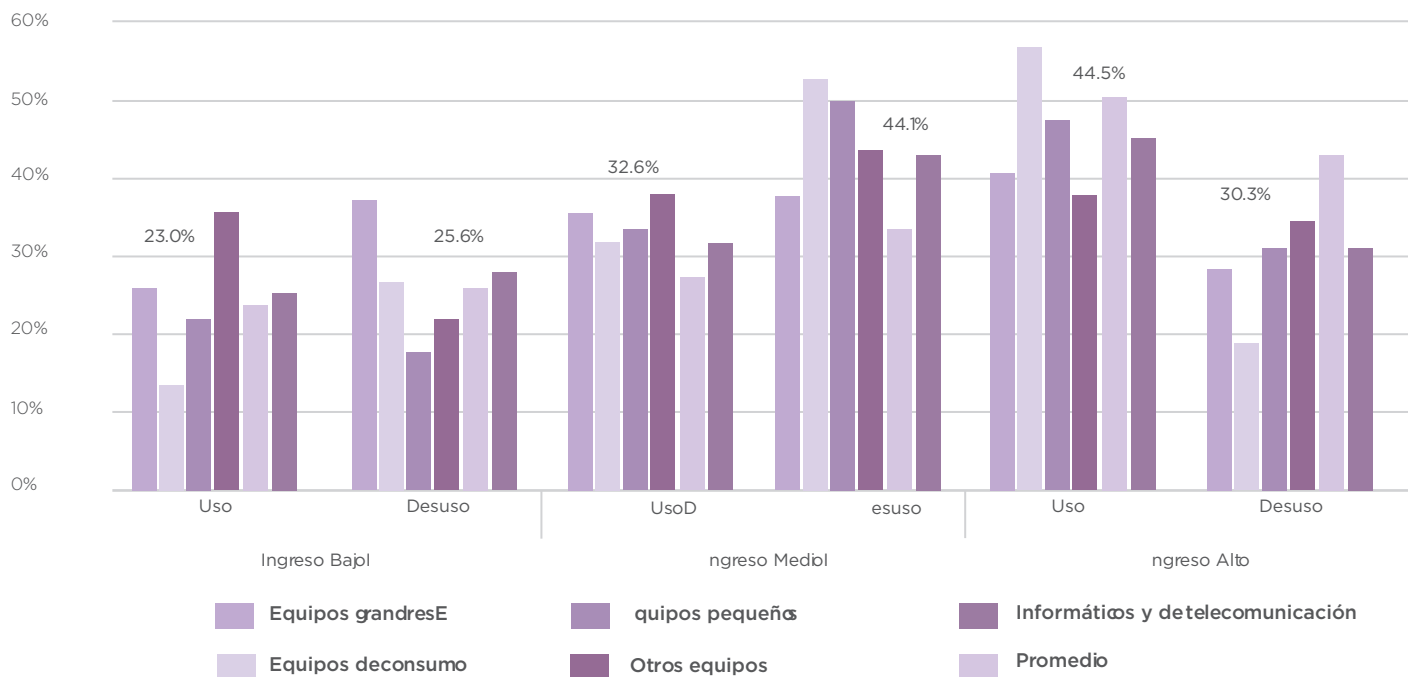
Derivado de los resultados de las acciones que se realizan al término de funcionamiento de los **AEE’s**, se analiza la influencia que el nivel de ingreso tiene en el comportamiento del consumo de equipos. Los resultados de las encuestas del consumo reportado de equipos según su categoría en las viviendas de cada estrato se presentan la **Tabla 93**.

Clasificación	Ingreso Bajo		Ingreso Medio		Ingreso Alto		Total	
	Uso	Desuso	Uso	Desuso	Uso	Desuso	Uso	Desuso
Equipos grandes	394	23	491	12	571	48	1,456	83
Equipos pequeños	105	6	120	8	220	25	445	39
Informáticos y de telecomunicación	499	25	709	38	1,076	67	2,284	130
Equipos de consumo	143	39	99	33	157	56	399	128
Otros equipos	148	17	174	8	548	52	870	77
Total	1,289	110	1,593	99	2,572	248	5,454	457

Como se puede observar, el número total de equipos por estrato, aumenta de acuerdo al nivel de ingresos; esto es, que para las viviendas con ingreso bajo, se tiene un conteo de 1,618 equipos, para las viviendas de ingreso medio 2,338 equipos y para las viviendas de ingresos altos se tienen 7,113 equipos. Lo anterior comprueba que, a mayor ingreso en las viviendas en Baja California, mayor es el consumo de equipos y por consecuencia, mayor generación potencial de residuos.

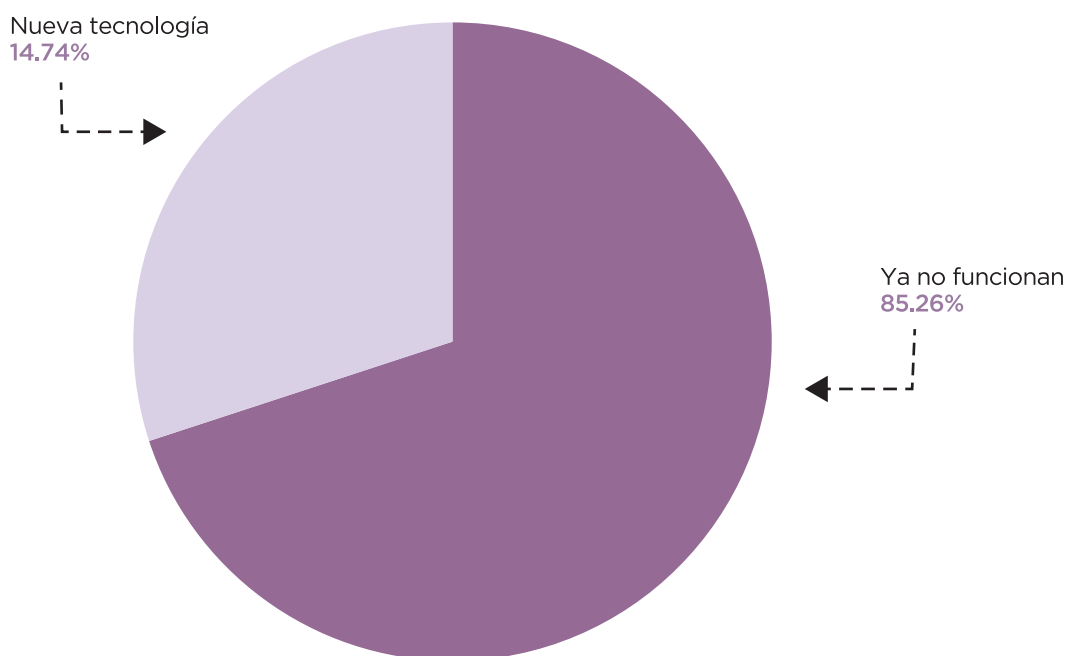
Por otro lado, de acuerdo a los equipos en uso por estrato económico, el estrato bajo representa el 23.0%, el estrato medio el 32.6% y el estrato alto el 44.5%. En el número de equipos en desuso, el mayor porcentaje lo tiene el estrato medio, con el 44.1%, seguido del estrato alto con 30.3% y el bajo con el 25.6% (**Figura 52**).

Figura 52. Consumo de equipos por estrato en Baja California



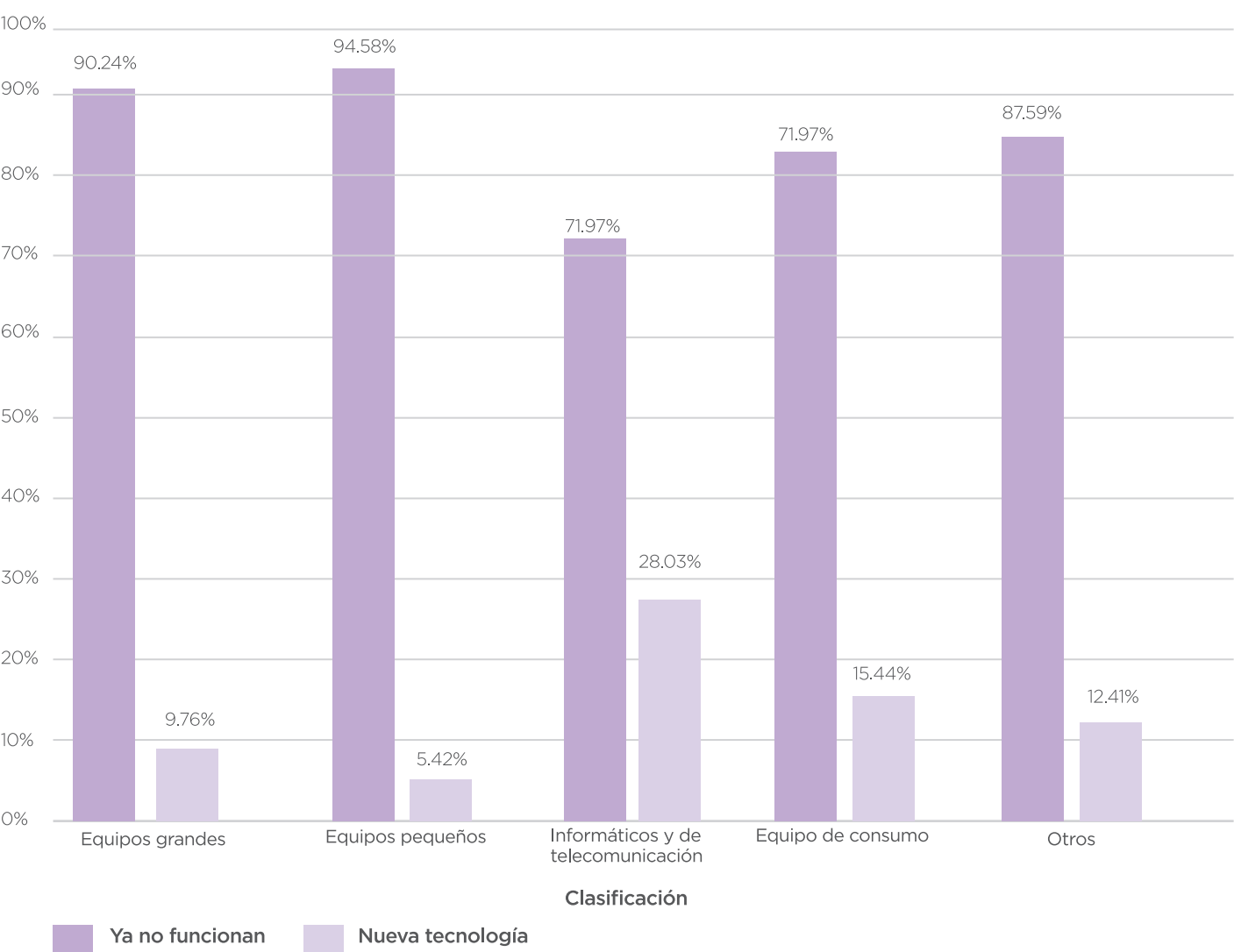
Otro de los factores determinantes del consumo de aparatos eléctricos y electrónicos en Baja California es el motivo de sustitución de los equipos; de las encuestas se recolecta información de la influencia del avance tecnológico en la decisión de reemplazo.

Figura 53. Porcentaje de variables de reemplazo de AEE's en Baja California



Como se puede observar, el 85% de los encuestados decide cambiar sus equipos porque ya no funcionan, lo que en algunos casos se determina por la durabilidad de éstos; tan solo el 14.74% cambia por nueva tecnología, lo que supone que en la mayoría de las viviendas, las personas deciden su consumo por el tiempo de vida útil independientemente del uso que se le da en la vida diaria. Todo lo anterior, es posible observarlo en la siguiente gráfica, en donde todas las categorías mantienen una relación por arriba del 70% a favor de reemplazar su aparatos eléctricos y electrónicos porque no funcionan.

Figura 54. Variables de reemplazo de **AEE's** en Baja California



En las Tablas siguientes, se resume la información obtenida de las encuestas en los tres estados piloto. La **Tabla 94** agrupa los datos sobre el porcentaje de equipos en uso y desuso; en ella se identifica que la clasificación “*Equipos grandes*” es en la que se reporta el mayor porcentaje de equipos en uso (un promedio de 95.1%), seguido de “*Equipos informáticos y de telecomunicación*” (con un 94.8%); en contraparte, la categoría “*Equipos de consumo*”, que incluye las televisiones TRC, radios y videocámaras, se ubica con el menor porcentaje de equipos en uso, es decir, con un 72.2 por ciento.

Tabla 94. Porcentaje de equipos en uso y desuso reportados en las encuestas de los tres estados piloto

Clasificación	CDMX		Jalisco		Baja California		Promedio	
	Uso (%)	Desuso (%)	Uso (%)	Desuso (%)	Uso (%)	Desuso (%)	Uso (%)	Desuso (%)
Equipos grandes	94	6	94.6	5.4	96.8	3.2	95.1	4.9
Equipos pequeños	91.2	8.8	91.9	8.1	90.2	9.8	91.1	8.9
Informáticos y de telecomunicación	95.4	4.6	94.6	5.4	94.4	5.6	94.8	5.2
Equipos de consumo	66.1	33.9	75.7	24.3	74.8	25.2	72.2	27.8
Otros equipos	86.4	13.6	91.9	8.1	88.5	11.5	88.9	11.1

La **Tabla 95** agrupa la información del destino final de los equipos en desuso en los tres estados piloto, en ésta se identifica que en Jalisco se reportó el mayor porcentaje de equipos en desuso que son enviados a venta, en la Ciudad de México aquellos que son donados, mientras que en Baja California, los que son almacenados y tirados en comparación a los otros dos estados piloto.

Tabla 95. Destino final de los equipos en desuso reportado en las encuestas de los tres estados piloto

Clasificación	Se venden (%)			Se donan (%)			Se almacenan (%)			Se tiran (%)		
	CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC	CDMX	Jalisco	BC
Equipos grandes	38.9	48.8	37.1	30.8	31	27.4	6	4.2	5.4	24.3	16	30.2
Equipos pequeños	31.4	41	18	32.8	32	29.9	4.4	3.5	6.3	31.4	23.4	45.8
Informáticos y de telecomunicación	30	46	36	30.5	26.2	25.2	18	14.4	19.2	21.5	13.4	19.7
Equipos de consumo	24.1	39.2	17.2	28.7	23.6	19.6	27.7	19.8	27.1	19.5	17.5	36.1
Otros equipos	24.8	36.4	12.1	31	26.8	20.8	14.1	15.9	27.3	30.1	20.9	39.8
Promedio	29.84	42.28	24.08	30.76	27.92	24.58	14.04	11.56	17.06	25.36	18.24	34.32

Con la información de la **Tabla 95**, se obtuvieron los valores de la **Tabla 96**, en ella se identifica, que en su mayoría, el destino final de los equipos en desuso es la venta con un 32.07% seguido de la donación con un 27.75%. Cabe mencionar, que estos valores se utilizaron para realizar las estimaciones finales en la tercera aproximación, como se describirá posteriormente.



Tabla 96. Promedio de los porcentajes del destino final de los equipos por clasificación

Clasificación	Promedio			
	Se venden (%)	Se donan (%)	Se almacenan (%)	Se tiran (%)
Equipos grandes	41.6	29.7	5.2	23.5
Equipos pequeños	30.1	31.6	4.7	33.5
Informáticos y de telecomunicación	37.3	27.3	17.2	18.2
Equipos de consumo	26.8	24.0	24.9	24.4
Otros equipos	24.4	26.2	19.1	30.3
Promedio	32.07	27.75	14.22	25.97

Otro resultado de las encuestas, se refiere al tiempo de reemplazo de los equipos, el cuál se obtuvo únicamente por clasificación. Se identifica que es “Equipos informáticos y de telecomunicación”, la agrupación con el menor tiempo de reemplazo, es decir, de tres años.

Tabla 97. Tiempo de reemplazo (años) en los tres estados piloto

Clasificación	Promedio			
	CDMX	Jalisco	BC	Promedio
Equipos grandes	7	12	7	8.7
Equipos pequeños	5	5	5	5.0
Informáticos y de telecomunicación	3	3	3	3.0
Equipos de consumo	15	15	7	12.3
Otros equipos	6	6	6	6.0

Cabe mencionar, que el resumen de los resultados del número de equipos por cada mil hogares de acuerdo al nivel socioeconómico y de los factores de generación, se incluyen en el apartado 11. Factores de generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a escala nacional y estatal del presente estudio.

6.2.2 Estimación de la generación (encuestas-tasa de desecho) en los estados piloto

De las encuestas a hogares realizadas en los estados piloto, se calculó la tasa de desecho como se describe en apartados previos, que corresponde a la relación porcentual que existe entre el consumo total por dispositivo con respecto a la cantidad total que se encuentra en desuso, tal y como se muestra en la [Tabla 98](#).

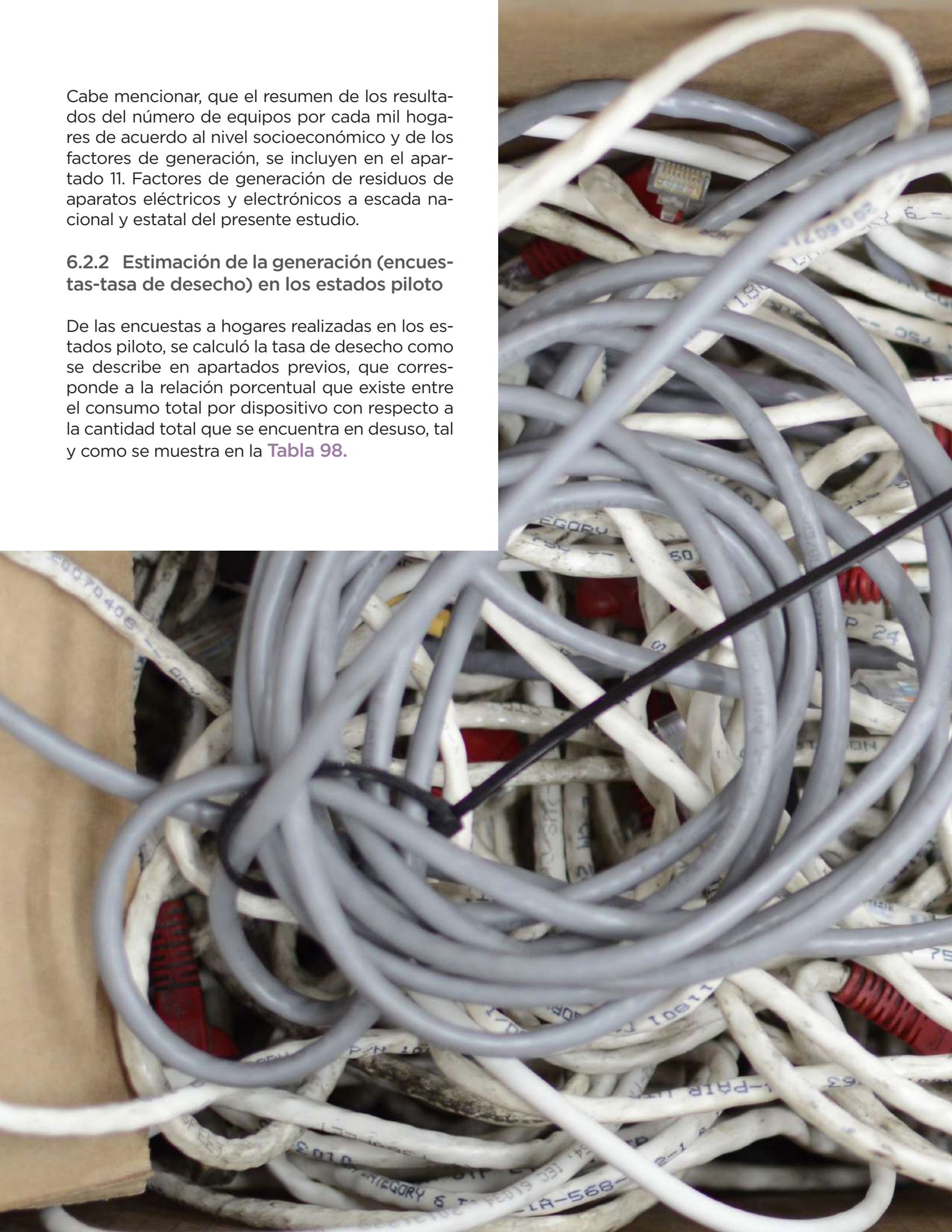




Tabla 98. Estimación de la tasa de desecho de los estados piloto con base en los resultados de las encuestas

Categorías	Dispositivos	Consumo Baja California	
		Desuso (t)	Total (t)
Equipos grandes	Lavadoras y secadoras	2,400.59	63,121.47
	Refrigerador y congelador	1,305.82	46,772.05
	Aire acondicionado	254.38	6,677.48
	Ventiladores	243.96	6,343.03
	Hornos de microondas	268.31	15,508.35
Total			138,422.39
Equipos pequeños	Tostadores	131.79	1,620.28
	Aspiradoras	209.86	1,525.01
	Estufas eléctricas	904.62	11,873.20
	Cafeteras	130.58	1,228.66
Total		16,247.15	
Informáticos y de telecomunicación	Pantalla LCD	573.51	18,385.94
	Notebook y Laptop	215.62	6,835.08
	Tabletas y celulares	8.72	288.78
	PC's	630.86	2,142.31
	Teléfonos fijos	17.26	289.99
	Impresoras y copiadoras	408.76	1,803.37
Total		29,745.47	
De consumo	Televisor TRC	6,673.97	20,159.52
	Radio	343.41	1,808.64
	Videocámara	103.45	665.02
Total		29,745.47	
Otros	Herramientas domésticas	38.76	792.21
	Juguetes y videojuegos	161.11	775.25
	Monitoreo y control	14.17	233.06
Total		1,800.53	
Total		208,848.72	

	Consumo Ciudad de México			Consumo Jalisco		
Tasa de desecho (%)	Desuso (t)	Total (t)	Tasa de desecho (%)	Desuso (t)	Total (t)	Tasa de desecho
3.80	10,046.02	147,212.84	6.82	5,473.85	118,296.08	4.63
2.79	1,948.91	130,577.22	1.49	1,789.53	97,912.96	1.83
3.81	696.04	2,784.16	25.00	273.91	3,012.99	9.09
3.85	808.07	6,113.23	13.22	1,161.37	12,885.67	9.01
1.73	2,496.13	44,196.26	5.65	1,617.88	32,242.10	5.02
		330,883.71			264,349.80	
8.13	296.98	2,312.18	12.84	233.73	1,886.57	12.39
13.76	344.54	3,866.51	8.91	241.04	2,018.70	11.94
7.62	618.81	46,410.99	1.33	1,461.10	42,615.51	3.43
10.63	324.82	2,468.62	13.16	140.61	1,648.93	8.53
1,585.15	55,058.30		2,076.48	48,169.71		
3.12	1,476.93	55,292.64	2.67	581.21	42,573.38	1.37
3.15	707.97	20,118.23	3.52	557.21	12,304.99	4.53
3.02	31.16	848.51	3.67	37.04	574.95	6.44
29.45	719.24	5,502.20	13.07	396.25	3,170.03	12.50
5.95	12.60	1,057.98	1.19	24.78	592.29	4.18
22.67	2,236.94	11,250.50	19.88	776.72	5,695.98	13.64
5,184.84	94,070.06			64,911.62		
33.11	26,733.26	55,160.89	48.46	14,520.77	38,672.67	37.55
18.99	960.54	4,927.97	19.49	312.26	3,286.90	9.50
15.56	586.33	2,264.45	25.89	175.04	1,050.24	16.67
5,184.84	94,070.06			64,911.62		
4.89	82.86	1,541.23	5.38	20.87	910.42	2.29
20.78	593.29	3,317.79	17.88	180.00	1,533.88	11.73
6.08	25.85	258.53	10.00	0.00	16.96	0.00
702.01	5,117.56		200.87	2,461.26		
51,747.31	547,482.93		29,975.18	422,902.20		

Una vez determinada la tasa de desecho por dispositivo para cada estado, se calculó la generación de residuos, en esta segunda estimación, multiplicando este porcentaje por el consumo aparente obtenido de las fuentes oficiales. Este total ya refleja la generación de residuos, sin embargo, considera el porcentaje de los equipos que permanece almacenado en los hogares; es por ello que se elimina esta cantidad del total obtenido. Este porcentaje de almacenamiento es resultado de las encuestas realizadas en cada estado, donde se preguntó a cada encuestado lo que realizaba con sus equipos una vez que estos ya no funcionaban. Los porcentajes se describen en el apartado 6.2.1. Resultados de las encuestas y estimación de la generación (vida útil) en los estados piloto.

Al aplicar estos porcentajes, el total obtenido se segrega en la cantidad que se vende, dona, almacena o tira, la consideración para el resultado final fue sumar el volumen que se vende, dona y tira, que serían los residuos que finalmente saldrán de los hogares; de este modo, se realiza para cada estado y los resultados se presentan a continuación. Cabe mencionar, que se utilizan dos valores de consumo aparente teórico, es decir, el acumulado en el periodo de 2006 a 2015 y el 2015, con el objetivo de mostrar otro escenario posible y que será analizado posteriormente.

6.2.2.1 Ciudad de México

De acuerdo a lo descrito previamente, en la **Tabla 99** se muestra la generación de residuos por dispositivo y por categoría considerando el consumo aparente acumulado durante el periodo 2006-2015, la generación total de residuos corresponde a la suma de la cantidad en masa de ventas, donación y desecho. Con base en esta aproximación, la generación estimada para la Ciudad de México es de 245.38 kt.

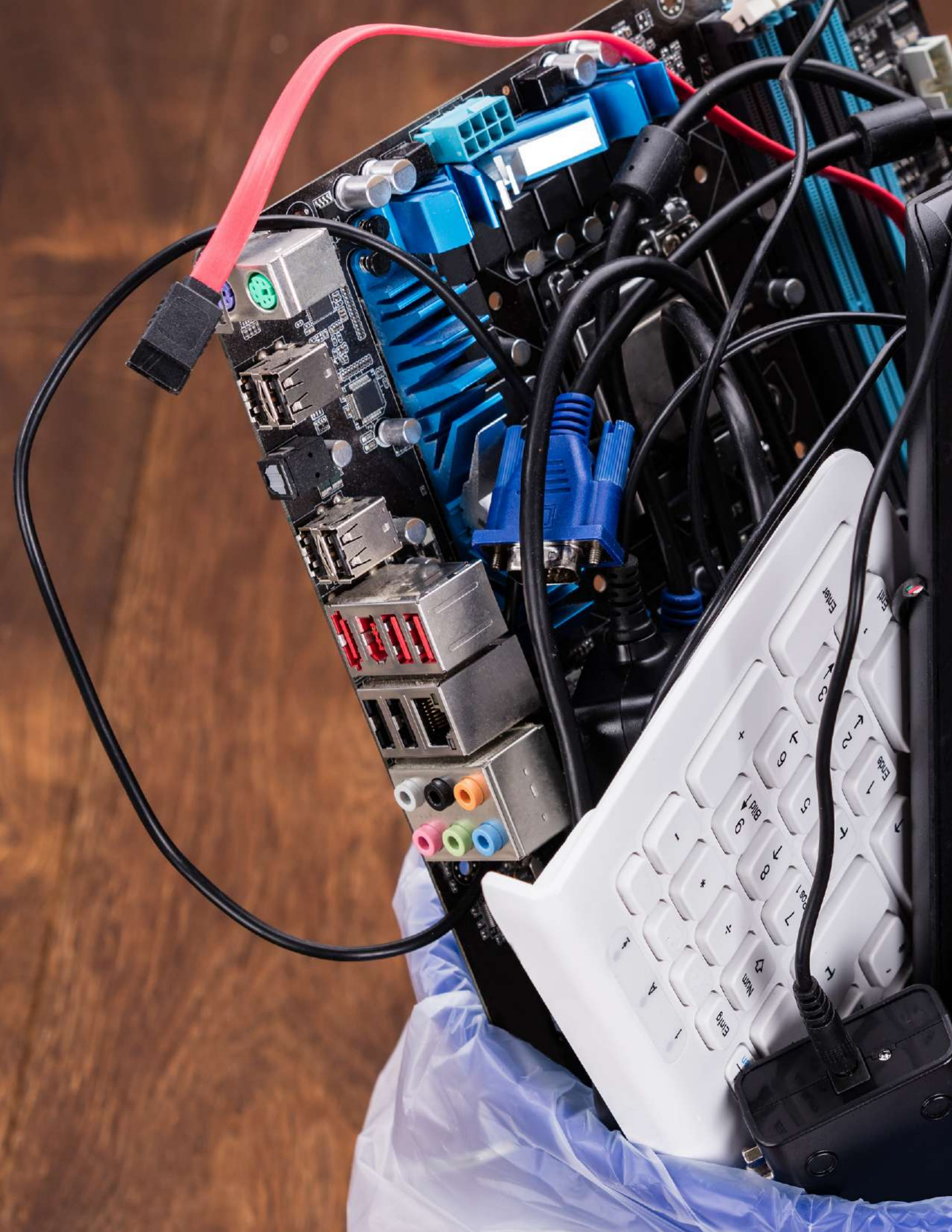


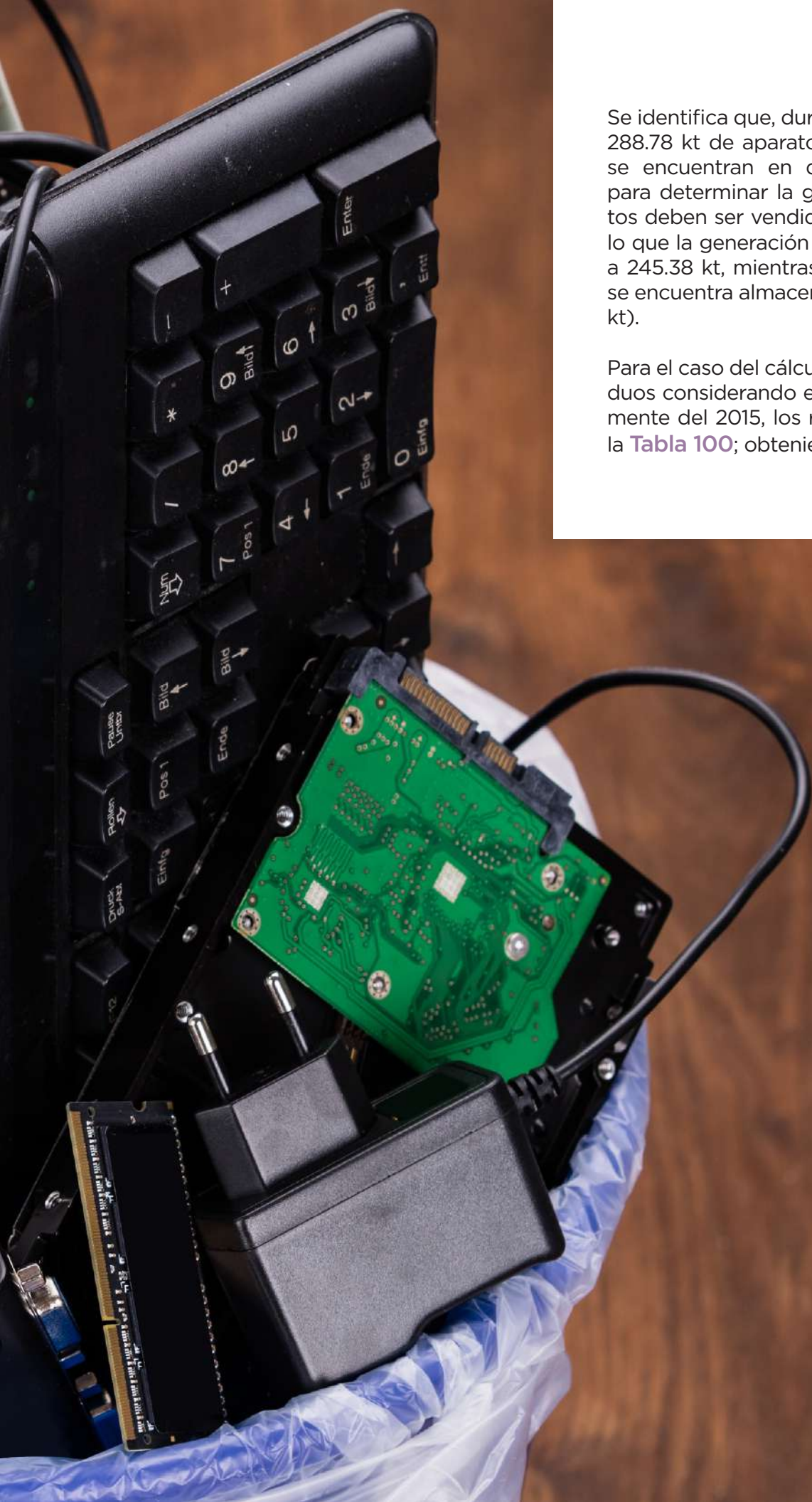


Tabla 99. Generación de residuos durante el periodo 2006 a 2015 considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, CDMX

Categorías	Dispositivos	Tasa de desecho (%)	Consumo aparente acumulado 2006-2015 (kt)	Generación estimada (kt)
Equipos pequeños	Aspiradoras	8.91	0.00	0.00
	Estufas eléctricas	1.33	70.54	0.94
	Cafeteras	13.16	4.88	0.64
Subtotal			80.30	2.21
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	2.67	43.26	1.16
	Notebook y Laptop	3.52	0.00	0.00
	Tabletas y celulares	3.67	2.35	0.09
	PC's	13.07	124.96	16.33
	Teléfonos fijos	1.19	1.33	0.02
	Impresoras y copiadoras	19.88	17.44	3.47
Subtotal			189.34	21.06
Otros	Herramientas domésticas	5.38	43.85	2.36
	Juguetes y videojuegos	17.88	49.30	8.82
	Monitoreo y control	10.00	0.78	0.08
Subtotal			93.93	11.25
De consumo	Televisor TRC	48.46	211.71	102.60
	Radio	19.49	4.09	0.80
	Videocámara	25.89	4.09	1.06
Subtotal			219.88	104.46
Total			1,632.65	288.78

Ciudad de México				
Destino final de equipos en desuso (kt)				Total de residuos (kt)
Venta	Donación	Desecho	Almacenamiento	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.30	0.31	0.30	0.04	0.90
0.20	0.21	0.20	0.03	0.61
0.69	0.73	0.69	0.10	2.11
0.35	0.35	0.25	0.21	0.95
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.03	0.02	0.02	0.07
4.90	4.98	3.51	2.95	13.39
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
1.04	1.06	0.75	0.63	2.84
6.31	6.42	4.52	3.80	17.26
0.59	0.73	0.71	0.33	2.02
2.19	2.73	2.65	1.24	7.57
0.02	0.02	0.02	0.01	0.07
2.80	3.49	3.38	1.59	9.66
24.73	29.41	20.05	28.41	74.19
0.19	0.23	0.16	0.22	0.58
0.26	0.30	0.21	0.29	0.77
25.18	29.94	20.42	28.92	75.54
93.26	86.73	65.39	43.40	245.38





Se identifica que, durante el periodo 2006-2015, 288.78 kt de aparatos eléctricos y electrónicos se encuentran en desuso, considerando que para determinar la generación de residuos, éstos deben ser vendidos, donados o tirados, por lo que la generación de residuos es equivalente a 245.38 kt, mientras el resto se considera que se encuentra almacenado en los hogares (43.40 kt).

Para el caso del cálculo de la generación de residuos considerando el consumo aparente únicamente del 2015, los resultados se desglosan en la **Tabla 100**; obteniéndose un total de 25.33 kt.

Tabla 100. Generación de residuos del 2015, considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, CDMX

Categorías	Dispositivos	Tasa de desecho (%)	Consumo aparente 2015 (kt)	Generación estimada (kt)
Equipos pequeños	Tostadores	12.84	0.67	0.09
	Aspiradoras	8.91	0.00	0.00
	Estufas eléctricas	1.33	8.77	0.12
	Cafeteras	13.16	0.67	0.09
Subtotal			132.05	23.72
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	2.67	3.98	0.11
	Notebook y Laptop	3.52	0.00	0.00
	Tabletas y celulares	3.67	0.40	0.01
	PC's	13.07	8.88	1.16
	Teléfonos fijos	1.19	0.19	0.00
	Impresoras y copiadoras	19.88	2.07	0.41
Subtotal			15.52	1.70
Equipos grandes	Lavadoras y secadoras	6.82	4.48	0.31
	Refrigerador y congelador	1.49	28.05	0.42
	Aire acondicionado	25.00	86.51	21.63
	Ventiladores	13.22	8.34	1.10
	Hornos de microondas	5.65	4.67	0.26
Subtotal			132.05	23.72
De consumo	Televisor TRC	48.46	0.00	0.00
	Radio	19.49	0.28	0.06
	Videocámara	25.89	0.28	0.07
Subtotal			0.57	0.13
Otros	Herramientas domésticas	5.38	4.83	0.26
	Juguetes y videojuegos	17.88	6.85	1.22
	Monitoreo y control	10.00	0.07	0.01
Subtotal			11.75	1.49
Total			169.99	27.32

Ciudad de México				
Destino final de equipos en desuso (kt)				Total de residuos (kt)
Venta	Donación	Desecho	Almacenamiento	
0.03	0.03	0.03	0.00	0.08
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.04	0.04	0.04	0.01	0.11
0.03	0.03	0.03	0.00	0.08
9.23	7.31	5.76	1.42	22.29
0.03	0.03	0.02	0.02	0.09
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
0.35	0.35	0.25	0.21	0.95
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.12	0.13	0.09	0.07	0.34
0.51	0.52	0.36	0.31	1.39
0.12	0.09	0.07	0.02	0.29
0.16	0.13	0.10	0.03	0.39
8.41	6.66	5.25	1.30	20.33
0.43	0.34	0.27	0.07	1.04
0.10	0.08	0.06	0.02	0.25
9.23	7.31	5.76	1.42	22.29
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.02	0.01	0.02	0.04
0.02	0.02	0.01	0.02	0.05
0.03	0.04	0.03	0.04	0.09
0.06	0.08	0.08	0.04	0.22
0.30	0.38	0.37	0.17	1.05
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
0.37	0.46	0.45	0.21	1.28
10.23	8.42	6.69	1.99	25.33



6.2.2.2 Jalisco

En la **Tabla 101** se muestra la generación de residuos por dispositivo y por categoría del estado de Jalisco y del periodo 2006 a 2015. En este caso, el total de generación de residuos es de 110 kt.



Tabla 101. Generación de residuos del periodo 2006 a 2015 considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, estado de Jalisco

Categorías	Dispositivos	Tasa de desecho (%)	Consumo aparente acumulado 2006-2015 (kt)	Generación estimada (kt)	Venta
Equipos pequeños	Tostadores	12.39	3.57	0.44	0.18
	Aspiradoras	11.94	0.00	0.00	0.00
	Estufas eléctricas	3.43	50.61	1.74	0.71
	Cafeteras	8.53	3.57	0.30	0.12
Subtotal			57.75	2.48	1.02
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	1.37	31.27	0.43	0.20
	Notebook y Laptop	4.53	0.00	0.00	0.00
	Tabletas y celulares	6.44	1.72	0.11	0.05
	PC's	12.50	89.51	11.19	5.15
	Teléfonos fijos	4.18	0.97	0.04	0.02
	Impresoras y copiadoras	13.64	12.85	1.75	0.81
Subtotal			136.32	13.52	6.22
Equipos grandes	Lavadoras y secadoras	4.63	35.14	1.63	0.79
	Refrigerador y congelador	1.83	261.74	4.78	2.34
	Aire acondicionado	9.09	372.96	33.91	16.55
	Ventiladores	9.01	71.64	6.46	3.15
	Hornos de microondas	5.02	25.35	1.27	0.62
Subtotal			766.83	48.04	23.45
De consumo	Televisor TRC	37.55	150.22	56.40	22.09
	Radio	9.50	2.94	0.28	0.11
	Videocámara	16.67	2.94	0.49	0.19
Subtotal			156.11	57.17	22.39
Otros	Herramientas domésticas	2.29	31.82	0.73	0.27
	Juguetes y videojuegos	11.73	35.76	4.20	1.53
	Monitoreo y control	0.00	0.57	0.00	0.00
Subtotal			68.15	4.93	1.79
Total			1,185.16	126.15	54.88

Jalisco			
Destino final de equipos en desuso (kt)			Total de residuos (kt)
Donación	Desecho	Almacenamiento	
0.14	0.10	0.02	0.43
0.00	0.00	0.00	0.00
0.56	0.41	0.06	1.67
0.10	0.07	0.01	0.29
0.79	0.58	0.09	2.39
0.11	0.06	0.06	0.37
0.00	0.00	0.00	0.00
0.03	0.01	0.02	0.09
2.93	1.50	1.62	9.57
0.01	0.01	0.01	0.03
0.46	0.23	0.25	1.50
3.54	1.81	1.95	11.57
0.50	0.26	0.07	1.56
1.48	0.77	0.20	4.58
10.50	5.43	1.42	32.48
2.00	1.03	0.27	6.19
0.39	0.20	0.05	1.22
14.88	7.69	2.02	46.03
13.30	9.87	11.15	45.25
0.07	0.05	0.06	0.22
0.12	0.09	0.10	0.39
13.48	10.00	11.30	45.87
0.20	0.15	0.12	0.61
1.12	0.88	0.67	3.53
0.00	0.00	0.00	0.00
1.32	1.03	0.78	4.14
34.02	21.11	16.14	110.00

Como se observa en la **Tabla 101**, existe un consumo aparente de 1,185.16 kt, de las cuales se estima que 126.15 kt se encuentran en desuso, considerando que para determinar la generación de residuos, éstos deben ser vendidos donados o desechados, en Jalisco existe una generación de residuos equivalente a 110 kt, mientras que el resto, se considera que se encuentra almacenado en los hogares (16.14 kt).

Por su parte, la estimación de la generación de residuos considerando el consumo aparente de 2015, fue de 9.20 kt, como se muestra en la **Tabla 102**.





Tabla 102. Generación de residuos del 2015, considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, Jalisco

Categorías	Dispositivos	Tasa de desecho (%)	Consumo aparente 2015 (kt)	Generación estimada (kt)
Equipos pequeños	Tostadores	12.39	0.53	0.07
	Aspiradoras	11.94	0.00	0.00
	Estufas eléctricas	3.43	6.90	0.24
	Cafeteras	8.53	0.53	0.04
Subtotal			7.95	0.35
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	1.37	3.14	0.04
	Notebook y Laptop	4.53	0.00	0.00
	Tabletas y celulares	6.44	0.32	0.02
	PC's	12.50	7.00	0.88
	Teléfonos fijos	4.18	0.15	0.01
	Impresoras y copiadoras	13.64	1.63	0.22
Subtotal			12.24	1.17
Equipos grandes	Lavadoras y secadoras	4.63	3.52	0.16
	Refrigerador y congelador	1.83	22.08	0.40
	Aire acondicionado	9.09	68.09	6.19
	Ventiladores	9.01	6.57	0.59
	Hornos de microondas	5.02	3.68	0.18
Subtotal			103.94	7.53
De consumo	Televisor TRC	37.55	0.00	0.00
	Radio	9.50	0.22	0.02
	Videocámara	16.67	0.22	0.04
Subtotal			0.45	0.06
Otros	Herramientas domésticas	2.29	3.80	0.09
	Juguetes y videojuegos	11.73	5.40	0.63
	Monitoreo y control	0.00	0.06	0.00
Subtotal			9.26	0.72
Total			133.84	9.83

Jalisco				
Destino final de equipos en desuso (kt)				Total de residuos (kt)
Venta	Donación	Desecho	Almacenamiento	
0.03	0.02	0.02	0.00	0.06
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.10	0.08	0.06	0.01	0.23
0.02	0.01	0.01	0.00	0.04
0.14	0.11	0.08	0.01	0.33
0.02	0.01	0.01	0.01	0.04
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.01	0.00	0.00	0.02
0.40	0.23	0.12	0.13	0.75
0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
0.10	0.06	0.03	0.03	0.19
0.54	0.31	0.16	0.17	1.00
0.08	0.05	0.03	0.01	0.16
0.20	0.12	0.06	0.02	0.39
3.02	1.92	0.99	0.26	5.93
0.29	0.18	0.09	0.02	0.57
0.09	0.06	0.03	0.01	0.18
3.68	2.33	1.21	0.32	7.22
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.01	0.00	0.00	0.02
0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
0.02	0.01	0.01	0.01	0.05
0.03	0.02	0.02	0.01	0.07
0.23	0.17	0.13	0.10	0.53
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.26	0.19	0.15	0.11	0.61
4.64	2.96	1.60	0.62	9.20

6.2.2.3 Baja California

En la **Tabla 103** se muestra la generación de residuos eléctricos y electrónicos para el estado de Baja California por dispositivo y por categoría considerando el consumo aparente acumulado en el periodo 2006-2015. La cantidad de residuos estimada es de 44.56 kt.





Tabla 103. Generación de residuos del periodo 2006 a 2015 considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, estado de Baja California

Categorías	Dispositivos	Tasa de desecho (%)	Consumo aparente acumulado 2006-2015 (kt)	Generación estimada (kt)
Equipos pequeños	Tostadores	8.13	1.65	0.13
	Aspiradoras	13.76	0.00	0.00
	Estufas eléctricas	7.62	23.14	1.76
	Cafeteras	10.63	1.65	0.18
Subtotal			26.45	2.07
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	3.12	14.40	0.45
	Notebook y Laptop	3.15	0.00	0.00
	Tabletas y celulares	3.02	0.79	0.02
	PC's	29.45	41.02	12.08
	Teléfonos fijos	5.95	0.45	0.03
	Impresoras y copiadoras	22.67	5.99	1.36
Subtotal			62.66	13.94
Equipos grandes	Lavadoras y secadoras	3.80	16.19	0.62
	Refrigerador y congelador	2.79	120.62	3.37
	Aire acondicionado	3.81	174.00	6.63
	Ventiladores	3.85	32.78	1.26
	Hornos de microondas	1.73	11.78	0.20
Subtotal			355.37	12.08
De consumo	Televisor TRC	33.11	68.66	22.73
	Radio	18.99	1.35	0.26
	Videocámara	15.56	1.35	0.21
Subtotal			71.37	23.20
Otros	Herramientas domésticas	4.89	14.69	0.72
	Juguetes y videojuegos	20.78	16.47	3.42
	Monitoreo y control	6.08	0.26	0.02
Subtotal			31.42	4.16
Total			547.27	55.44

Baja California				
Destino final de equipos en desuso (kt)				Total de residuos (kt)
Venta	Donación	Desecho	Almacenamiento	
0.02	0.04	0.06	0.01	0.13
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.32	0.53	0.81	0.11	1.65
0.03	0.05	0.08	0.01	0.16
0.37	0.62	0.95	0.13	1.94
0.16	0.11	0.09	0.09	0.36
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.01	0.01	0.00	0.00	0.02
4.34	3.04	2.38	2.31	9.76
0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
0.49	0.34	0.27	0.26	1.10
5.01	3.51	2.74	2.67	11.27
0.23	0.17	0.19	0.03	0.58
1.25	0.92	1.02	0.18	3.19
2.46	1.81	2.00	0.36	6.27
0.47	0.35	0.38	0.07	1.19
0.08	0.06	0.06	0.01	0.19
4.48	3.30	3.64	0.65	11.43
3.91	4.45	8.20	6.17	16.56
0.04	0.05	0.09	0.07	0.19
0.04	0.04	0.08	0.06	0.15
3.99	4.54	8.37	6.30	16.90
0.09	0.15	0.29	0.20	0.52
0.41	0.71	1.36	0.94	2.49
0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
0.50	0.86	1.65	1.14	3.02
14.35	12.84	17.36	10.88	44.56





Como se observa en la **Tabla 103**, existe un consumo aparente acumulado en el periodo 2006-2015 de 547.27 kt, de las cuales se estima que 55.44 kt se encuentran en desuso, de este total existe una generación de residuos en Baja California equivalente a 44.56 kt, mientras el resto se considera que se encuentra almacenado en los hogares (10.88 kt).

Como en los casos anteriores, se estimó la generación de residuos pero considerando el consumo aparente de los equipos del 2015, obteniéndose un total de 3.30 kt.

Tabla 104. Generación de residuos del 2015, considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos, Baja California

Categorías	Dispositivos	Tasa de desecho (%)	Consumo aparente 2015 (kt)	Generación estimada (kt)
Equipos pequeños	Tostadores	8.13	0.25	0.02
	Aspiradoras	13.76	0.00	0.00
	Estufas eléctricas	7.62	3.20	0.24
	Cafeteras	10.63	0.25	0.03
Subtotal			3.69	0.29
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	3.12	1.46	0.05
	Notebook y Laptop	3.15	0.00	0.00
	Tabletas y celulares	3.02	0.15	0.00
	PC's	29.45	3.24	0.95
	Teléfonos fijos	5.95	0.07	0.00
	Impresoras y copiadoras	22.67	0.76	0.17
Subtotal			5.68	1.18
Equipos grandes	Lavadoras y secadoras	3.80	1.64	0.06
	Refrigerador y congelador	2.79	10.25	0.29
	Aire acondicionado	3.81	31.62	1.20
	Ventiladores	3.85	3.05	0.12
	Hornos de microondas	1.73	1.71	0.03
Subtotal			48.27	1.70
De consumo	Televisor TRC	33.11	0.00	0.00
	Radio	18.99	0.10	0.02
	Videocámara	15.56	0.10	0.02
Subtotal			0.21	0.04
Otros	Herramientas domésticas	4.89	1.76	0.09
	Juguetes y videojuegos	20.78	2.50	0.52
	Monitoreo y control	6.08	0.03	0.00
Subtotal			4.29	0.61
Total			62.14	3.81

Baja California				
Destino final de equipos en desuso (kt)				Total de residuos (kt)
Venta	Donación	Desecho	Almacenamiento	
0.00	0.01	0.01	0.00	0.02
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.04	0.07	0.11	0.02	0.23
0.00	0.01	0.01	0.00	0.02
0.05	0.09	0.13	0.02	0.27
0.02	0.01	0.01	0.01	0.04
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.34	0.24	0.19	0.18	0.77
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.06	0.04	0.03	0.03	0.14
0.42	0.30	0.23	0.23	0.95
0.02	0.02	0.02	0.00	0.06
0.11	0.08	0.09	0.02	0.27
0.45	0.33	0.36	0.06	1.14
0.04	0.03	0.04	0.01	0.11
0.01	0.01	0.01	0.00	0.03
0.63	0.47	0.51	0.09	1.61
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
0.01	0.02	0.03	0.02	0.06
0.06	0.11	0.21	0.14	0.38
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.07	0.13	0.24	0.17	0.44
1.19	0.98	1.13	0.51	3.30

6.2.2.4 Resultados en los tres estados piloto

En las Tablas siguientes se resumen los valores de generación de **RAEE** obtenidos mediante esta estimación que utiliza la tasa de desecho y el destino final de los equipos en desuso. A continuación se muestran dos Tablas, la **Tabla 105** agrupa la información que considera el periodo del 2006 al 2015, y la **Tabla 106**, sólo los resultados del 2015.

Tabla 105. Generación de residuos del periodo 2006 a 2015 considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos para los tres estados piloto

Categorías	Dispositivos	Total de residuos (kt)		
		CDMX	Jalisco	BC
Equipos grandes	Lavadoras y secadoras	3.12	1.56	0.58
	Refrigerador y congelador	5.08	4.58	3.19
	Aire acondicionado	118.33	32.48	6.27
	Ventiladores	12.44	6.19	1.19
	Hornos de microondas	1.83	1.22	0.19
Subtotal		140.81	46.03	11.43
Equipos pequeños	Tostadores	0.6	0.43	0.13
	Aspiradoras	0	0	0
	Estufas eléctricas	0.9	1.67	1.65
	Cafeteras	0.61	0.29	0.16
Subtotal		2.11	2.39	1.94
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	0.95	0.37	0.36
	Notebook y Laptop	0	0	0
	Tabletas y celulares	0.07	0.09	0.02
	PC's	13.39	9.57	9.76
	Teléfonos fijos	0.01	0.03	0.02
	Impresoras y copiadoras	2.84	1.5	1.1
Subtotal		17.26	11.57	11.27
De consumo	Televisor TRC	74.19	45.25	16.56
	Radio	0.58	0.22	0.19
	Videocámara	0.77	0.39	0.15
Subtotal		75.54	45.87	16.9
Otros	Herramientas domésticas	2.02	0.61	0.52
	Juguetes y videojuegos	7.57	3.53	2.49
	Monitoreo y control	0.07	0	0.01
Subtotal		9.66	4.14	3.02
Total		245.38	110.00	44.56

Tabla 106. Generación de residuos del 2015, considerando la tasa de desecho y el destino final de los dispositivos para los tres estados piloto

Categorías	Dispositivos	Total de residuos (kt)		
		CDMX	Jalisco	BC
Equipos grandes	Lavadoras y secadoras	3.12	1.56	0.58
	Refrigerador y congelador	5.08	4.58	3.19
	Aire acondicionado	118.33	32.48	6.27
	Ventiladores	12.44	6.19	1.19
	Hornos de microondas	1.83	1.22	0.19
Subtotal		140.81	46.03	11.43
Equipos pequeños	Tostadores	0.6	0.43	0.13
	Aspiradoras	0	0	0
	Estufas eléctricas	0.9	1.67	1.65
	Cafeteras	0.61	0.29	0.16
Subtotal		2.11	2.39	1.94
Equipos de telecomunicación e informática	Pantalla LCD	0.95	0.37	0.36
	Notebook y Laptop	0	0	0
	Tabletas y celulares	0.07	0.09	0.02
	PC's	13.39	9.57	9.76
	Teléfonos fijos	0.01	0.03	0.02
	Impresoras y copiadoras	2.84	1.5	1.1
Subtotal		17.26	11.57	11.27
De consumo	Televisor TRC	74.19	45.25	16.56
	Radio	0.58	0.22	0.19
	Videocámara	0.77	0.39	0.15
Subtotal		75.54	45.87	16.9
Otros	Herramientas domésticas	2.02	0.61	0.52
	Juguetes y videojuegos	7.57	3.53	2.49
	Monitoreo y control	0.07	0	0.01
Subtotal		9.66	4.14	3.02
Total		245.38	110.00	44.56

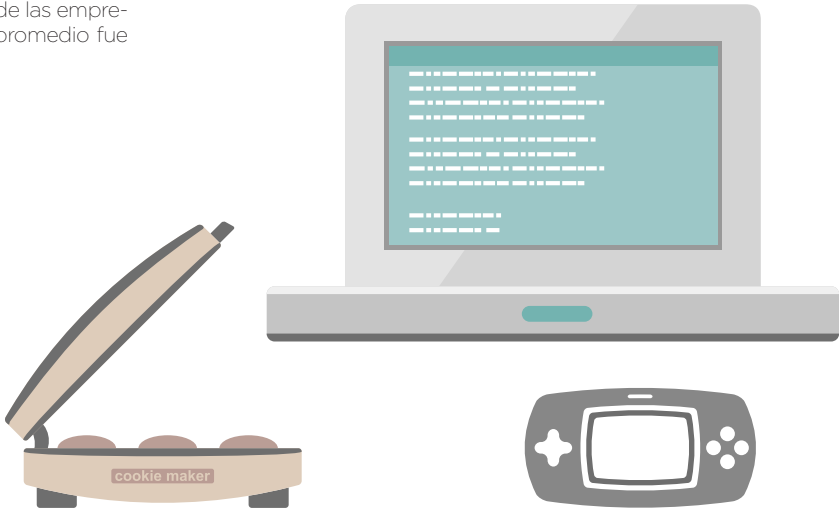
6.2.3 Comparación de las estimaciones realizadas en los estados piloto

A partir de los resultados de las estimaciones realizadas de la generación potencial de **RAEE** en Baja California, Ciudad de México y Jalisco, se presenta la **Tabla 107**, que resume los valores obtenidos.

Tabla 107. Comparativo de las tres estimaciones realizadas para los estados piloto

No.	Estimación utilizada	Generación de residuos (kt)				Método
		Baja California	Ciudad de México	Jalisco	Estados piloto	
1.a	Extrapolación del total de dispositivos de 2015 y vida útil obtenidos de las encuestas	56.36	111.46	76.57	244.39	Vida útil
1.b	Extrapolación del total de dispositivos de 2015 obtenido de las encuestas (equipos en desuso)	*19.38	57.79	32.60	109.77	Equipos en desuso
2.a	Consumo aparente teórico acumulado en el periodo 2006-2015 y tasa de desecho (obtenido de las encuestas a hogares)	44.56	245.38	110.00	399.94	Tasa de desecho

Nota: *Para Baja California, se sumó a los valores de equipos en desuso en hogares el promedio de los equipos en desuso de las empresas de los estados de Ciudad de México y Jalisco, el promedio fue de 4.34 kt.



En total, se obtuvieron tres valores para cada estado (**Tabla 107**), en el caso de la estimación uno de esta segunda aproximación, se realizó la extrapolación a todo el estado de los dispositivos reportados en las encuestas con base en el número de viviendas con hogar y las unidades económicas según el caso. La diferencia entre los resultados del punto 1.a (244.39 kt) y el 1.b (109.77 kt), es que en el primero se calcula la generación de **RAEE** dividiendo el consumo (en unidades de masa) entre la vida útil o tiempo de reemplazo de cada categoría, resultados obtenidos también de la encuesta; mientras que en el punto 1.b se asume que la generación de residuos se refiere a los equipos en desuso que potencialmente se desecharán y serán residuos.

La segunda estimación que se realiza en esta aproximación, utiliza como referencia el consumo aparente obtenido de los datos de las fuentes oficiales y el cálculo de la generación de residuos se realiza multiplicando estos valores y la tasa de desecho que se calculó con los datos de las encuestas. En términos generales, se observa que la generación potencial de residuos es, en todos los casos, mayor para la Ciudad de México, seguida de Jalisco y en tercer sitio en el estado de Baja California.







7. Estimación final del inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Para obtener el resultado final del inventario de **RAEE**, se realizó el análisis de las ventajas y limitaciones de las dos aproximaciones descritas previamente. Con base en estos resultados, se propone a continuación la estimación final del inventario de residuos para el país y para los tres estados de interés



7.1 Estimación de la generación de RAEE a nivel nacional

Como se observa en la [Tabla 108](#), se tienen cuatro valores para la estimación de la generación de **RAEE** a nivel nacional, es decir, la estimación con la primera aproximación y las tres estimaciones con la segunda aproximación.




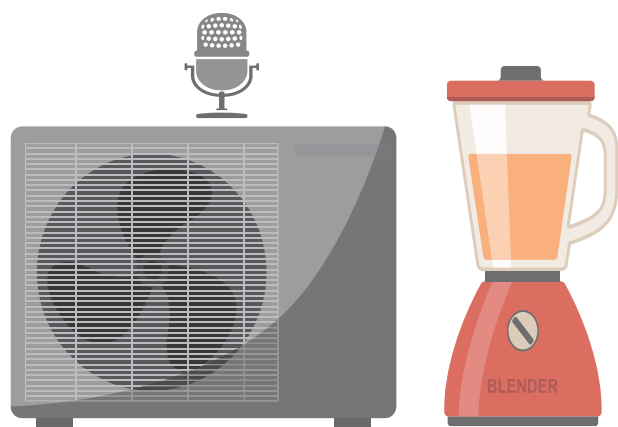
Tabla 108. Resultados obtenidos de las dos primeras aproximaciones de la generación de **RAEE** a nivel nacional

Aproximación		Metodología	Total
1		Fuentes oficiales y Distribución de Weibull	1,097.03 kt
2	1.a	Extrapolación del total de dispositivos de 2015 y vida útil obtenidos de las encuestas	1,310.52 kt
	1.b	Extrapolación del total de dispositivos de 2015 obtenido de las encuestas (equipos en desuso)	817.83 kt
	2.a	Consumo aparente teórico acumulado en el periodo y tasa de desecho (obtenido de las encuestas)	2,460.25 kt

Como se menciona en el apartado “5.2. Segunda aproximación de la generación de residuos” y es posible identificar en la **Tabla 108**, para la segunda aproximación, se calcularon tres valores, sin embargo, el dato utilizado para las estimaciones de la aproximación final fue el del punto 1.a (1,310.52 kt), por ser este el más próximo al valor obtenido en la primera aproximación (1,097.03 kt), además de que considera todos los **AEE**, lo cual es importante para el análisis que se explica a continuación.

El total de 1,310.52 kt se divide en 293.72kt generadas por las empresas y 1,1016.79kt por los hogares, sin embargo, para este último valor, se plantean dos escenarios:

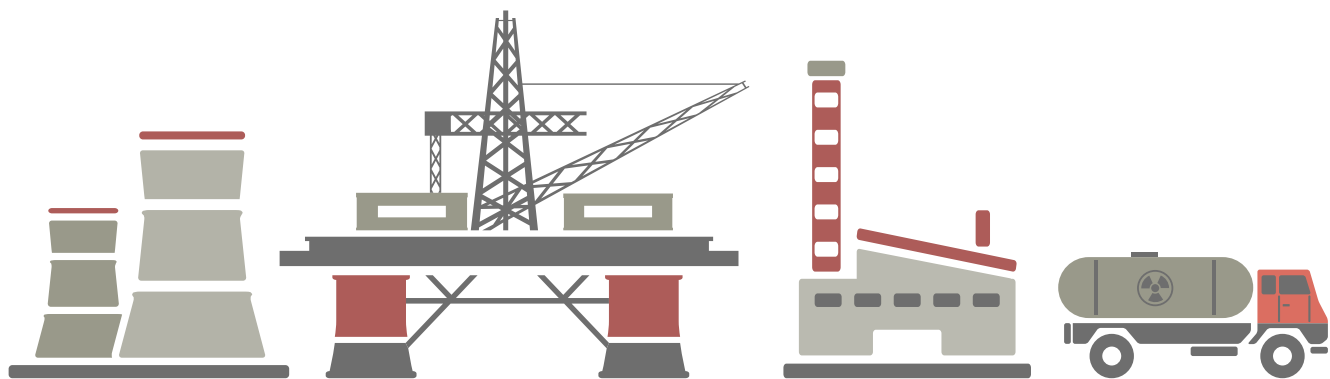
- a) Restar el porcentaje de almacenamiento reportado en las encuestas, con la consideración de que esos equipos permanecerán almacenados por un periodo indefinido dentro de los hogares.
- b) Restar el porcentaje de almacenamiento y el de donación, considerando en este caso, que cuando se realiza la donación de un equipo, este pasa a lo que se definió previamente como “vida pasiva” ya que, en la mayoría de los casos, la donación de un equipo se hace debido a que sigue funcionando total o parcialmente, pero no será generado como residuo.



La **Tabla 109** resume los valores calculados de los escenarios descritos previamente. Cabe mencionar que los porcentajes sobre lo que se vende, dona, almacena y tira, se refieren al promedio de los valores de los tres estados.

Tabla 109. Resultados de generación considerando los escenarios propuestos para el total generado en hogares

	Generación (kt)	Escenario 1 Menos Almacenamiento	Escenario 2 Menos Almacenamiento y Donación
Nacional	1,016.79		
Vende (32.07%)	326.09	872.31	590.15
Tira (25.97%)	264.06		
Dona (27.75%)	282.16		
Almacena (14.22%)	144.59		



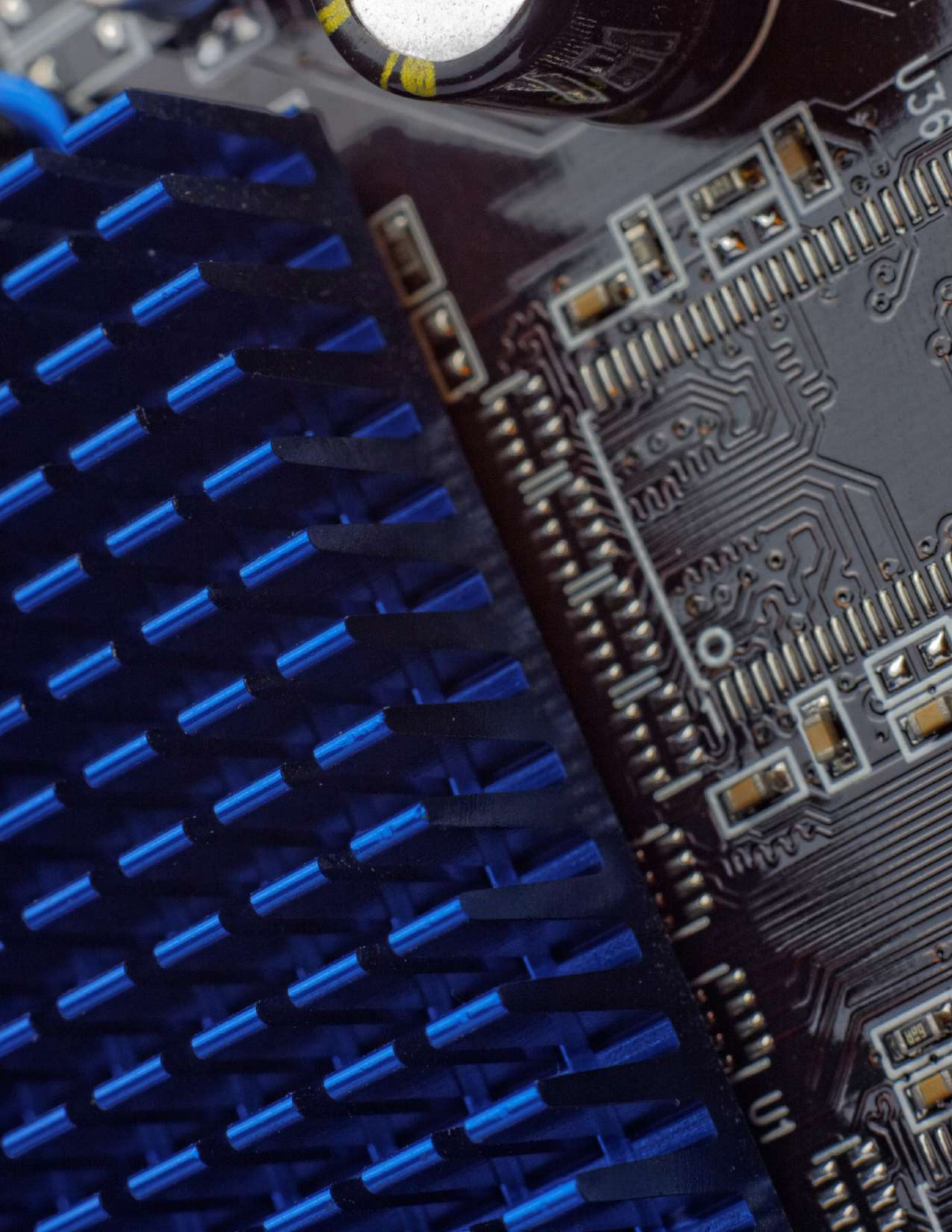
Posteriormente, el valor de la segunda aproximación considera la generación de la sociedad y la representación del sector privado, sin embargo, no considera el sector público. En este sentido, se realizó una aproximación de la generación de **RAEE** de este sector utilizando como relación el número de empleados registrados para la industria manufacturera (8,115,912 personas) y el sector público (2,258,725 personas) en 2015; es decir, se considera que existe una relación directa entre el número de empleados y los **AEE** utilizados (que posteriormente se con-

vertirán en residuos) en ambos sectores. Se estimó, mediante una relación lineal, que si 8,115,912 personas de la industria manufacturera generan alrededor de 293.72 kt, 2,258,725 personas registradas en el sector público generarán 81.75 kt. Este supuesto se consideró debido a la falta de información disponible sobre el tema. Con este valor adicional (del sector público), se obtienen los resultados finales utilizando la estimación 1.a de la segunda aproximación. La **Tabla 110** resume estos valores.

Tabla 110. Resultados finales a nivel nacional para la segunda aproximación

Escenario		Hogares	Empresas	Gobierno	Total
Escenario 1 Total menos Almacenamiento	Generación de residuos (kt)	872.31	293.72	81.75	1,247.78
	Porcentaje de representación	69.91	23.54	6.55	100.00
Escenario 2 Total menos Almacenamiento y Donación	Generación de residuos (kt)	590.15	293.72	81.75	956.62
	Porcentaje de representación	61.12	30.42	8.47	100.00
Promedio de porcentaje de representación		65.50	27.00	7.50	100.00

¹⁵ Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/BIE/CuadrosEstadisticos/GeneraCuadro.aspx?s=est&nc=597&c=25586>



Con estos dos **datos adicionales** y la **estimación de la primera aproximación (1,097.03 kt)**, se obtienen los **resultados** que se consideran como **finales**, es decir, que **se estimó** que la **generación** de **RAEE** a nivel nacional **se ubica** entre las **965.62 kt** y las **1,247.78 kt**, siendo en **promedio 1,103.47 kt**.



Tabla 111. Generación de **RAEE** a nivel nacional para 2015

	Valor mínimo	Valor intermedio	Valor máximo	Promedio
Aproximación	2	1	2	
Generación de RAEE a nivel nacional (kt)	965.62	1,097.03	1,247.78	1,103.47

Para definir la cantidad de generación por tipo de residuo, se decidió utilizar los porcentajes obtenidos con respecto al total de los resultados de la primera aproximación. La **Tabla 112** resume estos valores para cada dispositivo.

Tabla 112. Generación final de **RAEE** a nivel nacional por dispositivo

Categorías	Dispositivos	Porcentaje obtenido de primera aproximación	Generación 965.62 kt
Equipos de regulación de temperatura	Aire acondicionado	21.71%	209.61
	Congeladores	0.31%	2.95
	Refrigeradores	21.82%	210.65
Pantallas	Monitores con tubos de rayos catódicos	11.90%	114.96
	Televisores	17.97%	173.49
	Pantallas de cristal líquido y plasma	5.65%	54.54
Equipos grandes	Lavadoras y Secadoras	0.96%	9.26
	Estufas	1.78%	17.19
	Paneles fotovoltaicos	0.35%	3.40
	Copiadoras e Impresoras	1.13%	10.90
Equipos pequeños	Aspiradoras	0.12%	1.17
	Hornos de microondas	1.84%	17.79
	Cafeteras, Tostadores y Rasuradoras	0.61%	5.85
	Ventiladores	4.67%	45.13
	Básculas	0.92%	8.92
	Calculadoras	0.05%	0.45
	Herramientas domésticas, Radios y Videocámaras	0.81%	7.87
	Juguetes Electrónicos	0.97%	9.37
	Consolas de Videojuegos	0.63%	6.04
	Instrumentos de monitoreo y control	0.13%	1.27
Equipo de telecomunicaciones	Celulares y GPS	0.15%	1.48
	Calculadora de bolsillo	0.46%	4.41
	PCs, Routers, Laptops, Notebooks y Tabletás	4.95%	47.80
	Teléfonos fijos	0.00117952	1.14

Generación 1,097.03 kt	Generación 1,247.78 kt	Generación promedio 1,103.47 kt	Generación por categoría (promedio) kt
238.14	270.86	239.54	483.63
3.35	3.81	3.37	
239.32	272.21	240.73	
130.60	148.55	131.37	391.95
197.10	224.18	198.25	
61.96	70.48	62.33	
10.52	11.97	10.59	46.56
19.53	22.21	19.64	
3.86	4.39	3.88	
12.38	14.08	12.45	
1.32	1.51	1.33	118.67
20.21	22.99	20.33	
6.65	7.56	6.69	
51.27	58.31	51.57	
10.14	11.53	10.20	
0.51	0.58	0.51	
8.94	10.17	8.99	
10.64	12.10	10.70	
6.86	7.80	6.90	
1.44	1.64	1.45	
1.68	1.91	1.69	62.66
5.01	5.70	5.04	
54.31	61.77	54.63	
1.29	1.47	1.30	

7.2 Estimación de la generación de RAEE en los estados piloto

Como se analizó en la aproximación final de la generación de **RAEE** a nivel nacional, de los tres valores obtenidos de la segunda aproximación (resultados de las encuestas), el dato utilizado fue el del punto 1.a (1,310.52 kt a nivel nacional), por ser este el más próximo al valor obtenido en la primera aproximación (1,097.03 kt a nivel nacional), y porque considera todos los **AEE**, lo cual fue relevante para el análisis realizado. Los resultados del punto 1.a para los tres estados piloto suman un total de 244.39 kt, sin embargo, solo incluye la generación estimada de hogares

y empresas. Para la aproximación final en los estados piloto, también se estimó la generación de **RAEE** del sector público, en este caso, del valor obtenido a nivel nacional (81.75 kt) se realizó una extrapolación con base en la población de cada estado, obteniéndose los siguientes resultados; en la Ciudad de México, el estimado de generación de este sector fue de 6.10 kt, en Jalisco de 5.37 kt y 2.27kt en Baja California. Los resultados finales quedan como se especifican en la [Tabla 113](#).



Tabla 113. Generación final de RAEE por estado piloto

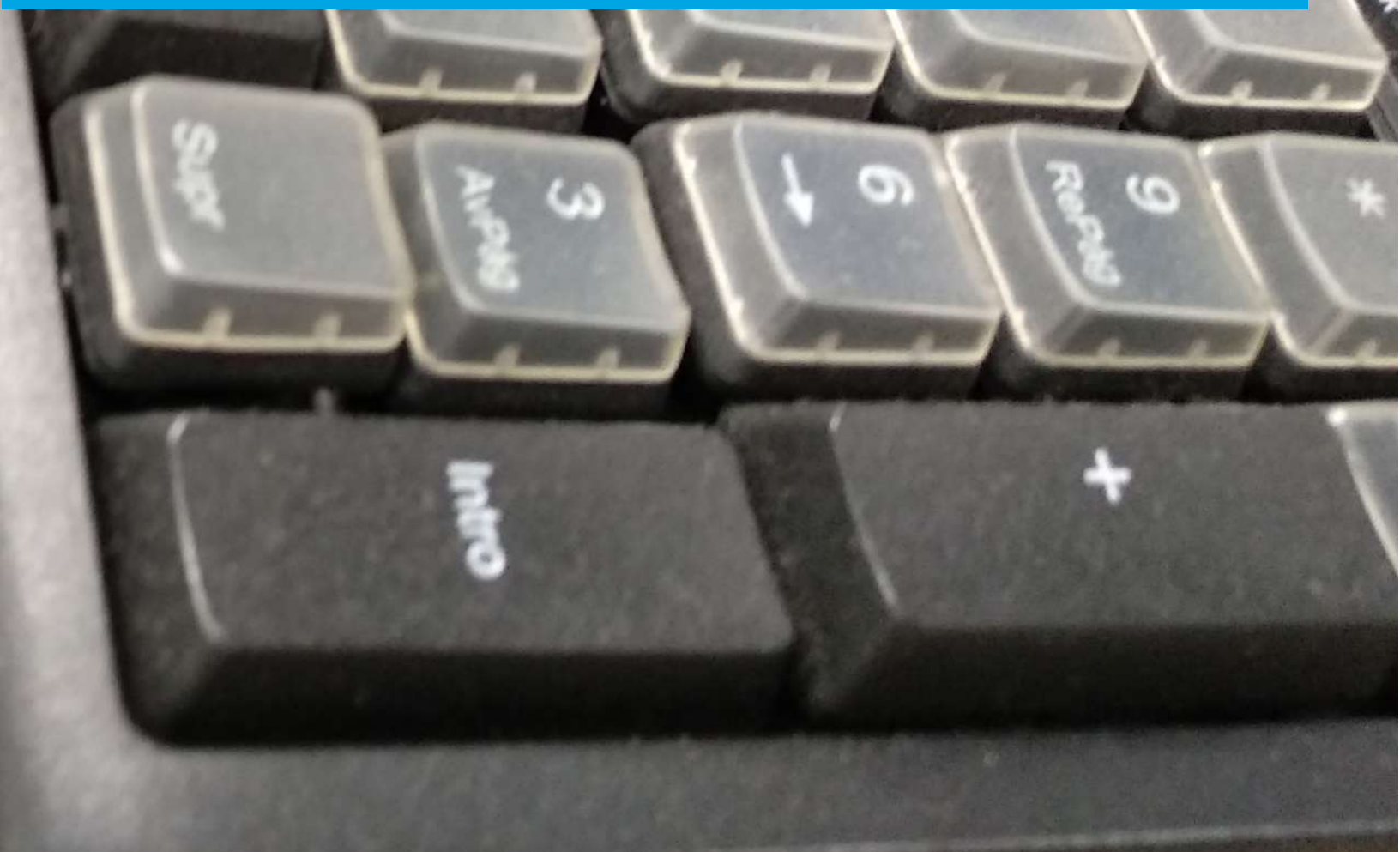
	Ciudad de México		Jalisco		Baja California	
	Generación (kt)	Porcentaje de representación	Generación (kt)	Porcentaje de representación	Generación (kt)	Porcentaje de representación
Hogares	94.64	80.5	56.57	68.9	36.47	62.24
Empresas	16.81	14.3	20.13	24.5	19.89	33.94
Gobierno	6.10	5.2	5.37	6.5	2.24	3.82
Total	117.55	100	82.07	100	58.60	100





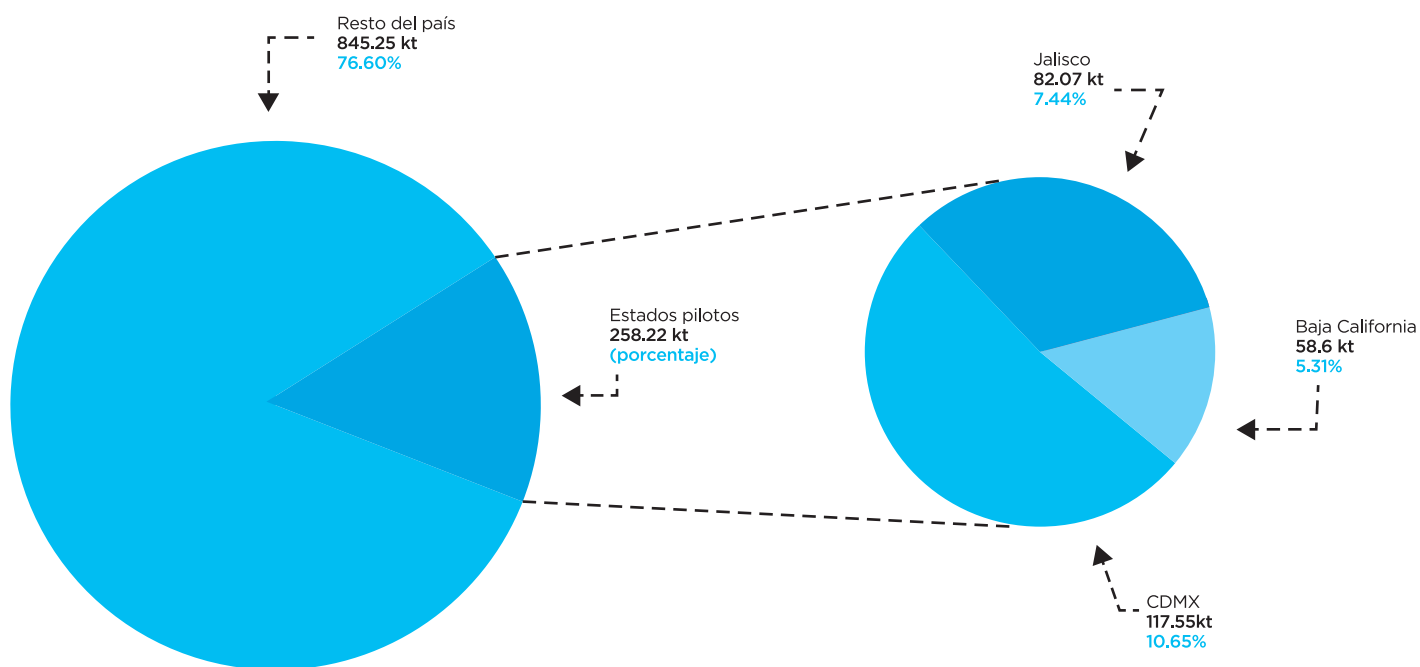


8. Generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel estatal respecto a la media nacional (total y per cápita)



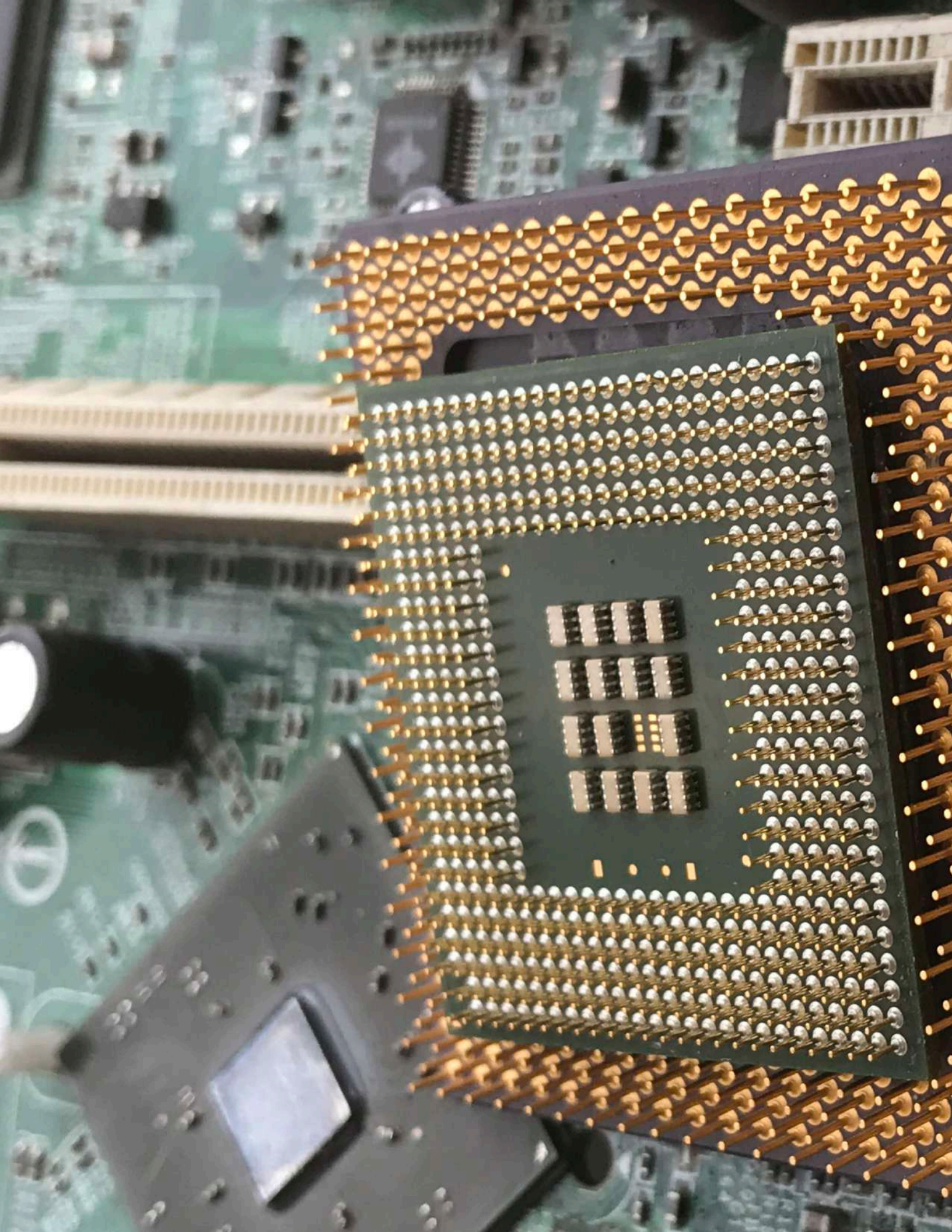
La generación de los tres estados piloto suma 258.22 kt, es decir, el 23.4% con respecto al total promedio generado a nivel nacional (1,103.47 kt). La Ciudad de México representa el 10.65%, Jalisco el 7.44% y Baja California el 5.31%, como se muestra en la **Figura 55**.

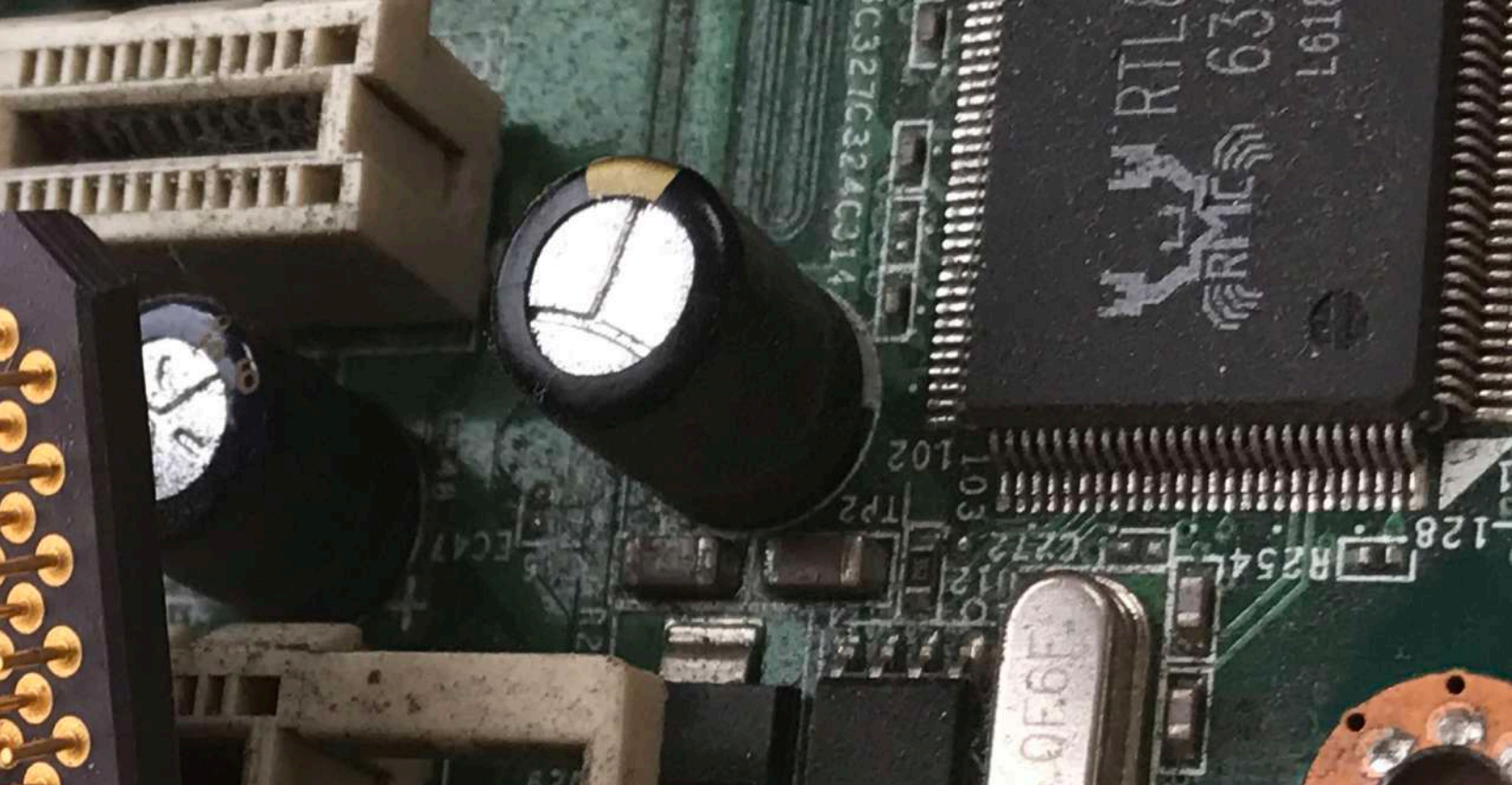
Figura 55. Distribución porcentual de la generación de **RAEE** en México



Por su parte, considerando la generación final de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos estimada en 2015 entre 956.62kt y 1,247.78 kt y la población total (119,530,753 habitantes) en México para ese mismo año, se calcula que **la generación per cápita se ubica entre 8.07 kg/hab a 10.43 kg/hab, con un promedio de 9.23 kg/hab**. Por otro lado, con los valores obtenidos del “Diagnóstico sobre generación de basura electrónica en México”, se calculó que la generación per cápita para esos años (alrededor de 2005) fue de 2.37 kg/habitante; es decir aumentó entre tres y cuatro veces en un periodo de diez años.

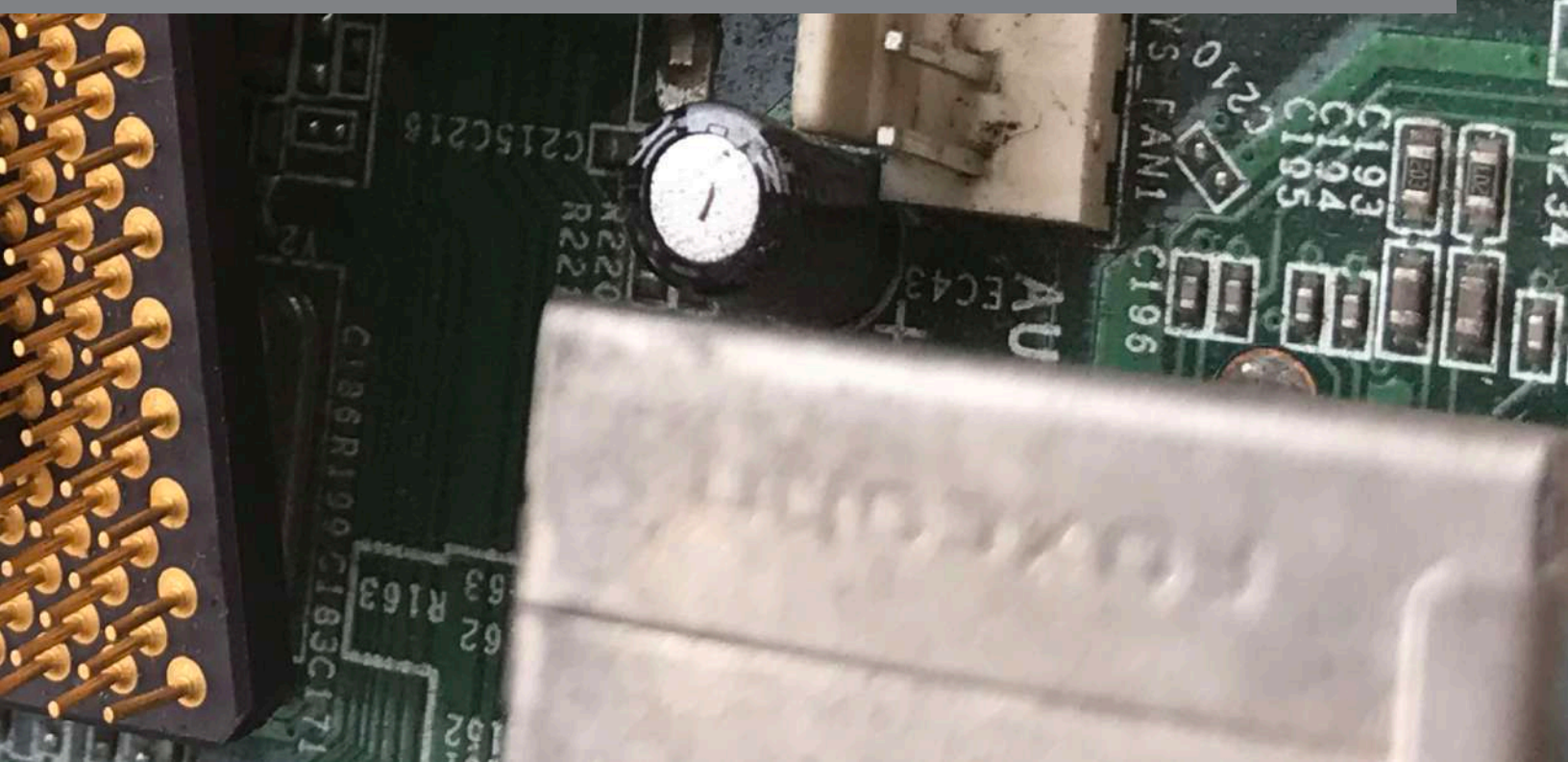






9. Análisis prospectivo sobre la generación del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a nivel nacional

9.1 Determinantes del consumo de AEE en México: identificación de variables estratégicas



A continuación, se presentan los coeficientes encontrados en la estimación econométrica y los errores estándar de cada uno de ellos (entre paréntesis) ¹⁶:

peso_tot_aee = 166.68+ 0.155 *ing_mon_anual + 3.89 *num_miembros_hogar +25.31*credito+14.38*internet

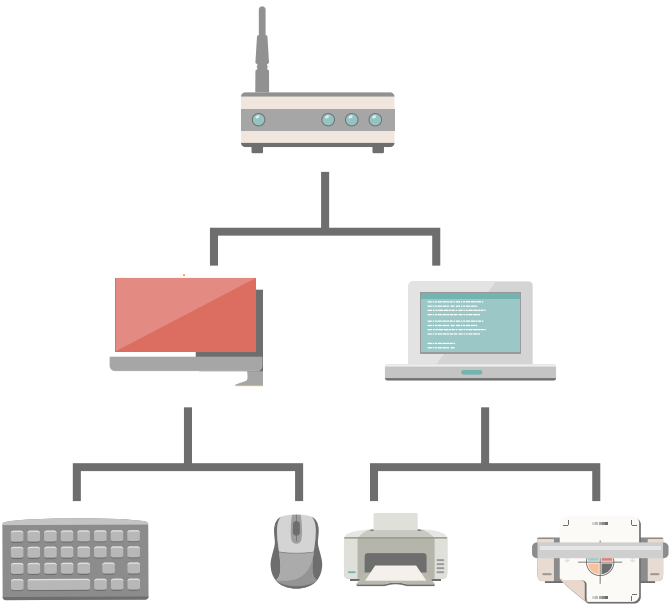
(.0000) (0.000) (0.019) (0.002) (0.000)

R²= 0.1419, n= 1152¹⁷

Ec. 3

En la Ec. 3 se puede notar que el acceso al crédito (crédito) (P= 0.002) y el acceso a Internet (internet) (P= 0.000) son dos variables muy importantes en la determinación de los **AEE** en los hogares mexicanos. El acceso a estos dos servicios se asocia con mayor consumo de aparatos eléctricos y electrónicos en el hogar y por tanto, una mayor generación de **RAEE**. De acuerdo con el modelo estimado, la variable acceso al crédito formal fue medida como binaria (dummy), la cual toma el valor de 1 (uno) si el hogar tiene acceso al crédito formal, y 0 (cero) en caso contrario. De esta forma, los resultados indican que, en promedio, tener el atributo (por ejemplo, mediante una tarjeta) se asocia con un incremento de 25.3 kilogramos de peso en el hogar por concepto de **AEE** y por tanto un incremento en la generación de **RAEE** de 1.524 kilogramos.

Cabe aclarar que el impacto de esta variable es considerablemente importante debido a que el acceso al crédito formal es una variable proxy del crecimiento de los ingresos de los hogares. Es decir, varía en forma paralela de como lo hace esta última variable. Mientras que el acceso a Internet también se midió como una variable dummy, los hallazgos muestran que tener un dispositivo electrónico (computadora, tableta o celular) conectada a una red de internet favorece el consumo de **AEE**, pues la disponibilidad de este servicio dentro del hogar lo incrementa en 14.37 kilogramos. Este resultado puede estar asociado a que actualmente está en proceso la consolidación del mercado virtual de **AEE** y que las personas que disfrutan de este servicio son más propensas a verse incentivadas a participar en él, dada la mercadotecnia que existe en la red, respecto a aquellos hogares que no disfrutan de este servicio.



¹⁶ En modelos de corte transversal es común encontrar R2 pequeñas, debido a la gran dispersión que tienen los datos respecto a la media. En el caso de los modelos a hogares, este resultado captura la gran heterogeneidad de aspectos económicos, sociales y culturales por parte de estos agentes. Asimismo, es el reflejo del número de variables independientes incluidas en la regresión (para mayores detalles se pueden consultar Wooldridge (2009), p. 41 y81).

Es el número de hogares (observaciones) utilizados en la regresión econométrica, los cuáles fueron obtenidos de la Encuesta de los tres estados que formaron parte de la muestra.

En el caso de la variable ingreso monetario anual (ing_mon_anual) ($P= 0.000$) se observa que un aumento de 1,000 pesos al año en el ingreso monetario corriente del hogar resultará en un incremento de 0.155 kilogramos de **AEE**, mientras que un miembro adicional ($\text{num_mimembros_hogar}$) ($P= 0.019$) dentro del hogar, por ejemplo, un hijo adicional, provocaría que se generarán cerca de cuatro (3.89) kilogramos adicionales. En tanto que la constante del modelo (166.68) ($P=.000$) muestra el consumo exógeno, es decir, aquel consumo mínimo que tendrían los hogares de **AEE** para desarrollar sus actividades domésticas; el cual no está asociado a la evolución de las otras variables (acceso al crédito e Internet, número de hijos e ingresos monetarios). Para fines de ejemplificar, en el caso de un hogar mexicano, la constante del modelo (166 kilogramos) aproximadamente equivaldría a tener un refrigerador (43.3 kilogramos), una lavadora (71.5 kilogramos), una estufa (45.9) y una pantalla de plasma pequeña (5.4 kilogramos). Se tomaron en cuenta estos **AEE**, debido a que se consideró en el análisis que son los que podrían representar las tecnologías domésticas básicas.

9.2 Prospección de la generación de residuos a cinco y diez años

En las **Tabla 114** a la **124** se presenta la prospección nacional de **RAEE** para los años 2021 y 2026. Las estimaciones hechas, conforme a la metodología presentada en el apartado 4.9. Análisis prospectivo permitieron calcular el peso de **AEE** por hogar (kilos), el peso de **AEE** por persona, la tasa de desecho de **RAEE** por hogar, el peso de **RAEE** por hogar (kilos), el peso de **RAEE** por persona (kilos), el peso de **AEE** nacional (kilos), el peso de **AEE** nacional (kt) y peso de **RAEE** nacional (kt).

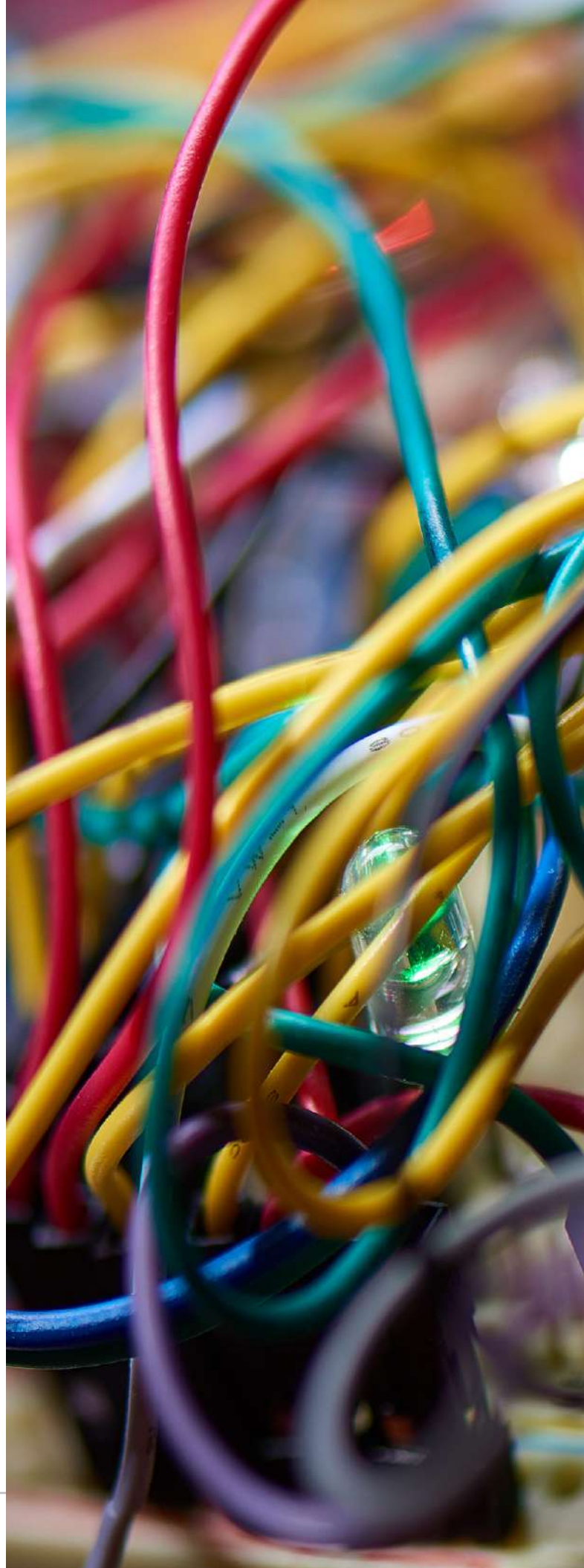


Tabla 114. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2021

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2016		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	168.74	26.20
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.52	13.69
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.16	4.04
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.75	10.73
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
<i>Estimación de RAEE</i>					
		Población total nacional			122,273,473.30
		Peso de AEE por hogar (kilos)			221.35
		Peso de AEE por persona			62.91
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901%)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			13.35
		Peso de RAEE por persona (kilos)			3.79
		Peso de RAEE nacional (kilos)			463,799,947.23
		Peso de AEE nacional (kt)			7,692,804,411.16
		Peso de RAEE nacional (kt)			463.80

Tabla 115. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (continuación)- 2017

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2017		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	286.98	44.56
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.80	14.79
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.52	13.24
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.59	8.52
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
<i>Estimación de RAEE</i>					
		Población total nacional			123,518,269.70
		Peso de AEE por hogar (kilos)			247.79
		Peso de AEE por persona			65.21
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901%)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			14.94
		Peso de RAEE por persona (kilos)			3.93
		Peso de RAEE nacional (kilos)			485,597,889.82
		Peso de AEE nacional (kt)			8,054,355,355.50
		Peso de RAEE nacional (kt)			485.60

Tabla 116. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (continuación) - 2018

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2018		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	289.62	44.97
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.80	14.79
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.54	13.77
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.62	8.97
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
<i>Estimación de RAEE</i>					
		Población total nacional			124,737,788.60
		Peso de AEE por hogar (kilos)			249.18
		Peso de AEE por persona			65.57
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901%)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			15.02
		Peso de RAEE por persona (kilos)			3.95
		Peso de RAEE nacional (kilos)			493,138,057.70
		Peso de AEE nacional (kt)			8,179,420,131.94
		Peso de RAEE nacional (kt)			493.14

Tabla 117. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (continuación)- 2019

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2019		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	294.30	45.70
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.80	14.79
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.57	14.30
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.65	9.39
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
Estimación de RAEE					
		Población total nacional			125,929,439.20
		Peso de AEE por hogar (kilos)			250.85
		Peso de AEE por persona			66.01
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			15.12
		Peso de RAEE por persona (kilos)			3.98
		Peso de RAEE nacional (kilos)			501,195,287.69
		Peso de AEE nacional (kt)			8,313,061,144.22
		Peso de RAEE nacional (kt)			501.20

Tabla 118. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026
(continuación) -2020

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2020		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	299.45	46.50
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.80	14.79
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.59	14.83
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.68	9.78
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
Estimación de RAEE					
		Población total nacional			127,091,642.30
		Peso de AEE por hogar (kilos)			252.57
		Peso de AEE por persona			66.47
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			15.23
		Peso de RAEE por persona (kilos)			4.01
		Peso de RAEE nacional (kilos)			509,290,295.51
		Peso de AEE nacional (kt)			8,447,328,757.28
		Peso de RAEE nacional (kt)			509.29

Tabla 119. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (continuación) - 2021

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2021		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	305.28	47.40
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.80	14.79
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.61	15.37
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.69	9.91
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
Estimación de RAEE					
		Población total nacional			128,221,744.20
		Peso de AEE por hogar (kilos)			254.14
		Peso de AEE por persona			66.88
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			15.32
		Peso de RAEE por persona (kilos)			4.03
		Peso de RAEE nacional (kilos)			517,014,864.57
		Peso de AEE nacional (kt)			8,575,452,098.60
		Peso de RAEE nacional (kt)			517.01

Tabla 120. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026
(continuación) - 2022

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2022		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	311.38	48.35
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.80	14.79
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.63	15.90
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.70	10.05
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
Estimación de RAEE					
		Población total nacional			129,351,846.10
		Peso de AEE por hogar (kilos)			255.76
		Peso de AEE por persona			67.30
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			15.42
		Peso de RAEE por persona (kilos)			4.06
		Peso de RAEE nacional (kilos)			524,885,183.80
		Peso de AEE nacional (kt)			8,705,992,920.90
		Peso de RAEE nacional (kt)			524.89

Tabla 121. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026
(continuación) - 2023

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2023		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	317.48	49.29
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.80	14.79
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.65	16.43
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.72	10.38
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
Estimación de RAEE					
		Población total nacional			130,451,691.00
		Peso de AEE por hogar (kilos)			257.57
		Peso de AEE por persona			67.78
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			15.53
		Peso de RAEE por persona (kilos)			4.09
		Peso de RAEE nacional (kilos)			533,091,113.46
		Peso de AEE nacional (kt)			8,842,100,335.95
		Peso de RAEE nacional (kt)			533.09

Tabla 122. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026
 (continuación) - 2024

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2024		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	323.72	50.26
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.80	14.79
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.67	16.96
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.74	10.68
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
Estimación de RAEE					
		Población total nacional			131,529,467.50
		Peso de AEE por hogar (kilos)			259.37
		Peso de AEE por persona			68.25
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			15.64
		Peso de RAEE por persona (kilos)			4.12
		Peso de RAEE nacional (kilos)			541,255,172.25
		Peso de AEE nacional (kt)			8,977,513,260.96
		Peso de RAEE nacional (kt)			541.26

Tabla 123. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026
(continuación) - 2025

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2025		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	329.96	51.23
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.70	14.40
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.69	17.49
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.76	10.95
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
Estimación de RAEE					
		Población total nacional			132,584,052.80
		Peso de AEE por hogar (kilos)			260.75
		Peso de AEE por persona			70.47
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			15.72
		Peso de RAEE por persona (kilos)			4.25
		Peso de RAEE nacional (kilos)			563,336,028.91
		Peso de AEE nacional (kt)			9,343,756,751.30
		Peso de RAEE nacional (kt)			563.34

Tabla 124. Estimación total nacional de la generación de residuos para 2016-2026 (continuación) -2026

Tipo de variables	Variables	Nombre de las variables	2026		
			Coef.	Valores medios	Aportación por variable (kg) a los AEE del hogar
Dependiente	peso_total_aee				
Independientes	ing_mon_anual	Ingreso monetario corriente anual por hogar	0.16	335.95	52.16
	num_miembros_hogar	Número de miembros por hogar	3.89	3.70	14.40
	crédito	Proporción de hogares con acceso al crédito	25.31	0.71	18.02
	internet	Proporción de hogares con acceso al Internet	14.38	0.78	11.15
	_cons	Constante del modelo	166.68	1.00	166.68
Estimación de RAEE					
		Población total nacional			135,109,525.95
		Peso de AEE por hogar (kilos)			262.41
		Peso de AEE por persona			70.92
		Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901)			0.06
		Peso de RAEE por hogar (kilos)			15.82
		Peso de RAEE por persona (kilos)			4.28
		Peso de RAEE nacional (kilos)			577,719,599.89
		Peso de AEE nacional (kt)			9,582,329,435.29
		Peso de RAEE nacional (kt)			577.72

La **Tabla 125**, resume los resultados mostrados en la Tabla anterior. Los datos principales que contiene es el peso y los residuos de los AEE en diferentes escalas de agregación: per cápita, hogar, nacional.

Tabla 125. Resumen de las proyecciones nacionales de RAEE: 2016-2026 (1)

Nombre de la variables	AEE				
	2017	2018	2019	2020	2021
Peso de AEE por hogar (kilos)	221.35	247.79	249.18	252.57	254.14
Peso de AEE por persona	62.91	65.21	65.57	66.47	66.88
Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Peso de RAEE por hogar (kilos)	13.35	14.94	15.02	15.23	15.32
Peso de RAEE por persona (kilos)	3.79	3.93	3.95	4.01	4.03
Peso de RAEE nacional (kilos)	463,799,947.23	485,597,889.82	493,138,057.70	509,290,295.51	517,014,864.57
Peso de AEE nacional (kt)	7,692,804,411.16	8,054,355,355.50	8,179,420,131.94	8,447,328,757.28	8,575,452,098.60
Peso de RAEE nacional (kt)	463.80	485.60	493.14	509.29	517.01



Tabla 126. Resumen de las proyecciones nacionales de **RAEE**: 2016-2026 (2)

Nombre de la variables	AEE				
	2022	2023	2024	2025	2026
Peso de AEE por hogar (kilos)	255.76	257.57	259.37	260.75	262.41
Peso de AEE por persona	67.30	67.78	68.25	70.47	70.92
Tasa de desecho de RAEE por hogar (6.026901)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Peso de RAEE por hogar (kilos)	15.42	15.53	15.64	15.72	15.82
Peso de RAEE por persona (kilos)	4.06	4.09	4.12	4.25	4.28
Peso de RAEE nacional (kilos)	524,885,183.80	533,091,113.46	541,255,172.25	563,336,028.91	577,719,599.89
Peso de AEE nacional (kt)	8,705,992,920.90	8,842,100,335.95	8,977,513,260.96	9,343,756,751.30	9,582,329,435.29
Peso de RAEE nacional (kt)	524.89	533.09	541.26	563.34	577.72

Como resultado de las proyecciones mostradas en la **Tablas 125 y 126**, a continuación, se muestran los **RAEE** a nivel nacional, hogar y persona.

9.2.1 Prospección de la generación de residuos a cinco y diez años en el plano nacional

Con respecto a las 463.80 kt estimadas para 2016 y que se utilizan como base para el análisis prospectivo, cabe mencionar los siguientes aspectos:

- Este valor es posible considerarlo como una estimación adicional; sin embargo, no se consideró como una opción dentro del análisis final, ya que se refiere a un resultado basado únicamente en parámetros econométricos que se han descrito previamente; sin embargo, si permite validar la generación obtenida para hogares con las aproximaciones propuestas, ya que se ubican en el mismo orden de magnitud.
- Cabe mencionar, que este resultado obtenido no considera los residuos generados por las organizaciones y las empresas, por lo cual, existe una subestimación en la generación. Según los resultados del presente estudio, una aproximación de la distribución de la generación de residuos por sector es; hogares con el 65.5%, empresas 27% y sector público con 7.5%. Con estos valores, se podría realizar una estimación de la generación total con base en este análisis econométrico, es decir, que en 2016 la generación total sería de 708.09 kt, donde 463.80 kt son generadas por los hogares, 191.18 kt por las empresas y 53.11 por el sector público. Vale la pena advertir que, se asume que durante el periodo de análisis de la prospección, la participación en los **RAEE** de cada uno de estos agentes económicos es constante. Es decir, es la misma a lo largo del periodo de tiempo analizado



En la **Tabla 127** y **Figura 56** se pueden observar las tasas de crecimiento anual y promedio de la población mexicana y de los **RAEE**, del periodo 2017-2026. Al respecto, en este lapso la tasa de crecimiento media anual de la población es menor (0.88%) a la de los **RAEE** (1.95%). Se espera que en la siguiente década (2017-2026) ambas variables mantengan una tasa de crecimiento relativamente constante. Aunque en términos estrictos, se nota una tendencia ligeramente decreciente en la tasa de crecimiento media anual de la población y creciente en la de los **RAEE**. Incluso se puede ver que a partir de 2024-2025 se da un cambio estructural en la tendencia de crecimiento de los **RAEE**, pues la pendiente cambia

considerablemente. Ello se debe al cambio en la dinámica poblacional, pues se espera que en 2024 y 2025 el número de miembros por hogar disminuya de 3.8 a 3.7, respectivamente

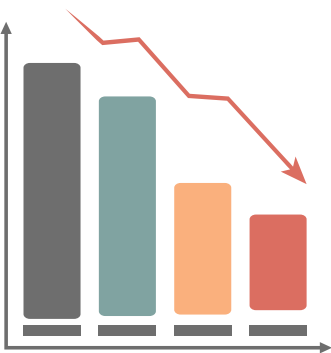
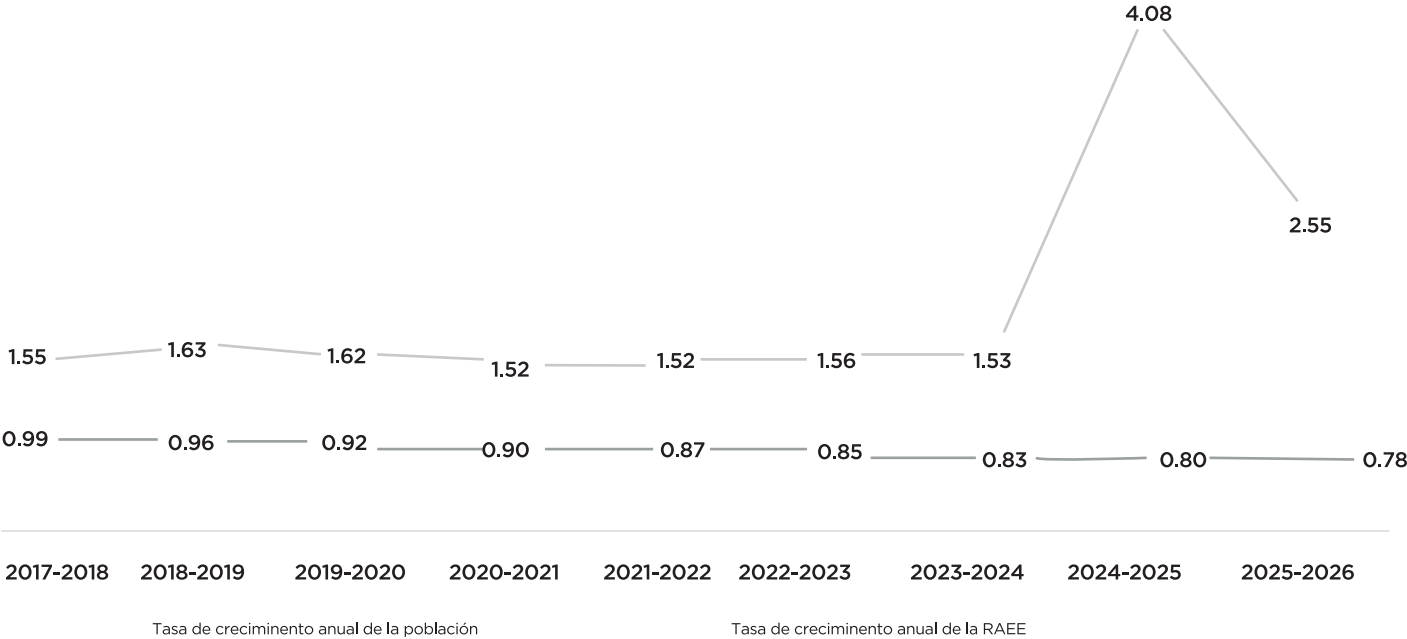


Tabla 127. Tasas de crecimiento anual de la población y de los **RAEE**

Año	Tasa de crecimiento anual de la población	Tasa de crecimiento anual de los RAEE
2017-2018	0.99	1.55
2018-2019	0.96	1.63
2019-2020	0.92	1.62
2020-2021	0.90	1.52
2021-2022	0.87	1.52
2022-2023	0.85	1.56
2023-2024	0.83	1.53
2024-2025	0.80	4.08
2025- 2026	0.78	2.55
Tasa de crecimiento media anual en el periodo	0.88	1.95

Figura 56. Tasas de crecimiento anual de la población y de los RAEE



Al considerarse los porcentajes de distribución de la generación de residuos (65.5% para hogares, 27% para empresas y 7.5% para público) y las tasas de crecimiento anual estimadas del periodo, se obtiene la **Tabla 128** que resumen los resultados del periodo prospectivo, sobre la generación total incluyendo sector público y empresas.

Figura 57. Prospección de la generación de RAEE a nivel nacional (kt)

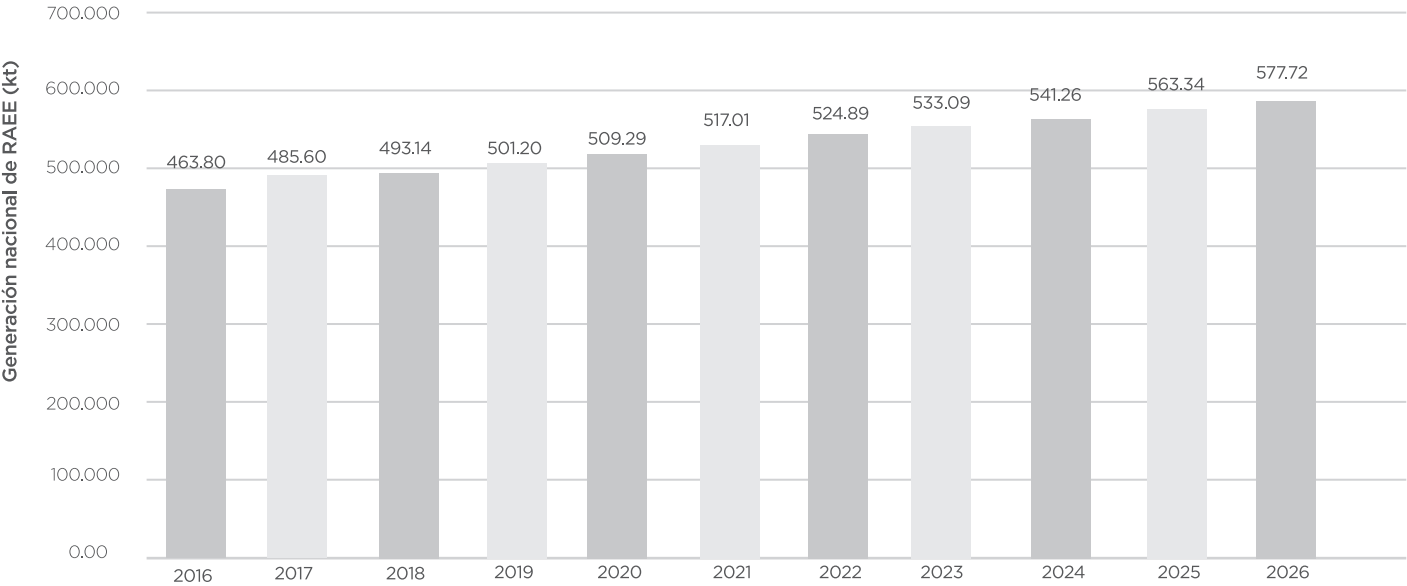


Tabla 128. Generación de **RAEE** del periodo prospectivo incluyendo hogares, sector público y empresas

Año	Tasa de crecimiento anual de los RAEE	Generación de RAEE (kt) para resultados del análisis prospectivo			
		Hogares	Empresas	Público	Total
2015-2016	1.55	463.80	191.18	53.11	708.09
2016-2017	1.55	470.99	194.15	53.93	719.07
2017-2018	1.55	478.29	197.16	54.77	730.21
2018-2019	1.63	486.09	200.37	55.66	742.12
2019-2020	1.62	493.96	203.62	56.56	754.14
2020-2021	1.52	501.47	206.71	57.42	765.60
2021-2022	1.52	509.09	209.85	58.29	777.24
2022-2023	1.56	517.03	213.13	59.20	789.36
2023-2024	1.53	524.94	216.39	60.11	801.44
2024-2025	4.08	546.36	225.22	62.56	834.14
2025- 2026	2.55	560.29	230.96	64.16	855.41

9.2.2 Prospección de la generación de residuos a cinco y diez años por hogar

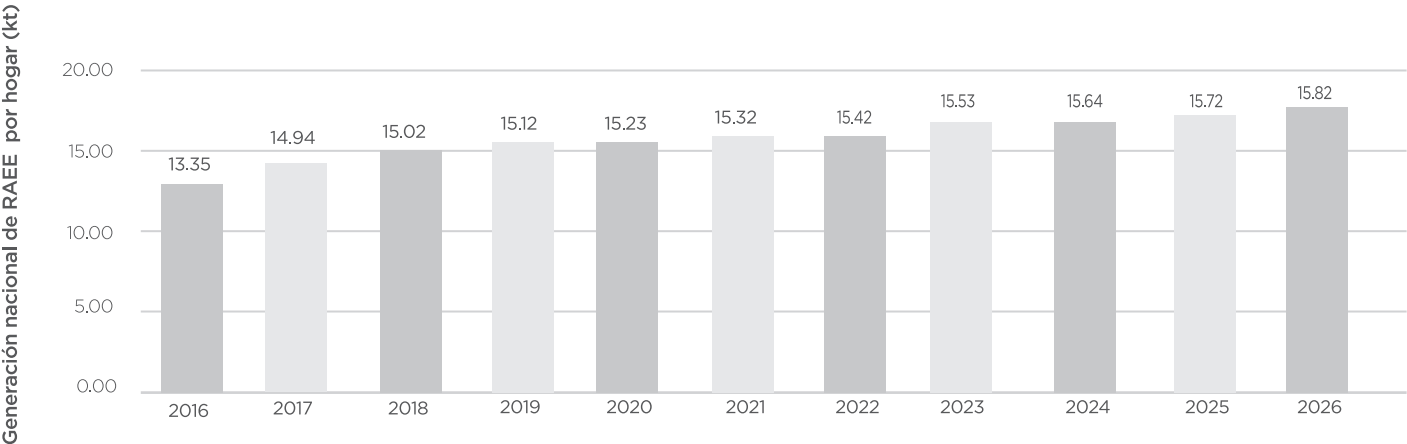
En la gráfica de la **Figura 58** se muestran las proyecciones del peso de los **RAEE** por hogar. Se observa que en 2016 cada hogar generaba cerca de 13.35 kilogramos. Esta cifra crecerá alrededor de dos kilogramos adicionales (15.32) en los próximos cinco años y en 2026 se espera que los **RAEE** por hogar alcancen los 16 kilogramos.



Tabla 129. Prospección de la generación de **RAEE** por hogar: 2021 y 2026

Año	Peso de RAEE por hogar (kilos)
2016	13.35
2017	14.94
2018	15.02
2019	15.12
2020	15.23
2021	15.32
2022	15.42
2023	15.53
2024	15.64
2025	15.72
2026	15.82

Figura 58. Prospección de la generación de **RAEE** por hogar: 2021 y 2026



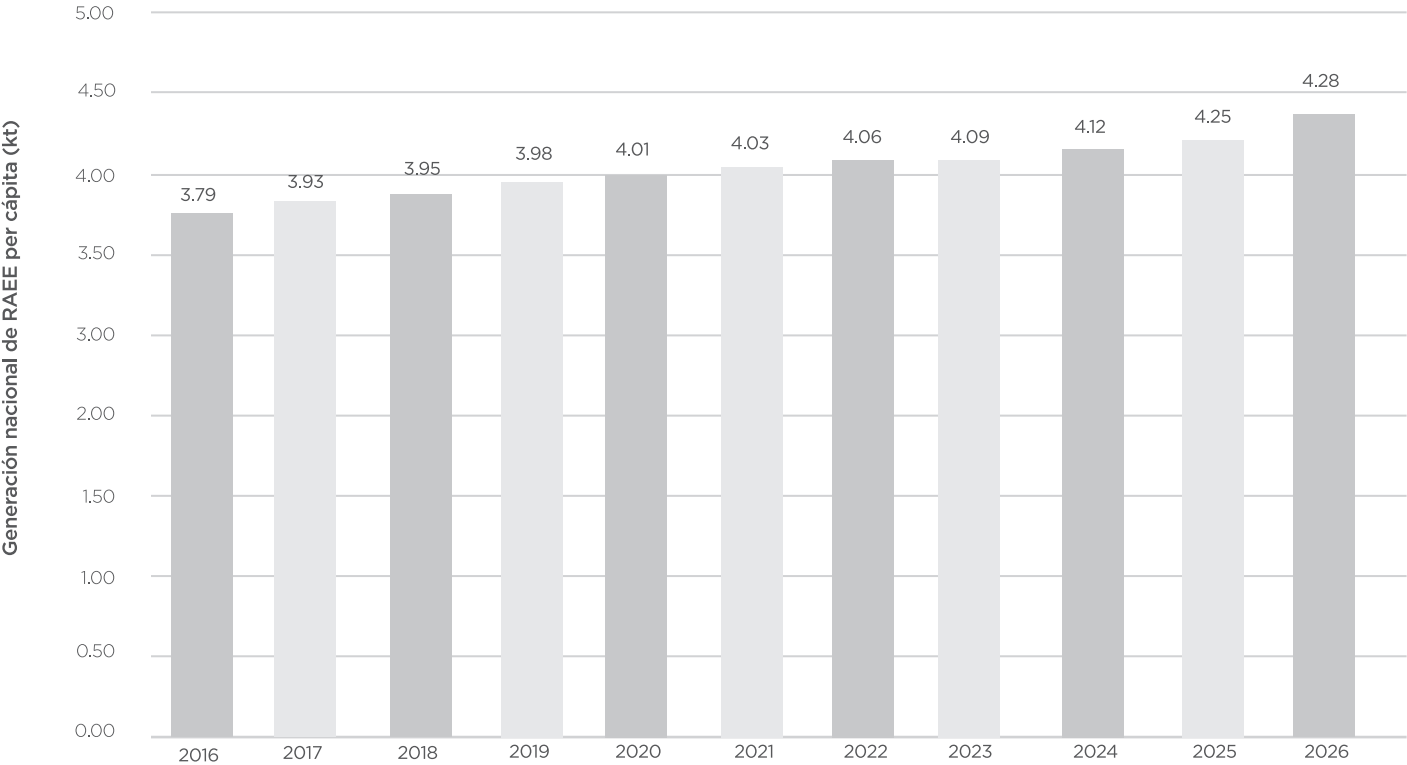
9.2.3 Prospección de la generación de residuos a cinco y diez años per cápita

En la gráfica de la **Figura 59** se presenta la proyección de los **RAEE** per cápita en 2021 y 2026. Es posible observar que, en promedio, en el 2016 los mexicanos generan cerca de cuatro (3.79) kilogramos de residuos. Esta cifra aumentará en 2021 poco más de cuatro kilogramos y en 2026 se alcanzarán los 4.28 kilogramos.

Tabla 130. Prospección de la generación de **RAEE** per cápita: 2021 y 2026

Año	Peso de RAEE per cápita (kilos)
2016	3.793
2017	3.931
2018	3.953
2019	3.980
2020	4.007
2021	4.032
2022	4.058
2023	4.087
2024	4.115
2025	4.249
2026	4.276

Figura 59. Prospección de la generación de **RAEE** per cápita: 2021 y 2026



9.3 Consideraciones de las proyecciones económicas del modelo a nivel nacional

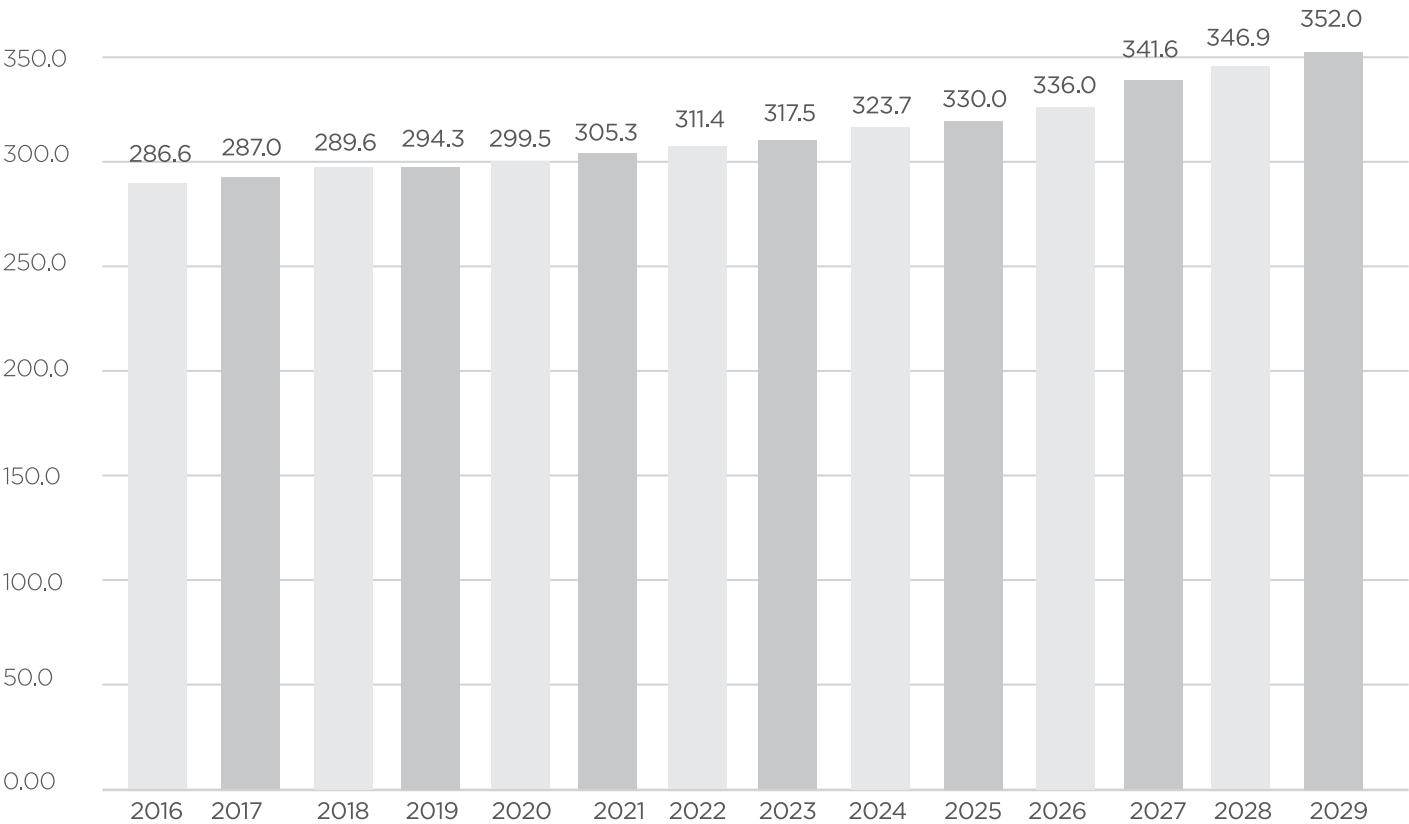
9.3.1 Proyecciones sobre ingreso disponible de los hogares en México: 2016-2030

En México, el ingreso disponible por hogar en 2016 fue de \$286,556.90; se ha estimado que en 2021 éste alcanzará los \$305,275.10. Esto último significaría un aumento del 6.5%. Asimismo, en 2026 se determinó que alcanzará \$335,951.30. Es decir, se incrementará en 10.04% respecto al quinquenio anterior. Dadas las anteriores proyecciones, se podría esperar que los hogares mexicanos dispongan de mayor renta para gastar en **AEE** (Figura 60).

Es decir, de acuerdo a los resultados encontrados en la estimación econométrica, manteniendo el resto de variables constantes, se esperaría que, en promedio, por cada mil pesos que incremente el ingreso monetario anual de un hogar mexicano, el consumo de **AEE** aumente en 160 gramos (0.16 kilogramos), y en consecuencia (usando una tasa de desecho de 6.012%) los residuos generados aumenten alrededor de 10 gramos.

Finalmente, cabe mencionar que estos resultados son congruentes con las bases de la teoría económica, ya que ésta explica si hay un incremento en el ingreso monetario anual, lo que se espera, es que a mayor percepción de renta, los consumidores poseen mayor porcentaje de dicha renta para ser destinada al gasto corriente, y éste incremento del gasto podría esperarse que se convierta en un aumento del consumo (compra) de bienes y servicios, y en consecuencia se podría esperar que se tendrá una cantidad adicional (mayor) para la compra de **AEE**, los cuales, en algún momento, se generarían como residuos.

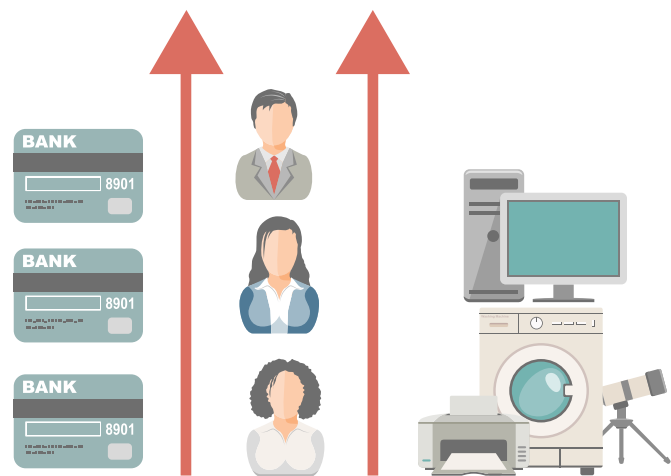
Figura 60. Proyecciones del ingreso disponible en México (miles de pesos anuales): 2016 – 2030



Fuente: Elaboración propia, con datos de Euromonitor International from national statistics.

9.3.2 Proyecciones sobre el acceso al crédito de los hogares en México: 2016-2030

En México, en el 2016 el 50.20% de la población de 15 y más años mostró tener acceso a los servicios crediticios del sistema financiero mexicano; en 2021 se espera que sea el 60.70% de personas y en 2026 el 71.20%. Estos incrementos de 10.5 puntos porcentuales significarían una mayor capacidad de compra en los individuos y por ende en sus hogares (**Figura 61**). Bajo el contexto anterior y de acuerdo al modelo econométrico estimado, lo anterior implica que por cada hogar que tenga acceso al sistema financiero formal, mediante una tarjeta de crédito por ejemplo, éste generaría, en promedio, 1.5 kilogramos de **RAEE**¹⁸.



¹⁸ De acuerdo con la estimación econométrica, el tener acceso al crédito incrementa la demanda de AEE de un hogar en 25.3 kilogramos, si se considera una tasa de desecho de 6.02% (tal como se hizo en la prospección), entonces se esperaría que los residuos por hogar, manteniendo el resto variables constantes, crecieran en esta cifra señalada

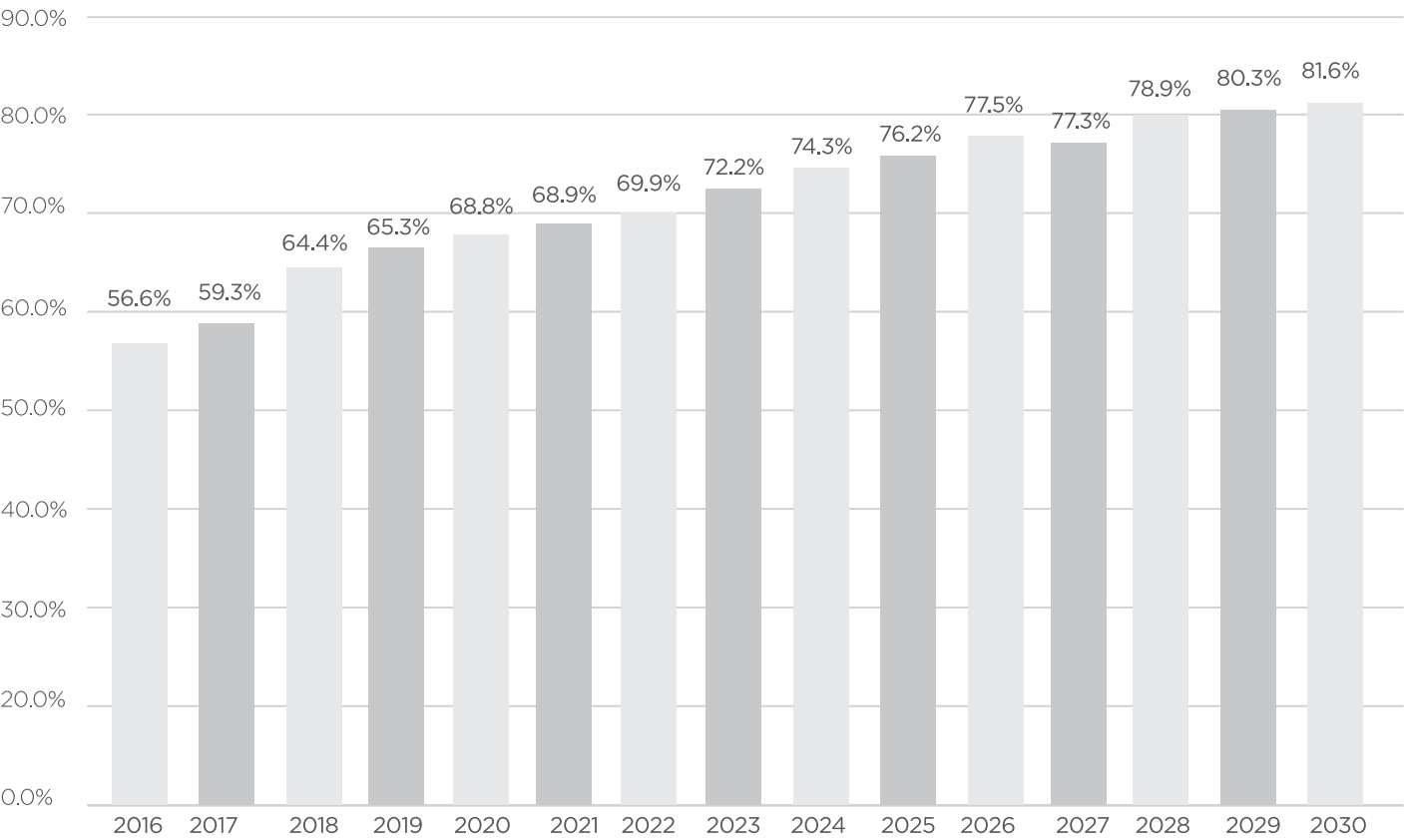


4 kg
22-12-16

4 kg
23-12-16

4 kg

Figura 61. Proyecciones de personas de 15 años y más con acceso a crédito (porcentaje): 2016-2030



Fuente: Elaboración propia, con datos de Euromonitor International from national statistics.



9.3.3 Proyecciones sobre el acceso al Internet de los hogares en México: 2016-2030

En **Figura 62** es posible observar que en el 2017 cerca de 60% de los hogares tienen acceso a Internet; en 2021 sería cerca del 69% y en 2026 el 78%.

Es decir, en los próximos dos lustros ocho de cada diez hogares mexicanos estará conectado a la era de la información y comunicación, y con ello es probable que el comercio virtual de **AEE** se expanda.

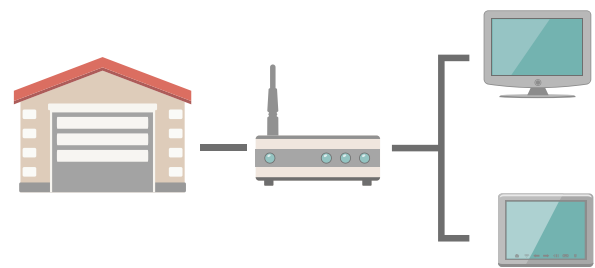
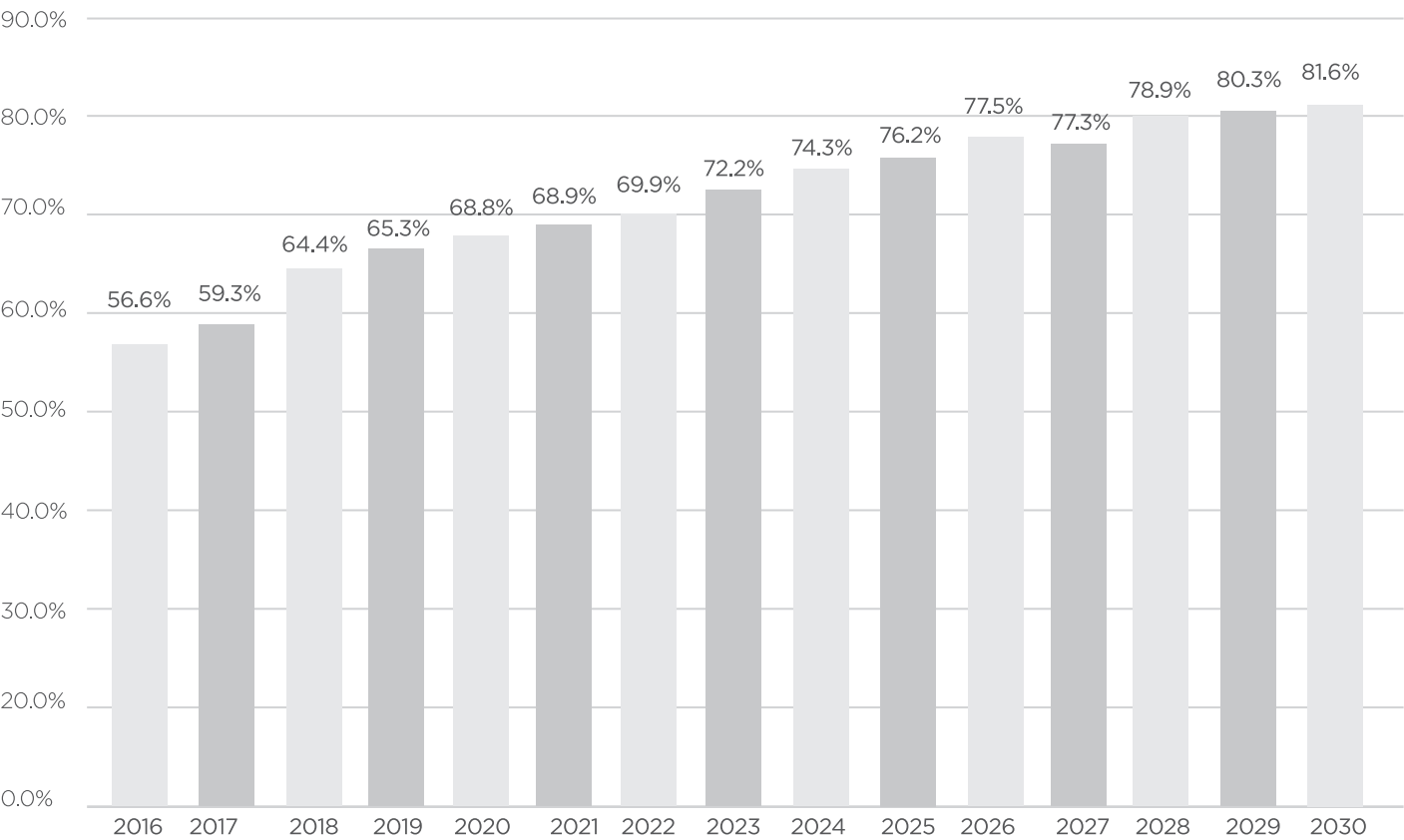
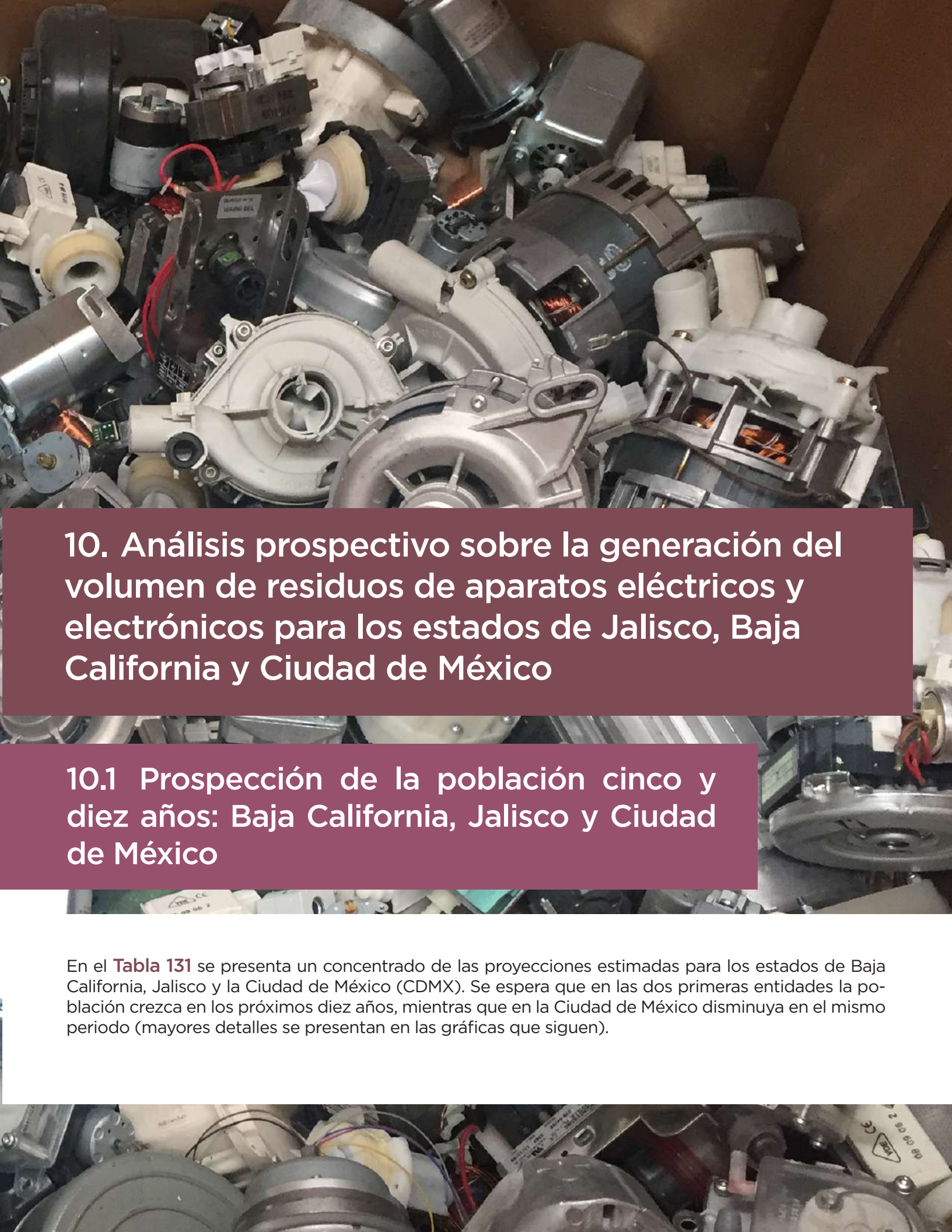


Figura 62. Proyecciones del Acceso a Internet de los hogares de México: 2016-2030



Fuente: Elaboración propia, con datos de Euromonitor International from national statistics.





10. Análisis prospectivo sobre la generación del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos para los estados de Jalisco, Baja California y Ciudad de México

10.1 Prospección de la población cinco y diez años: Baja California, Jalisco y Ciudad de México

En el **Tabla 131** se presenta un concentrado de las proyecciones estimadas para los estados de Baja California, Jalisco y la Ciudad de México (CDMX). Se espera que en las dos primeras entidades la población crezca en los próximos diez años, mientras que en la Ciudad de México disminuya en el mismo periodo (mayores detalles se presentan en las gráficas que siguen).

Tabla 131. Prospección de la generación de **RAEE** de los estados de Baja California, Jalisco y Ciudad de México: 2016-2026

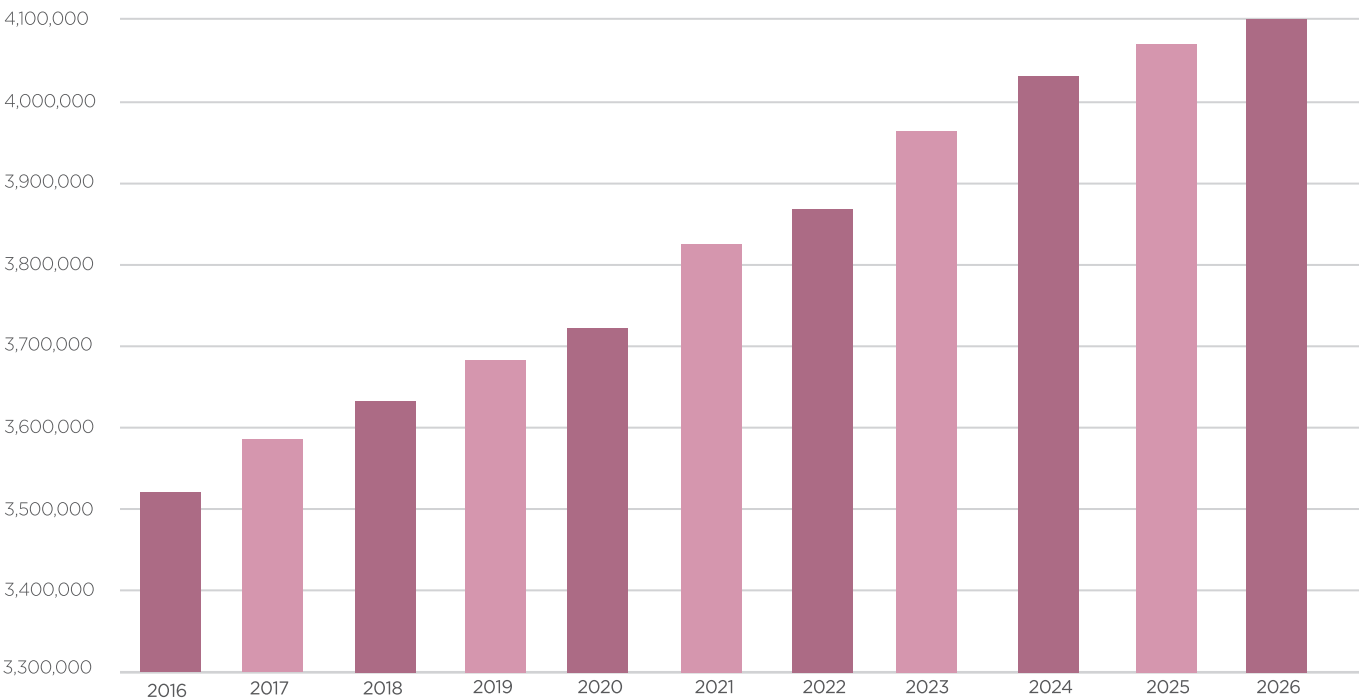
Año	RAEE per cápita (kilos) estimada nacional	Baja California			Población total
		Población total	RAEE (kilos)	RAEE (kt)	
2016	3.79	3,534,688	13,396,468	13.40	8,022,181
2017	3.93	3,584,605	14,087,498	14.09	8,110,943
2018	3.95	3,633,772	14,353,399	14.35	8,197,483
2019	3.98	3,682,063	14,654,611	14.65	8,281,714
2020	4.01	3,729,225	14,954,192	14.95	8,363,277
2021	4.03	3,775,765	15,216,333	15.22	8,443,137
2022	4.06	3,822,151	15,517,933	15.52	8,522,198
2023	4.09	3,868,001	15,820,124	15.82	8,599,902
2024	4.12	3,913,266	16,122,656	16.12	8,676,234
2025	4.25	3,957,878	16,820,982	16.82	8,751,124
2026	4.28	4,001,752	17,127,499	17.13	8,824,483

Jalisco			CDMX		
	RAEE (kilos)	RAEE (kt)	Población total	RAEE (kilos)	RAEE (kt)
	30,404,066	30.40	8,833,416	33,478,647	33.48
	31,876,006	31.88	8,811,266	34,628,275	34.63
	32,380,058	32.38	8,788,141	34,713,157	34.71
	32,961,222	32.96	8,764,004	34,880,736	34.88
	33,536,741	33.54	8,738,914	35,043,045	35.04
	34,025,842	34.03	8,712,905	35,113,007	35.11
	34,600,124	34.60	8,686,003	35,265,172	35.27
	35,173,599	35.17	8,658,248	35,412,234	35.41
	35,746,084	35.75	8,629,648	35,554,150	35.55
	37,192,277	37.19	8,600,179	36,550,761	36.55
	37,768,787	37.77	8,569,824	36,678,847	36.68

10.1.1 Baja California

En la **Figura 63** se muestra que en 2016 la población total de Baja California alcanzó los 3,534,688 habitantes. La población en esta entidad para 2021 podría alcanzar las 3,775,765 personas. En tanto que para 2026 se prevé que alcance poco más de cuatro millones de habitantes (4,001,752).

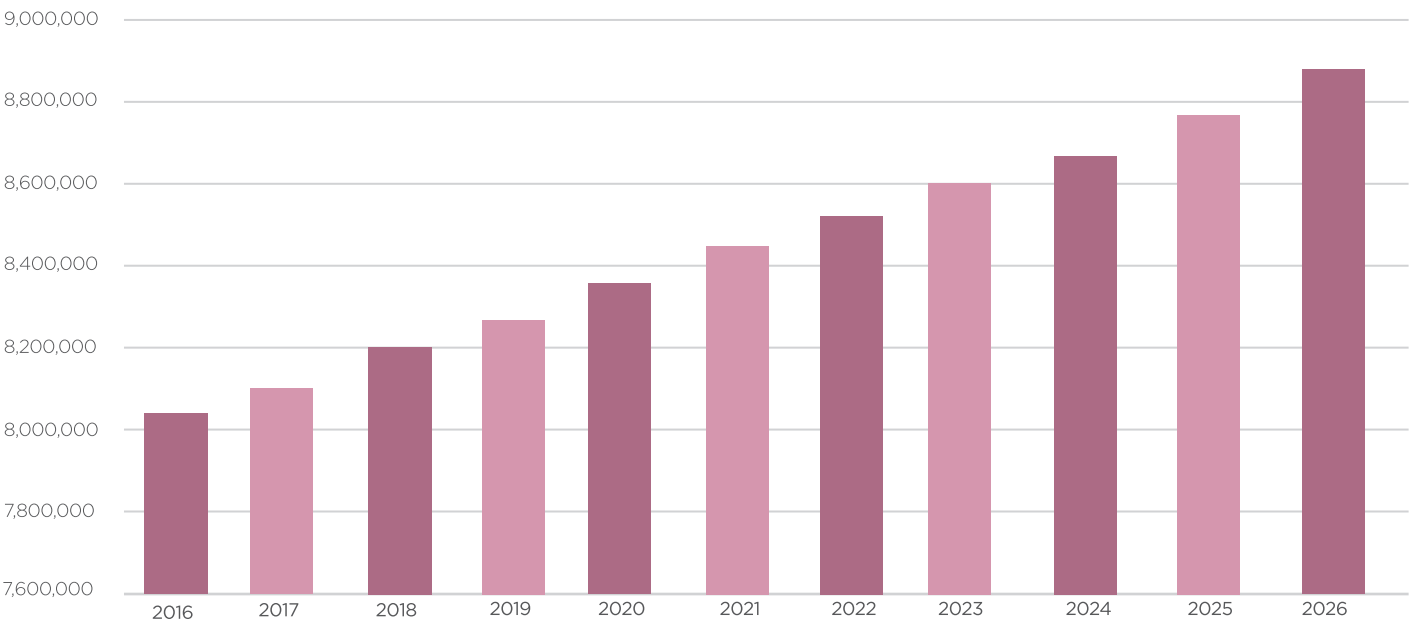
Figura 63. Proyecciones de la población (a mitad del año) 2016 - 2030: Baja California



10.1.2 Jalisco

Por su parte, la población del estado de Jalisco en el 2016 reportó ser más del doble que la de Baja California. Es decir, alcanzó poco más de ocho millones de personas (8,022,181). En 2021 se espera que esta cifra aumente aproximadamente a 8,443,137 habitantes y en 2026 alcance las 8,824,483 personas (**Figura 64**). En conclusión, tanto en Baja California con Jalisco se espera que la población total crezca en la próxima década.

Figura 64. Proyecciones de la población (a mitad del año) 2016 - 2030: Jalisco





10.1.3 Ciudad de México

A diferencia de lo que se ha pronosticado que ocurra en términos de población en los estados de Baja California y Jalisco, en la Ciudad de México se prevé que la población disminuya en los próximos diez años (**Figura 65**). En 2016 los habitantes de la CDMX se estimaron en 8.8 millones, se espera que dos lustros más tarde la población decrezca, en alrededor de 300,000 habitantes, situándose en 8.5 millones de habitantes en 2026.

Figura 65. Proyecciones de la población (a mitad del año) 2016 - 2030: Ciudad de México

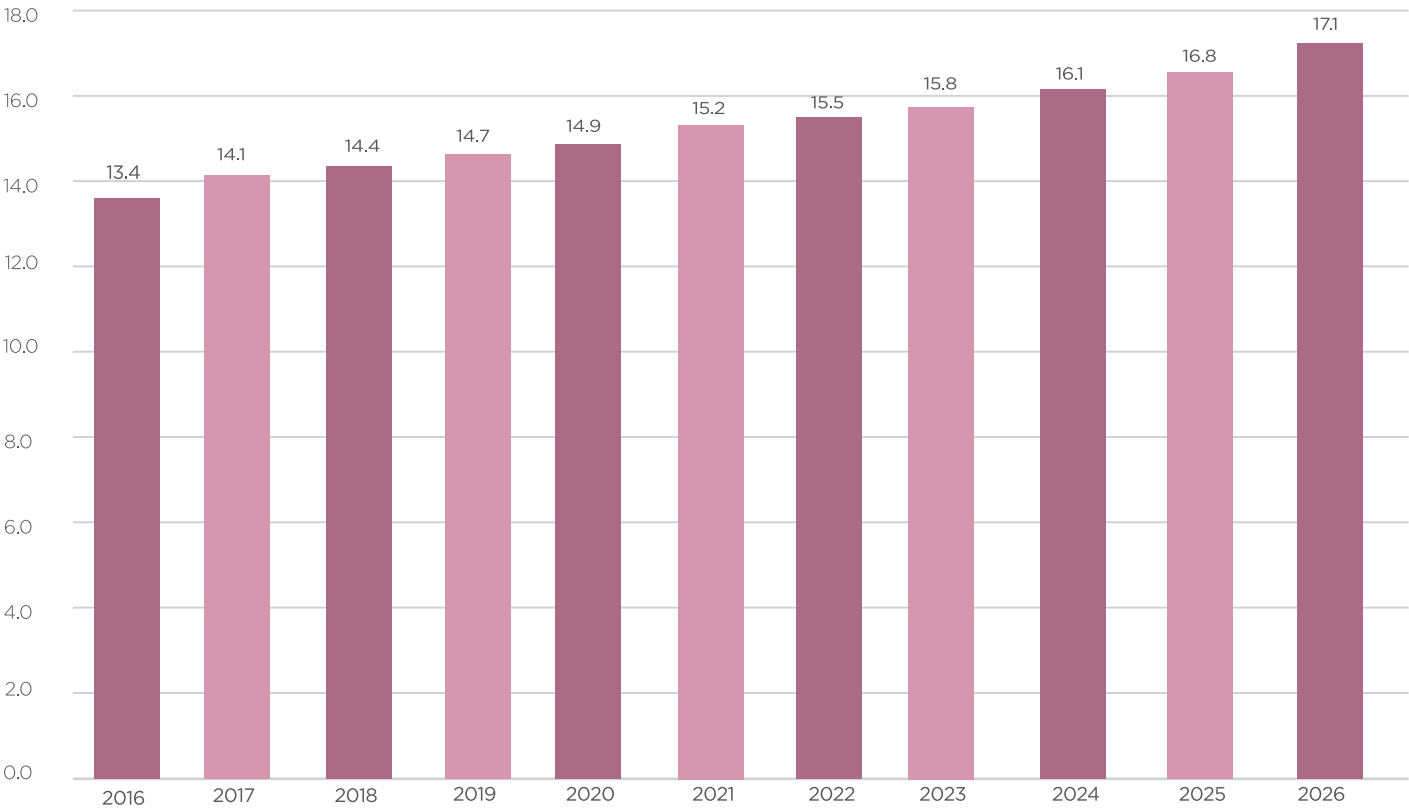




10.2 Prospección del volumen de residuos eléctricos y electrónicos a generarse a cinco y diez años: Baja California, Ciudad de México y Jalisco

En la **Figura 66** se muestra la proyección de los **RAEE** del estado de Baja California, para periodo 2016-2021. Los resultados de la estimación muestran que, en promedio, en el 2016 se generaron 13.4 kt, de **RAEE**. Sin embargo, esta cifra aumentará en 2021 a 15.2 kt, y en 2026 alcanzará las 17.1 kt. Es decir que un periodo de diez años se incrementarán los **RAEE** en 27.6 por ciento.

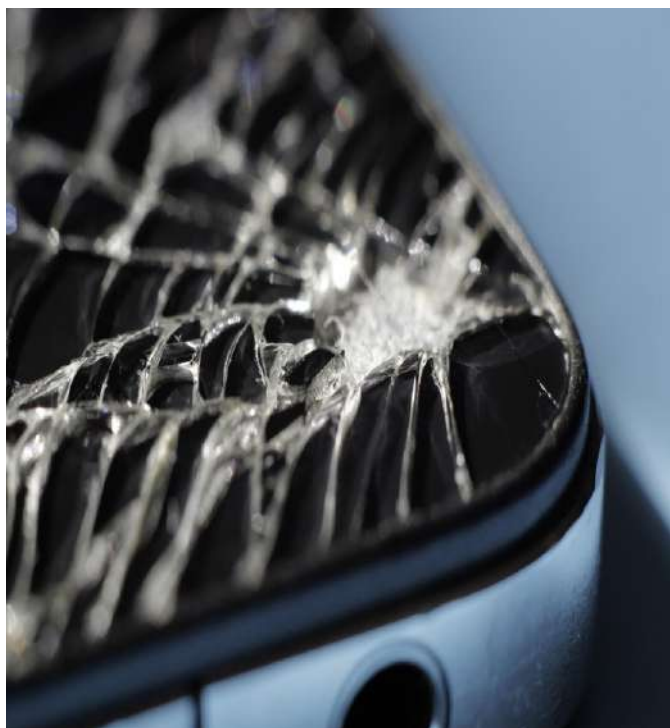
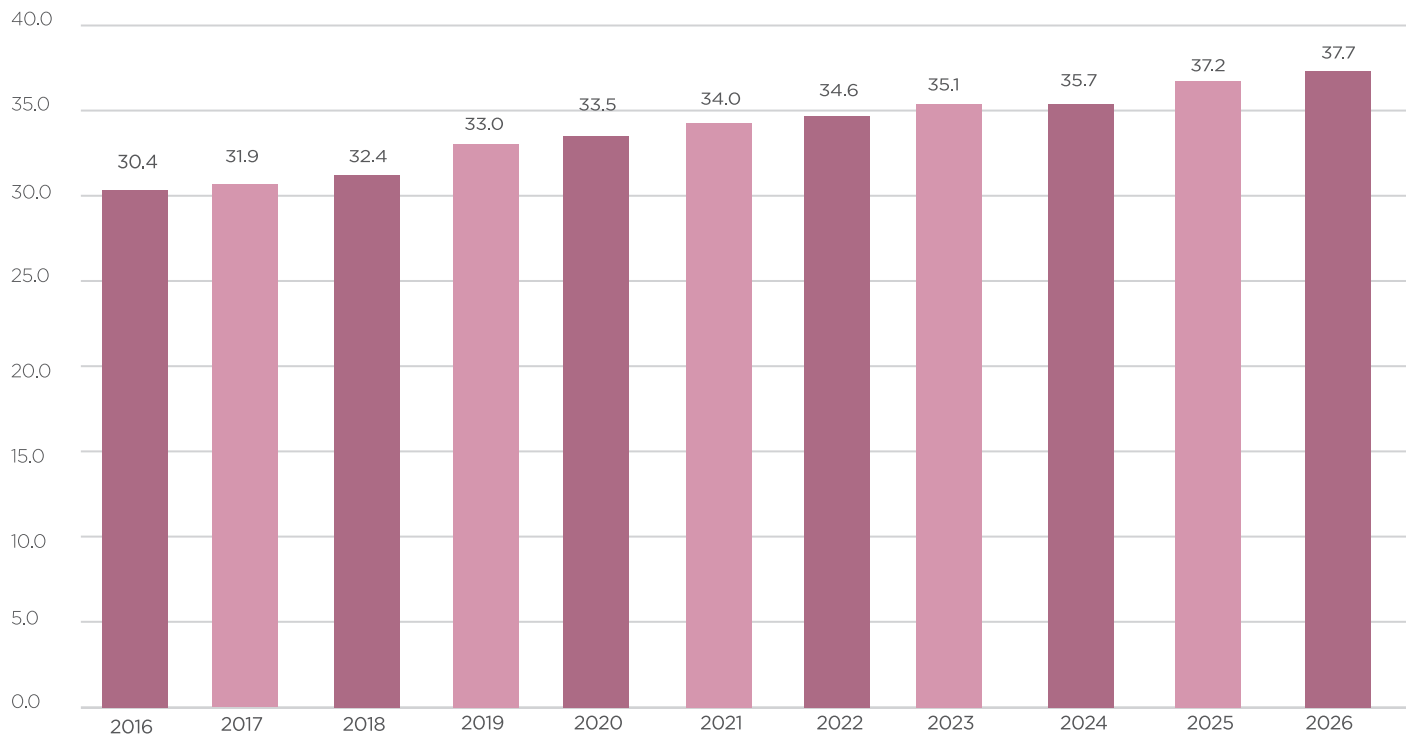
Figura 66. Proyecciones de los **RAEE** (kt) 2016 - 2026: Baja California



10.2.2 Jalisco

En el estado de Jalisco, en 2016 los **RAEE** sumaron 30.4 kt. Se espera que en 2021, alcancen los 34.0 kt, y cinco años más tarde los 37.7 kt (**Figura 67**).

Figura 67. Proyecciones de los **RAEE** (kt) 2016 - 2026: Jalisco



10.2.3 Ciudad de México

A pesar de la disminución de la población total para los próximos dos lustros, en la Ciudad de México se espera que los **RAEE** en 2016 sean de 33.5 kt, en 2021 de 35.1kt y 36.6 kt en 2026.

Figura 68. Proyecciones de los **RAEE** (kt) 2016 - 2026: Ciudad de México



10.3 Participación de los RAEE de los estados muestra respecto al total nacional

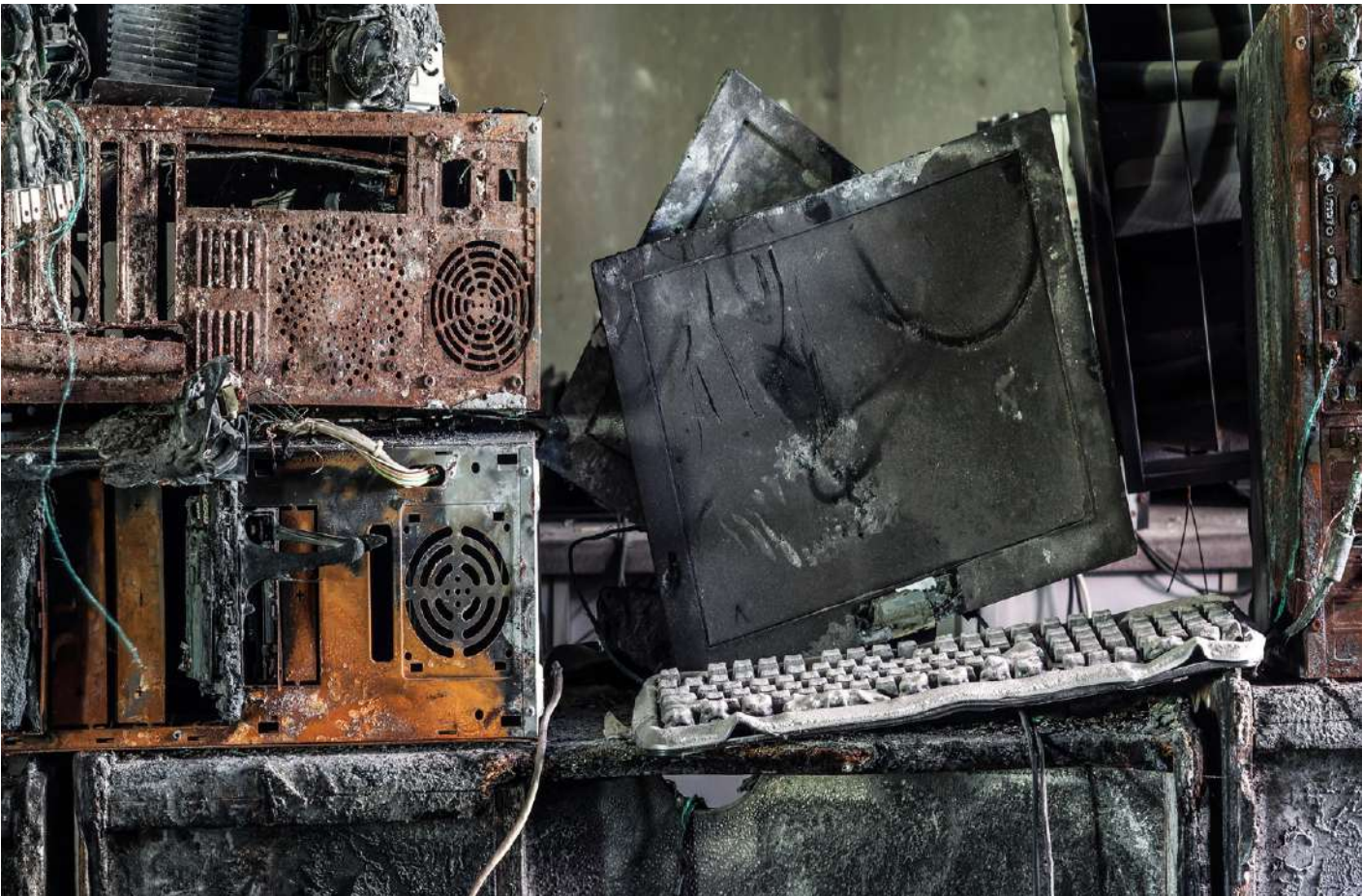


La **Tabla 131** y **Figura 69** muestran la participación de los **RAEE** de los estados que formaron parte de la muestra en el total nacional, medidos en kt. Es posible observar que los **RAEE** de las tres entidades en el 2016 son de 77.34 kt., y representan el 16.68% del total nacional. Esta participación se mantiene a la baja a lo largo del periodo de análisis (2016-2026); muestra de ello es que en último año de estudio (2026) solamente representan 15.84%. Esto último a pesar de que en términos absolutos los **2** de las tres entidades crecen 14.15 kt, a lo largo del mismo periodo.


Tabla 132. Participación de los **RAEE** de los estados muestra en el nacional

Año	Peso de los RAEE nacional (kt)	Estados muestra		Baja California		Jalisco		CDMX	
		Peso de los RAEE (kt)	% del nacional	Peso de los RAEE (kt)	% del nacional	Peso de los RAEE (kt)	% del nacional	Peso de los RAEE (kt)	% del nacional
2016	463.80	77.34	16.68	13.4	2.89	30.4	6.6	33.5	7.2
2017	485.60	80.62	16.60	14.1	2.90	31.9	6.6	34.6	7.1
2018	493.14	81.52	16.53	14.4	2.91	32.4	6.6	34.7	7.0
2019	501.20	82.50	16.46	14.7	2.92	33.0	6.6	34.9	7.0
2020	509.29	83.48	16.39	14.9	2.93	33.5	6.6	35.0	6.9
2021	517.01	84.40	16.32	15.2	2.94	34.0	6.6	35.1	6.8
2022	524.89	85.34	16.26	15.5	2.95	34.6	6.6	35.2	6.7
2023	533.09	86.33	16.19	15.8	2.97	35.1	6.6	35.4	6.6
2024	541.26	87.32	16.13	16.1	2.98	35.7	6.6	35.5	6.6
2025	563.34	90.54	16.07	16.8	2.99	37.2	6.6	36.5	6.5
2026	577.72	91.49	15.84	17.1	2.96	37.7	6.5	36.6	6.3

Figura 69. Participación de la generación de RAEE de los estados muestra respecto al total nacional







11. Factores de generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos a escala nacional y estatal

11.1 Consumo de equipos

Como primer aspecto, se considera adecuado que previo a definir los factores de generación que se obtuvieron como resultado de la metodología desarrollada, se lleve a cabo el cálculo del número de dispositivos que probablemente se convertirán en residuos; para ello, como parte de los resultados obtenidos de las encuestas realizadas en los estados piloto, se obtuvo el indicador del número de equipos por cada mil hogares para cada estrato socioeconómico; en las **Tabla 133** a la **135** se agrupa esta información; además de que se obtiene el promedio de todos los valores.

Tabla 133. Número de equipos por cada 1,000 hogares del estrato socioeconómico Bajo

Clasificación	Equipos	Número de equipos por cada 1000 hogares, Nivel socioeconómico Bajo			
		CDMX	Jalisco	BC	Promedio
Equipos grandes	Lavadora y/o secadora	891	875	867	878
	Refrigerador y/o congelador	1,000	945	1,008	984
	Aire acondicionado	23	0	250	91
	Ventilador	313	898	844	685
	Horno de microondas	711	539	586	612
Equipos pequeños	Tostadores	188	188	297	224
	Aspiradoras	133	86	102	107
	Estufas eléctricas	359	398	117	291
	Cafeteras	242	195	211	216
Informáticos y de telecomunicación	Pantalla LCD	1,164	992	836	997
	Laptop y notebook	477	289	305	357
	Tlabletas y celulares	2,406	2,148	2,539	2364
	PC's	281	164	164	203
	Teléfono fijo	688	375	281	448
	Impresoras y copiadoras	195	109	23	109
De consumo	Televisor TRC	688	773	852	771
	Radio	570	563	523	552
	Videocámaras	180	86	55	107
Otros	Herramientas domésticas	969	508	1,406	961
	Juguetes y videojuegos	1,984	773	1,055	1271
	Monitoreo y control	117	8	320	148

Tabla 134. Número de equipos por cada 1,000 hogares del estrato socioeconómico Medio

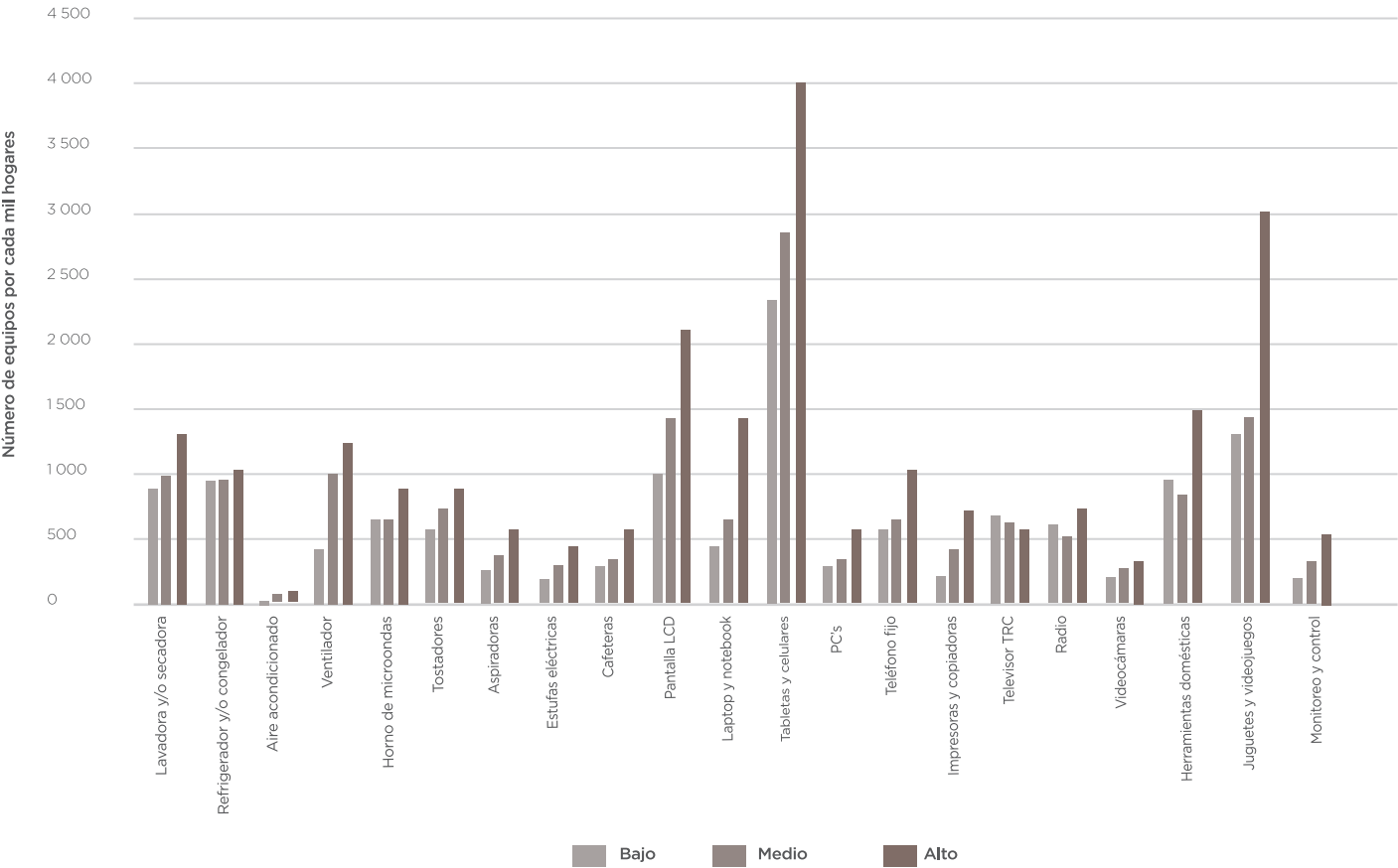
Clasificación	Equipos	Número de equipos por cada 1000 hogares, Nivel socioeconómico Medio			
		CDMX	Jalisco	BC	Promedio
Equipos grandes	Lavadora y/o secadora	969	961	1,102	1,011
	Refrigerador y/o congelador	1,031	969	1,063	1,021
	Aire acondicionado	16	39	328	128
	Ventilador	352	1,242	1,422	1,005
	Horno de microondas	727	719	750	732
Equipos pequeños	Tostadores	219	219	602	347
	Aspiradoras	203	78	250	177
	Estufas eléctricas	281	430	219	310
	Cafeteras	313	273	578	388
Informáticos y de telecomunicación	Pantalla LCD	1,352	1,570	1,336	1,419
	Laptop y notebook	711	609	852	724
	Tlabletas y celulares	3,008	2,734	3,078	2,940
	PC's	305	211	430	315
	Teléfono fijo	773	563	703	680
	Impresoras y copiadoras	375	148	227	250
De consumo	Televisor TRC	766	547	930	748
	Radio	516	383	711	537
	Videocámaras	227	94	297	206
Otros	Herramientas domésticas	914	734	1,148	932
	Juguetes y videojuegos	1,977	688	1,484	1,383
	Monitoreo y control	242	0	828	357

Tabla 135. Número de equipos por cada 1,000 hogares del estrato socioeconómico Alto

Clasificación	Equipos	Número de equipos por cada 1000 hogares, Nivel socioeconómico Alto			
		CDMX	Jalisco	BC	Promedio
Equipos grandes	Lavadora y/o secadora	1,117	1,203	1,531	1,284
	Refrigerador y/o congelador	1,109	1,078	1,023	1,070
	Aire acondicionado	86	133	258	159
	Ventilador	695	1,500	1,594	1,263
	Horno de microondas	914	922	922	919
Equipos pequeños	Tostadores	445	477	734	552
	Aspiradoras	453	359	500	437
	Estufas eléctricas	531	539	484	518
	Cafeteras	633	539	828	667
Informáticos y de telecomunicación	Pantalla LCD	2,164	2,000	2,086	2,083
	Laptop y notebook	1,477	1,172	1,352	1,334
	Tlabletas y celulares	4,586	3,727	3,695	4,003
	PC´s	609	500	680	596
	Teléfono fijo	1,164	930	984	1,026
	Impresoras y copiadoras	758	602	336	565
De consumo	Televisor TRC	836	719	516	690
	Radio	758	609	617	661
	Videocámaras	461	336	352	383
Otros	Herramientas domésticas	1,750	1,484	2,555	1,930
	Juguetes y videojuegos	3,859	2,826	2,461	3,049
	Monitoreo y control	578	70	1,164	604

De las Tablas anteriores, es posible obtener el promedio del número de equipos para cada nivel socioeconómico considerando los resultados de los tres estados. La **Tabla 136** resume estos valores, asimismo, en la gráfica de la **Figura 70** es posible observar que en los “*juguetes y videojuegos*”, “*herramientas domésticas*” y “*tabletas y celulares*” se identifica la mayor diferencia del número de dispositivos entre los diferentes niveles socioeconómicos.

Figura 70. Promedio del número de equipos por cada mil hogares para cada estrato socioeconómico



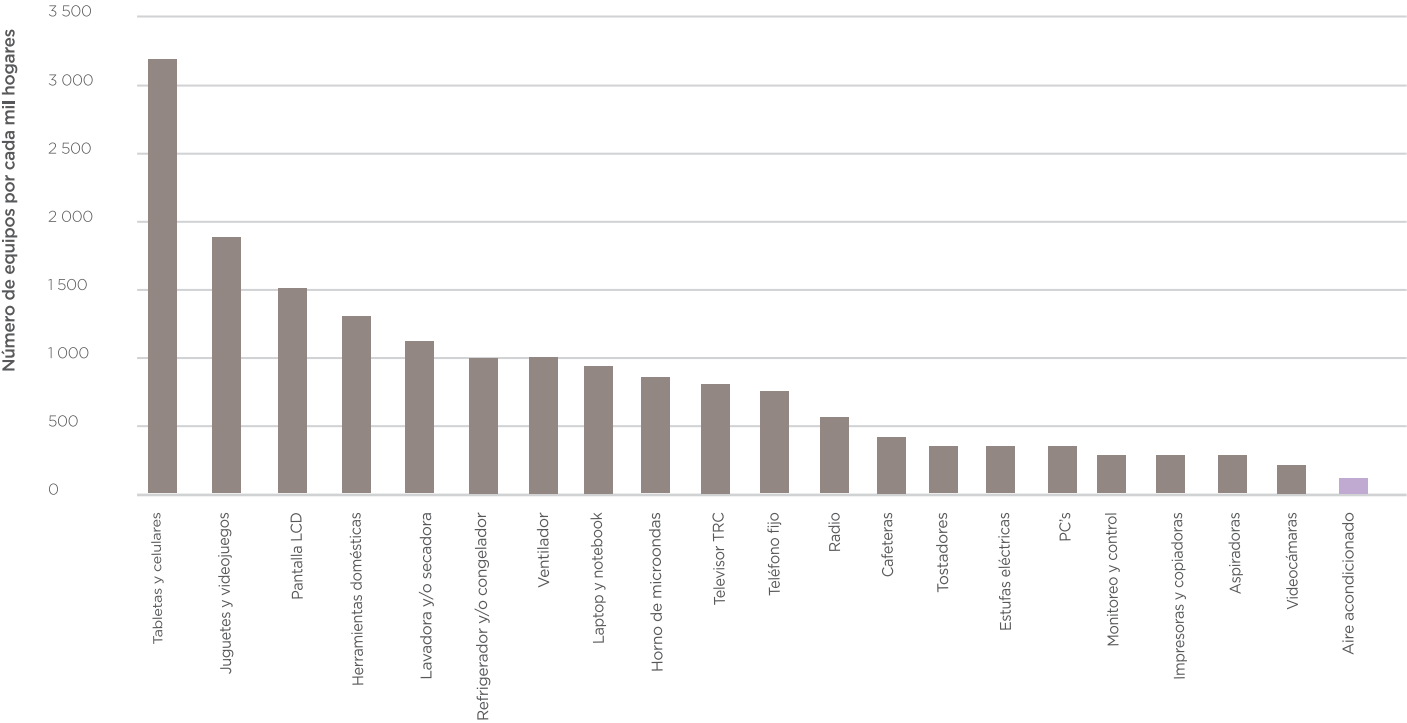
Se puede observar en la **Tabla 136** y se visualiza gráficamente en la **Figura 71**; el promedio para cada equipo, identificándose que las “*tabletas y celulares*” son los aparatos con mayor representación en los hogares encuestados con un promedio de 3,102 piezas por cada mil hogares o 3.1 aparatos por hogar. La segunda y tercera posición la ocupan los “*juguetes y videojuegos*” con 1,901 unidades y las pantallas LCD con 1,500 uni-

dades. Asimismo, se observa que el “*aire acondicionado*” es el equipo menos representado y como se puede suponer, las unidades por hogar que lo reportan, aumentan de acuerdo a la ubicación geográfica, es decir, en zonas conocidas por tener periodos de altas temperaturas como Jalisco y Baja California donde el uso de estos dispositivos es mayor en comparación a la Ciudad de México.

Tabla 136. Promedio del número de equipos por cada mil hogares para los tres estados piloto

Clasificación	Equipos	Número de equipos por cada 1000 hogares, Nivel socioeconómico Alto			
		CDMX	Jalisco	BC	Promedio
Equipos grandes	Lavadora y/o secadora	992	1,013	1,167	1,057
	Refrigerador y/o congelador	1,047	997	1,031	1,025
	Aire acondicionado	42	57	279	126
	Ventilador	453	1,214	1,286	984
	Horno de microondas	784	727	753	755
Equipos pequeños	Tostadores	284	294	544	374
	Aspiradoras	263	174	284	240
	Estufas eléctricas	391	456	273	373
	Cafeteras	396	336	539	424
Informáticos y de telecomunicación	Pantalla LCD	1,560	1,521	1,419	1,500
	Laptop y notebook	888	690	836	805
	Tlabletas y celulares	3,333	2,870	3,104	3,102
	PC´s	398	292	424	371
	Teléfono fijo	875	622	656	718
	Impresoras y copiadoras	443	286	195	308
De consumo	Televisor TRC	763	680	766	736
	Radio	615	518	617	583
	Videocámaras	289	172	234	232
Otros	Herramientas domésticas	1,211	909	1,703	1,274
	Juguetes y videojuegos	2,607	1,429	1,667	1,901
	Monitoreo y control	313	26	771	370

Figura 71. Promedio del número de equipos por cada mil hogares para los tres estados piloto



De manera similar a los valores obtenidos por estrato socioeconómico, estos resultados pueden ser utilizados para realizar estimaciones generales, sin embargo, cabe señalar que es necesario considerar las particularidades que guarda cada estado.

11.2 Factores de generación

Una vez obtenido el número de **AEE**, una manera para estimar la generación de residuos es mediante el uso de factores de generación. Como resultado del desarrollo de este inventario, se obtuvieron dos estimaciones del factor de generación, como se describe a continuación:

- a) En el análisis prospectivo, se calculó una tasa de desecho que fue utilizada para realizar los cálculos de la generación durante el periodo establecido. Esta tasa de desecho se refiere al cociente entre el peso total de los aparatos en desuso por hogar y el peso total de aparatos por hogar (multiplicada por cien). El total obtenido fue de 6.0269% por hogar, valor que se refiere al promedio de los resultados obtenidos de los tres estados piloto. Este concepto se puede definir como el factor de generación de residuos eléctricos y electrónicos en un hogar mexicano.
- b) Por otra parte, con los resultados de las encuestas se obtuvieron las tasas de desecho por equipo para los hogares de cada estado piloto, calculadas del mismo modo que en el inciso a), es decir, considerando el total de aparatos en desuso y el total de aparatos reportados en cada hogar durante las encuestas. Los valores por estado y promedio por cada aparato se describen en la **Tabla 137**.

El factor de generación o tasa de desecho es el porcentaje de aparatos que serán desechados, respecto al total de equipos que hay en cada hogar; es decir, que esta tasa corresponde a la relación porcentual que existe entre el número de dispositivos en desuso con respecto a la cantidad total de aparatos.

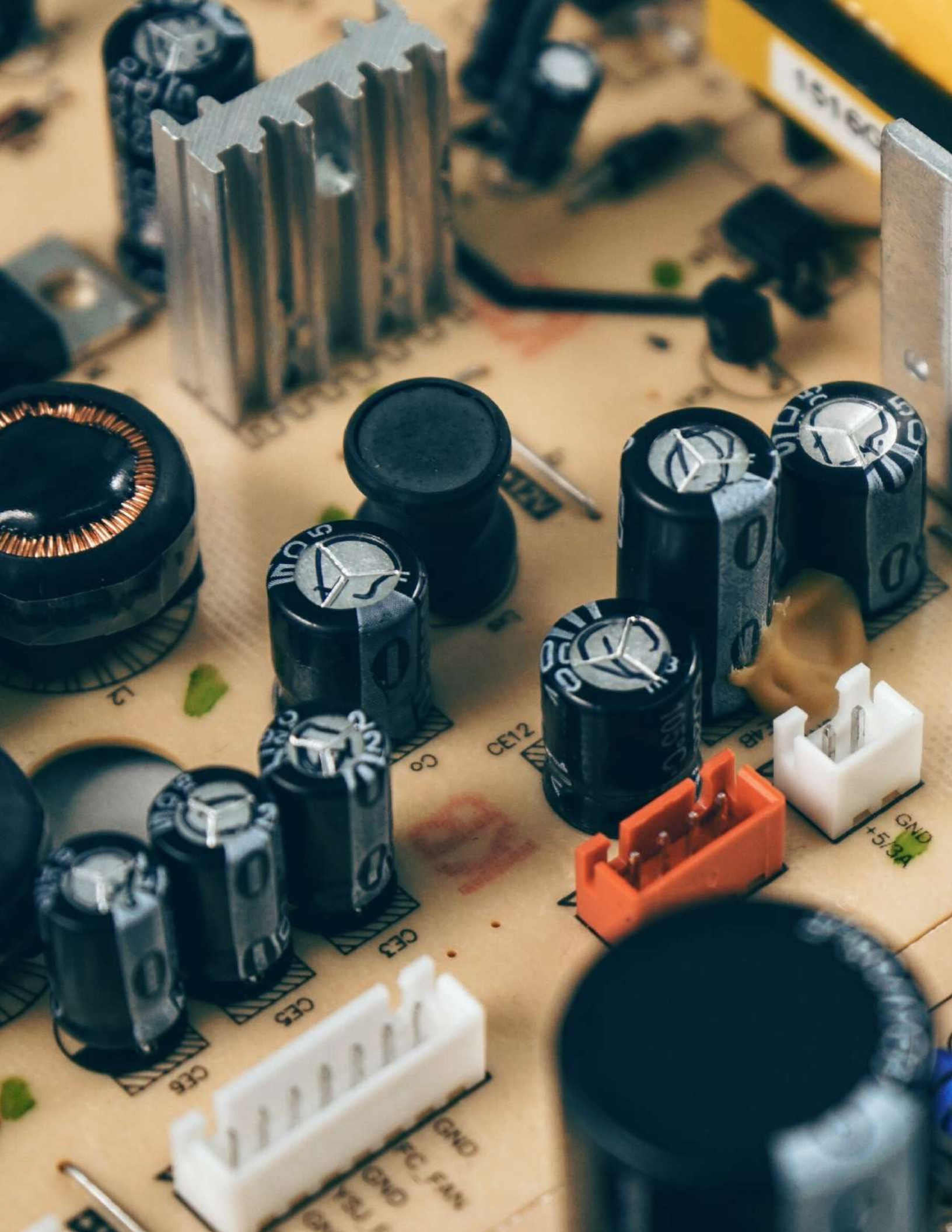
Tabla 137. Tasas de desecho por estado piloto y promedio

Categorías	Dispositivos	Tasa de desecho (%)			
		Baja California	Ciudad de México	Jalisco	Promedio
Equipos grandes	Lavadora y/o secadora	3.80	6.82	4.63	5.08
	Refrigerador y/o congelador	2.79	1.49	1.83	2.04
	Aire acondicionado	3.81	25.00	9.09	12.63
	Ventilador	3.85	13.22	9.01	8.69
	Horno de microondas	1.73	5.65	5.02	4.13
Equipos pequeños	Tostadores	8.13	12.84	12.39	11.12
	Aspiradoras	13.76	8.91	11.94	11.54
	Estufas eléctricas	7.62	1.33	3.43	4.13
	Cafeteras	10.63	13.16	8.53	10.77
Informáticos y de telecomunicación	Pantalla LCD	3.12	2.67	1.37	2.39
	Laptop y notebook	3.15	3.52	4.53	3.73
	Tabletas y celulares	3.02	3.67	6.44	4.38
	PC's	29.45	13.07	12.50	18.34
	Teléfono fijo	5.95	1.19	4.18	3.77
	Impresoras y copiadoras	22.67	19.88	13.64	18.73
De consumo	Televisor TRC	33.11	48.46	37.55	39.71
	Radio	18.99	19.49	9.50	15.99
	Videocámaras	15.56	25.89	16.67	19.37
Otros	Herramientas domésticas	4.89	5.38	2.29	4.19
	Juguetes y videojuegos	20.78	17.88	11.73	16.80
	Monitoreo y control	6.08	10.00	0.00	5.36

Como se identifica en la **Tabla 137**, el dispositivo que registró una mayor tasa de desecho es el “televisor TRC” con un valor de 39.71%, esto podría estar relacionado con el programa del “*Apagón analógico*” implementado por el gobierno federal en 2015-2016; los siguientes equipos se refieren a las “*videocámaras*”, “*impresoras y copiadoras*” y “*PCs*” con 19.37%, 18.73% y 18.34 por ciento.

Por su parte, si se comparan los resultados por entidad federativa, por poner un ejemplo, en el caso del “televisor TRC”, según la **Tabla 136**, en la Ciudad de México, en promedio se estiman 763 equipos de televisor TRC por cada mil hogares y una tasa de desecho (según la **Tabla 137**) de 48.46%, es decir, que 369 equipos, casi la mitad, podrían estar en desuso y ser residuos potenciales. Haciendo el mismo análisis para los estados de Jalisco y Baja California, los resultados son de 255 y 253 equipos en desuso y que también podrían convertirse en residuos. Adicionalmente se conoce, de manera general, el destino final de estos equipos en desuso (venta, donación, almacenamiento y desecho), como resultado de lo reportado por los hogares encuestados en cada estado piloto.







12. Composición del inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos por categoría de producto

12.1 Supuestos para determinar la composición del inventario de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

Se estima la composición de la generación de residuos calculada con base en reportes de composiciones existentes en la literatura; en este caso, se utiliza la información señalada en el documento "*The global e-waste monitor 2014, Quantities, flows and resources*" publicado por la UNU-IAS..



Como parte del presente estudio, se estima la composición y valor de los materiales intrínsecos de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos estimados en 2014 (41,800,000 toneladas), principalmente por el contenido en oro, cobre y plásticos. Especifica también el contenido de materiales tóxicos procedentes de estos residuos, que se componen de 2,200,000 ton de vidrio con plomo, 300,000 toneladas de baterías y 4,400 toneladas de otras sustancias tóxicas como son los COPs y las que agotan la capa de ozono. Otras sustancias tóxicas no se cuantifican en este estudio.

En la **Tabla 138** se especifican los materiales con valor económico, así como los tóxicos planteados en el estudio. Con el objetivo de poder utilizar esta información para la determinación de la composición del presente inventario, se obtuvo un indicador, es decir, los kilogramos de material por tonelada de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Tabla 138. Supuestos utilizados para estimar la composición del inventario

Material		Indicador (kg material/ton residuos)	Porcentaje de participación respecto al total
Materiales con valor económico			
Metal	Hierro, Acero (Fe)	3.80	6.82
	Cobre (Cu)	2.79	1.49
	Aluminio (Al)	3.81	25.00
Metales preciosos	Oro (Au)	3.85	13.22
	Plata (Ag)	1.73	5.65
	Paladio (Pd)	8.13	12.84
Plásticos	PP, ABS, PC, PS	13.76	8.91
Materiales tóxicos			
Metales	Mercurio, Cadmio, Cromo, Vidrio de plomo	52.63157	5.2632
Componentes	Baterías	7.17703	0.7177
Químicos	Retardantes polibromados de flama / bromados en plásticos,	0.10526	0.0105
	Fósforos, PCBs/A Bifenilo policlorados (antiguos capacitores), cromo hexavalente (PVV) y sustancias que agotan el ozono (CFC, HCFC, HFC, HCs)		

Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos de (UNU-IAS, 2014).

Este total está compuesto por 1,0 Mt de lámparas, 6,3 Mt de pantallas, 3,0 Mt de TI pequeñas (como teléfonos móviles, calculadoras de bolsillo, ordenadores personales, impresoras , Etc.), 12,8 Mt de equipos pequeños (tales como aspiradoras, microondas, tostadoras, afeitadoras eléctricas, cámaras de video, etc.), 11,8 Mt de equipos grandes (tales como lavadoras, secadoras de ropa, lavavajillas, estufas eléctricas, fotovoltaicas Paneles, etc.) y 7,0 Mt de equipos de refrigeración y congelación (equipos de cambio de temperatura).

12.2 Composición del inventario nacional

Con base en los resultados obtenidos después del análisis realizado en las tres aproximaciones, la generación nacional de **RAEE** para 2015 se estimó en un intervalo entre 956.62 kt a 1,247.78 kt, con un promedio de 1,103.47 kt. Con estos tres valores se calculó la composición del inventario, obteniéndose también tres valores como se muestra en la **Tabla 139**.

Tabla 139. Composición del inventario de RAEE a nivel nacional

Material		Indicador (kg material/ton residuos)	Toneladas de material en el inventario			Porcentaje de participación respecto al total
			Valor mínimo	Valor Máximo	Promedio	
Materiales con valor económico						
Metal	Hierro, Acero (Fe)	394.737	377,613	492,545	435,580	39.4737%
	Cobre (Cu)	45.455	43,483	56,718	50,158	4.5455%
	Aluminio (Al)	5.263	5,035	6,567	5,808	0.5263%
Metales preciosos	Oro (Au)	0.00718	7	9	8	0.0007%
	Plata (Ag)	0.02392	23	30	26	0.0024%
	Paladio (Pd)	0.00239	2	3	3	0.0002%
Plásticos	PP, ABS, PC, PS	205.742	196,817	256,721	227,030	20.5742%
Total - valor económico			622,980	812,592	718,613	65.1230%
Materiales tóxicos						
Metales	Mercurio, Cadmio, Cromo, Vidrio de plomo	52.632	50,349	65,673	58,078	0.0055%
Componentes	Baterías	7.177	6,866	8,955	7,920	0.0008%
Químicos	Retardantes polibromados de flama / bromados en plásticos, Fósforos,	0.10526	101	131	116	0.00001%
	PCBs/A Bifenilo policlorados (antiguos capacitores), cromo hexavalente (PVV) y sustancias que agotan el ozono (CFC, HCFC, HFC, HCs)					
Total - materiales tóxicos			57,315	74,760	66,114	5.9914%

Del total generado a **nivel nacional**, se estima un **65.12%** de material con **potencial económico**, es decir, entre **622,980 a 812,592** toneladas.

Mientras que el **5.99%** debe ser **separado y manejado** adecuadamente como un **residuo peligroso** debido a los **componentes tóxicos** que incluye, es decir, entre **57,315 a 74,760**

toneladas. El **28.89%** restante se refiere a **materiales** que actualmente **no** son **aprovechados** como cerámicos, fibras y otros tipos de **plásticos no** valorizables.

Cabe mencionar, que los retardantes de flama están contenidos principalmente en algunos plásticos de las carcasas de los equipos electrónicos, también se utilizan en las resinas que forman parte de las tarjetas electrónicas y en algunos cables. Es importante resaltar, que si bien el contenido de COP ha ido variando (la tendencia es a disminuir las concentraciones de estos compuestos en los materiales) conforme pasa el tiempo, el indicador utilizado para el cálculo que se presenta en este estudio se refiere al dato disponible actualmente.

12.3 Composición del inventario de RAEE en los estados piloto

Considerando la estimación fina de la generación de **RAEE** en los estados piloto, se obtuvo la composición por tipo de materiales, es decir, con valor económico y tóxicos como en el caso de la composición a nivel nacional.

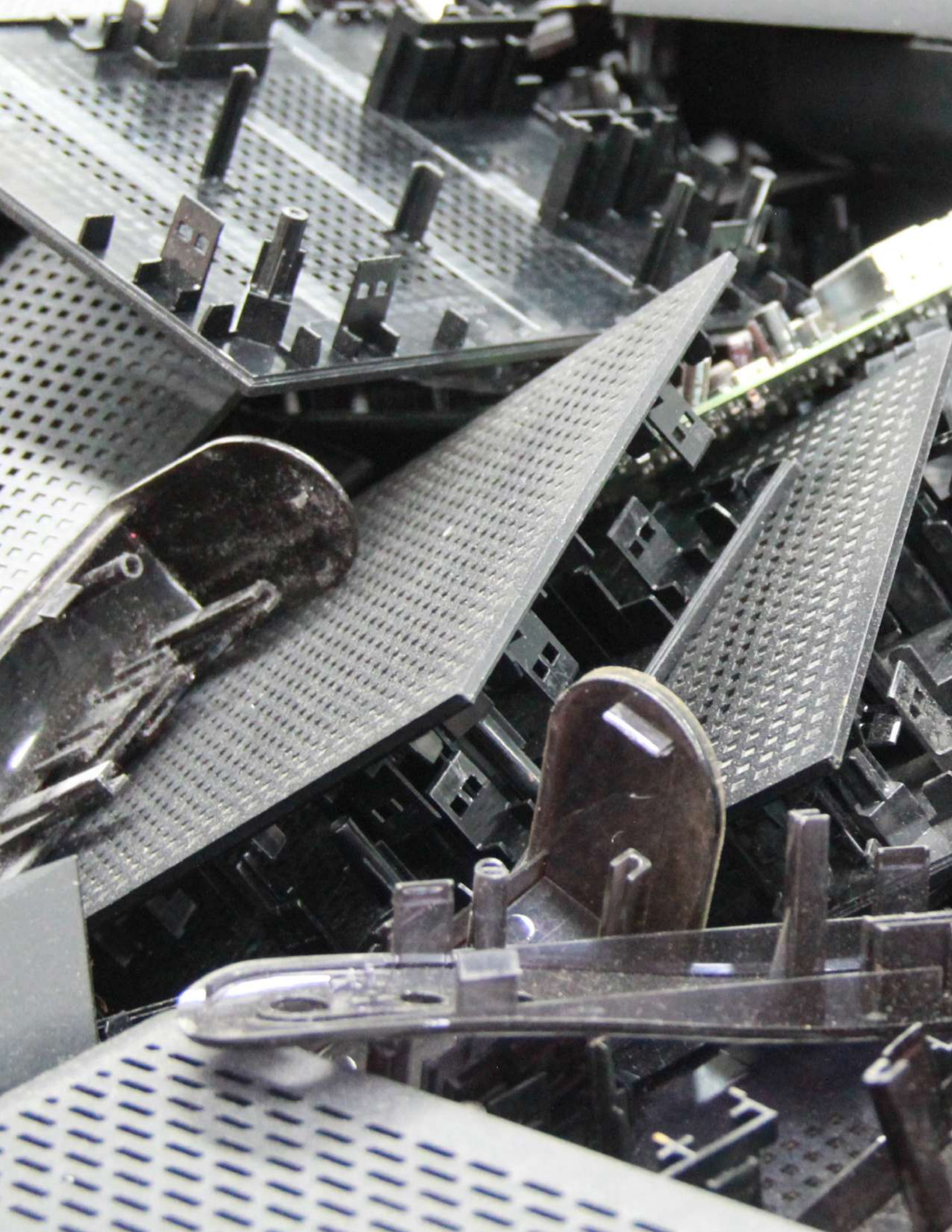


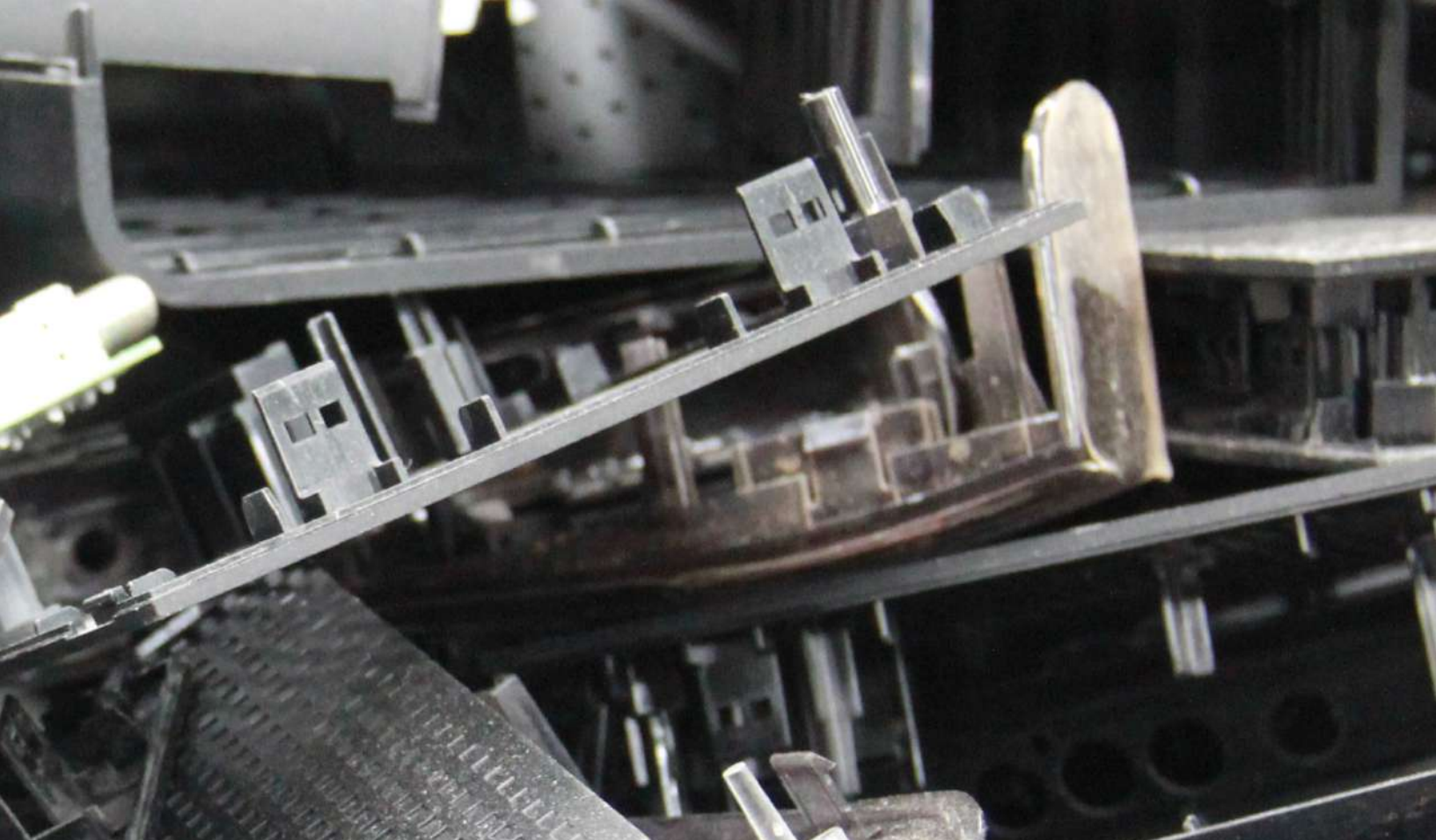
Tabla 140. Composición del inventario de **RAEE** en los estados piloto

Material		Indicador	Toneladas de material en el inventario			Porcentaje de participación respecto al total
		(kg material/ ton residuos)	CDMX	Jalisco	Baja California	
Materiales con valor económico						
Metal	Hierro, Acero (Fe)	394.737	46,401	32,396	23,132	39.4737%
	Cobre (Cu)	45.455	5,343	3,730	2,664	4.5455%
	Aluminio (Al)	5.263	619	432	308	0.5263%
Metales preciosos	Oro (Au)	0.00718	1	1	0	0.0007%
	Plata (Ag)	0.02392	3	2	1	0.0024%
	Paladio (Pd)	0.00239	0	0	0	0.0002%
Plásticos	PP, ABS, PC, PS	205.742	24,185	16,885	12,056	20.5742%
Total - valor económico			76,552	53,446	38,162	65.1230%
Materiales tóxicos						
Metales	Mercurio, Cadmio, Cromo, Vidrio de plomo	52.632	6,187	4,320	3,084	0.0448%
Componentes	Baterías	7.177	844	589	421	0.0061%
Químicos	Retardantes polibromados de flama / bromados en plásticos, Fósforos,	0.10526	12	9	6	0.00009%
	PCBs/A Bifenilo policlorados (antiguos capacitores), cromo hexavalente (PVV) y sustancias que agotan el ozono (CFC, HCFC, HFC, HCs)					
Total - materiales tóxicos			7,043	4,917	3,511	5.9914%

De las 258.22 kt generadas por los tres estados de interés, 168.161kt se refieren a materiales con valor económico como metales (hierro, cobre, aluminio, oro, plata) y algunos plásticos, mientras que 15.471 kt son materiales con características de peligrosidad.







13. Balance de flujo de materia

13.1 Supuestos para calcular el balance del flujo de materia

El balance de flujo de materia se realiza basado en la masa final del cálculo del inventario nacional de 2015 y la estimación de la composición con base en lo reportado en la literatura; sin embargo, se identifica que es necesario conocer la secuencia del manejo integral de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, que actualmente se conoce de manera general, pero que no se tiene.



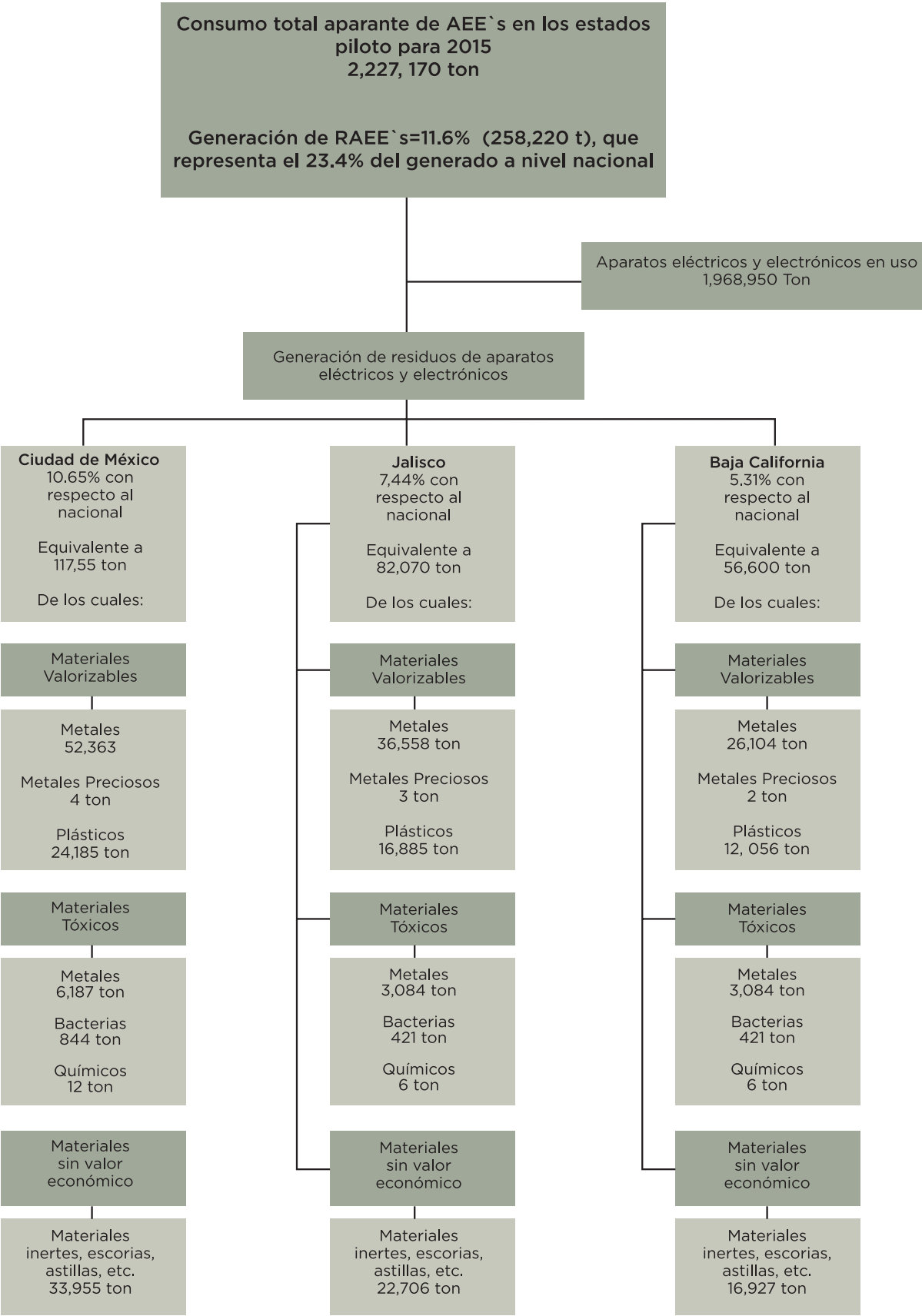
Se identifica que estudios adicionales al presente aportarán información valiosa sobre el manejo actual de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, lo cual permitirá ofrecer mayor certidumbre al análisis que se haga para realizar el balance de flujo, cuando la información se encuentre disponible.

13.2 Flujo de materia para el inventario nacional

En la **Figura 72** se muestra el Diagrama de flujo de materia para la generación promedio estimada a nivel nacional para 2015, igual a 1,103,470 ton.



Figura 72. Diagrama de flujo de materia de la generación de RAEE a nivel nacional.

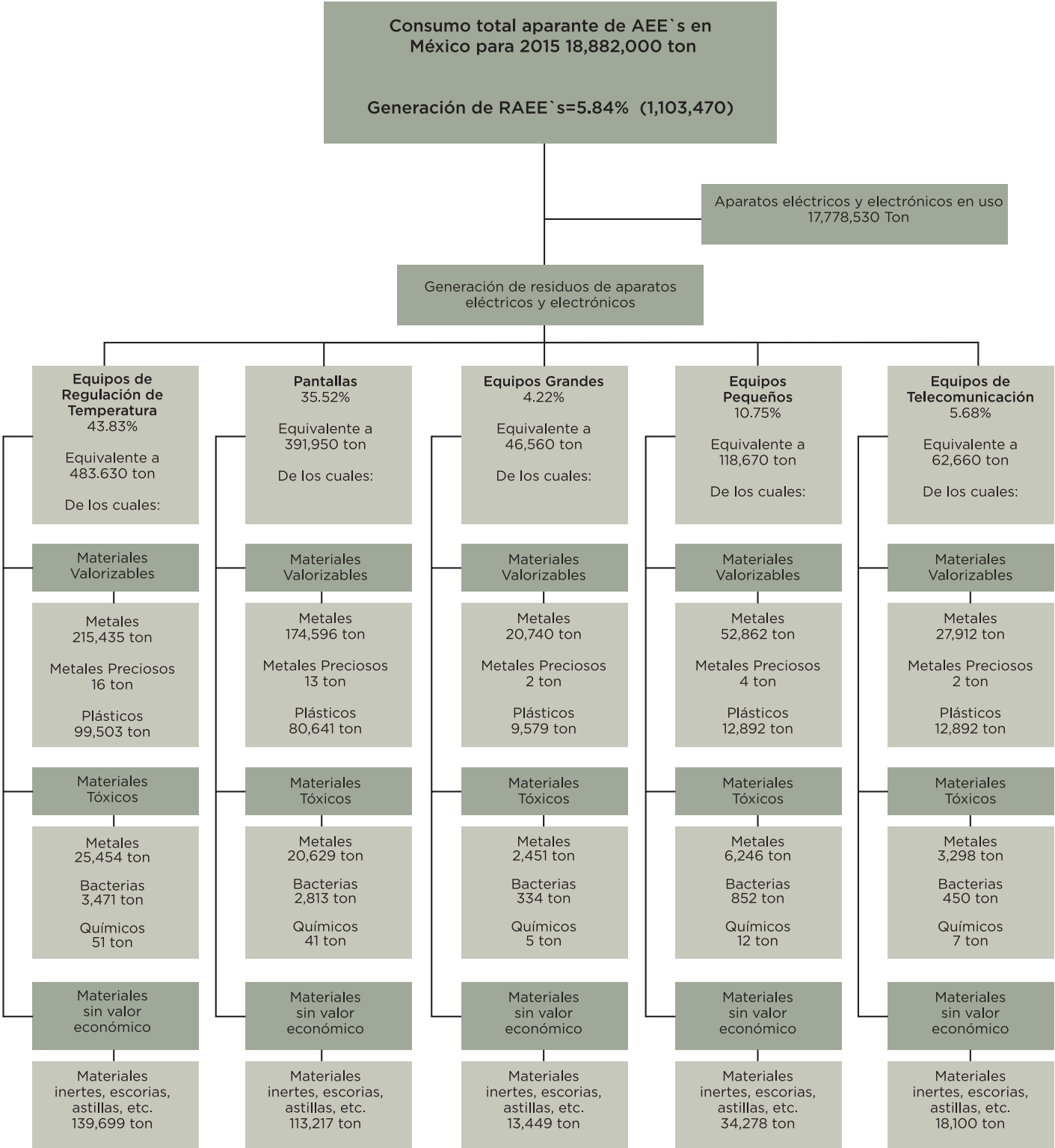




13.3 Flujo de materia para el inventario en los estados piloto

Se desglosa en el Diagrama de la **Figura 73**, la distribución de la generación conjunta en los tres estados piloto, realizando un análisis similar al Diagrama de Flujo de la generación a nivel nacional.

Figura 73. Diagrama de flujo de materia de la generación de RAEE en los estados piloto







14. Comparación internacional del volumen de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos generados en México respecto a países con economías similares y validación de resultados

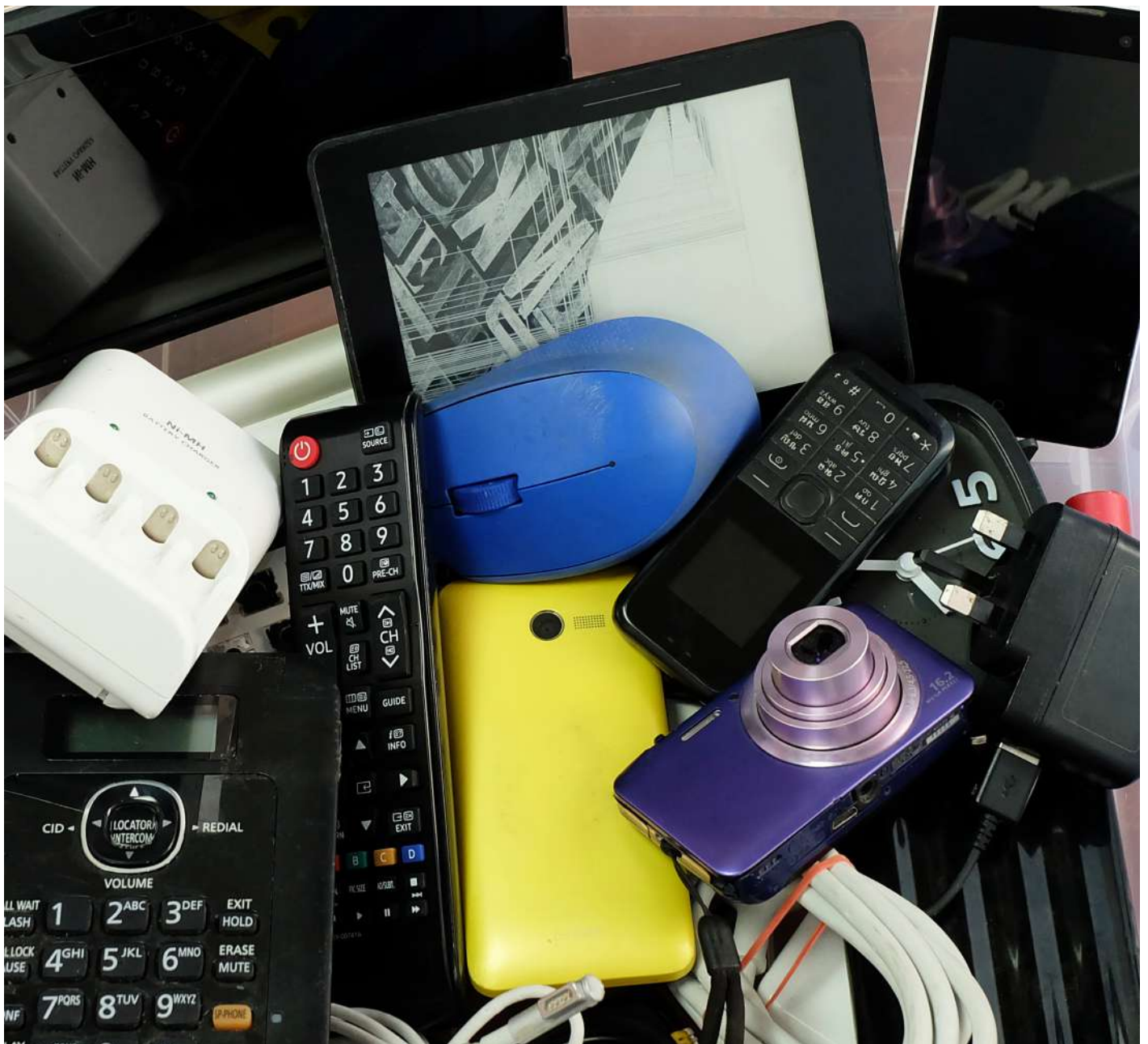
La generación final de **RAEE** para el país se estimó en un rango entre 965.62 kt y 1,247.78 kt, es decir, un promedio de 1,103.47 kt. Este total coincide con el valor reportado en el documento *"The Global E-waste monitor 2014, Quantities, flows and resources"*, que en 2014 estimó una generación de residuos para México de alrededor de 958 kt (y una generación per cápita de 8.2 kg/hab). En este mismo documento, se especifican las estimaciones de generación de **RAEE** para varios países del continente americano, como se muestra en la **Tabla 141**.



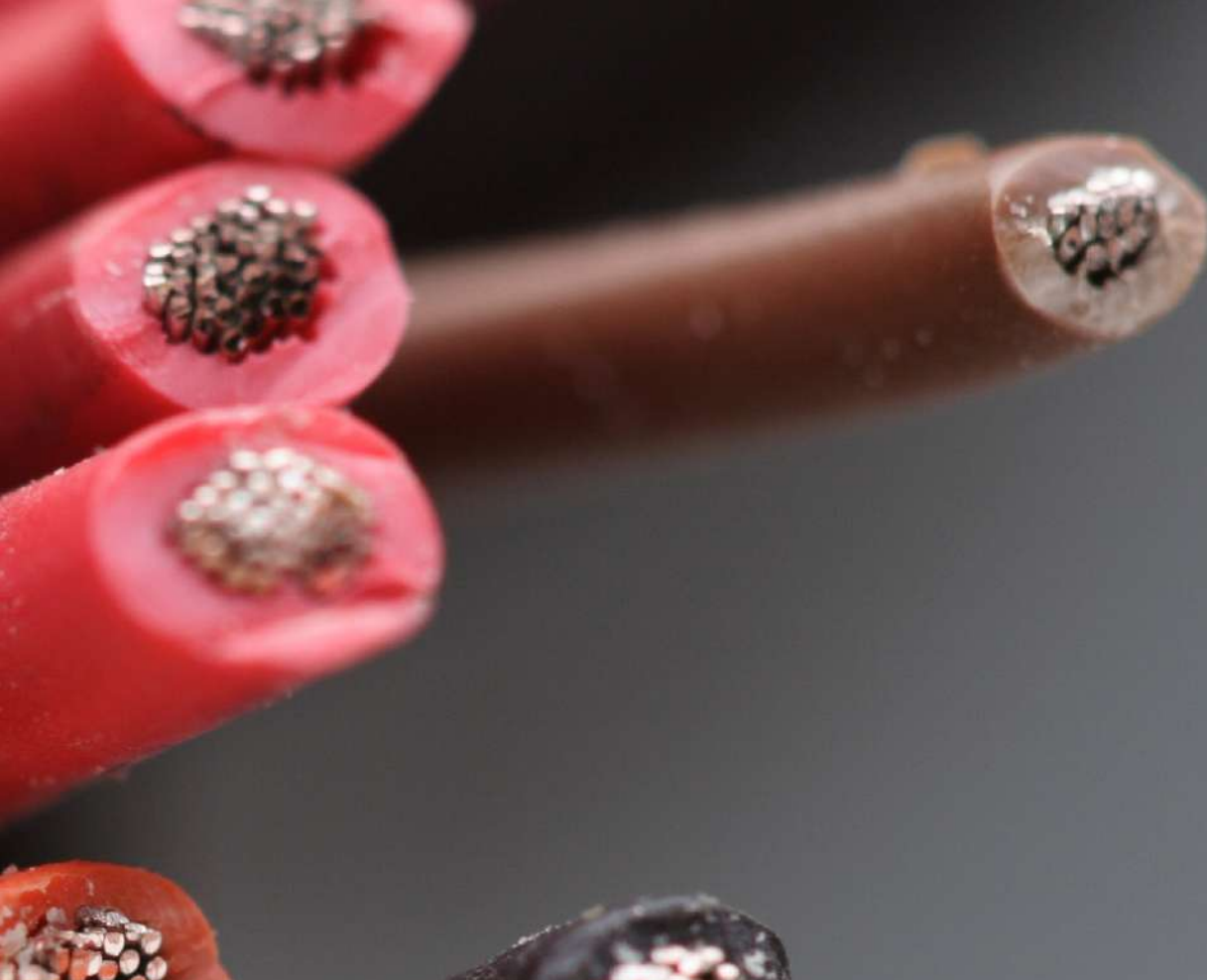
Tabla 141. Estimación de generación de **RAEE** en países del continente americano, 2014

País	Generación per cápita (kg/hab)	Generación total en 2014 (kt)	Población (1000)
Nicaragua	1.7	11	6,165
Honduras	1.8	16	8,546
Guatemala	3.5	55	15,870
Bolivia	4	45	11,246
Ecuador	4.6	73	15,699
Perú	4.7	148	31,424
El Salvador	4.8	30	6,282
Paraguay	4.9	34	6,930
Colombia	5.3	252	47,711
Guyana	6.1	5	780
Belice	6.5	2	355
Argentina	7	292	41,961
Brasil	7	1,412	201,413
Costa Rica	7.5	36	4,770
Venezuela	7.6	233	30,457
México	8.2	958	117,181
Panamá	8.2	31	3,788
Uruguay	9.5	32	3,404
Chile	9.9	176	17,711
Canadá	20.4	725	35,538
EE.UU	22.1	7,072	319,701

Cabe mencionar, que **México se ubica entre los primeros tres países de América respecto a la generación de residuos, solo por debajo de EE.UU con 7,072 kt (y una generación per cápita de 22.1 kg/hab) y de Brasil con 1,412 kt (y una generación per cápita de 7.0 kg/hab)**, lo anterior, incluso aunque la generación per cápita del país no es tan elevada como es el caso de Canadá o EE.UU; sin embargo, debido a la población, México ocupa el tercer sitio como generador de estos residuos en el continente americano.







15. Consideraciones finales economías similares y validación de resultados

En México, la **Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)** es la directriz principal que permite implementar los Planes de Manejo de **RAEE**. En ella, por un lado, se presentan los ejes rectores bajo los cuales se busca minimizar la generación de los **RAEE** y, por el otro lado, se busca maximizar el aprovechamiento de los mismos, bajo los criterios de manejo integral, participación y responsabilidad compartida (artículo 5to, fracción XXI).



En el caso de México, por un lado, todos los agentes involucrados en la generación y destino final de los **RAEE** deberían de participar en el diagnóstico sobre cuáles son las medidas más adecuadas y eficientes para que todos ellos participen en la creación de una cultura general del reciclaje y mejor uso de los **AEE**. Asimismo, es imperante que las empresas cuantifiquen sus **RAEE** y generen información al respecto y la hagan de carácter público, de tal forma que con base en ésta sea posible generar escenarios futuros de la generación de los **RAEE** de estos agentes económicos.

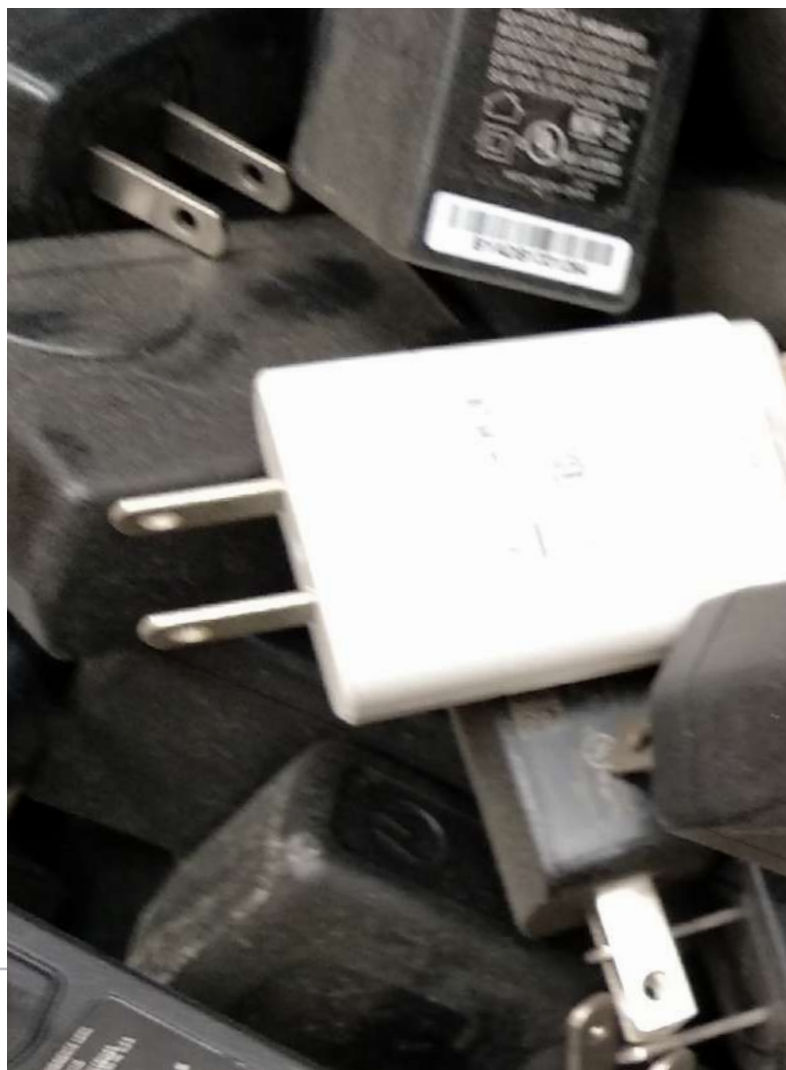
Por otro lado, se deberían crear los incentivos necesarios para que en el país se desarrollen aún más empresas enfocadas al reciclaje de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos. Para ello es necesario que las autoridades nacionales, estatales y municipales involucradas en el tema participen de manera conjunta y fomenten que las empresas y los consumidores finales participen en la gestión integral de residuos, pues hasta ahora únicamente las empresas grandes, como Apple, Sony e IBM, tienen Planes de Manejo registrados ante la **SEMARNAT**. Ello con la finalidad de minimizar los daños al ambiente y maximizar las cantidades recolectadas y favorecer su aprovechamiento. Incluso los incentivos pueden ser coercitivos en las operaciones de sus procesos productivos.

También es necesario crear un padrón con las empresas productoras de **AEE**, que cumplan con el manejo responsable de los **RAEE** y que exista una mejor vigilancia del cumplimiento de sus autorizaciones, tal y como sucede a la fecha en algunos países de Europa (como Alemania). Al incluirse esas empresas en el padrón, éstas pueden aportar una cuota equivalente al costo de reciclaje de sus productos. También se les podría obligar a que recuperen el mayor número de aparatos eléctricos y electrónicos al final de su vida útil e inclusive se podría aplicar un impuesto que cubra los gastos de reciclaje y este impuesto puede ser compartido entre el productor y el consumidor. Otro aspecto de relevancia, es que debe generarse información que permita tener datos longitudinales para hacer estudios de largo plazo sobre **RAEE**.

Con respecto a los resultados obtenidos del presente estudio, se estimó que la generación de **RAEE** a nivel nacional oscila entre las 965 y 1,250 kt para 2015, lo cual resulta congruente con las 958 kt propuestas para México en el documento *"The Global E-waste monitor 2014, Quantities, flows and resources"*, cuyo año base es tan solo un año anterior, es decir, 2014.

De este rango generado a nivel nacional, se estima que existe un 65.12% de material con potencial económico, es decir, entre 622,980 a 812,592 toneladas, mientras que el 5.99% debe ser separado y manejado adecuadamente como un residuo peligroso debido a los componentes tóxicos que incluye, es decir, entre 57,315 a 74,760 toneladas. El 28.89% restante se refiere a materiales que actualmente no son aprovechados como cerámicos, fibras y otros tipos de plásticos no valorizables.

Para los estados piloto, se obtuvo que representan el 23.4% (258.22 kt), es decir, el 23.4% con respecto al promedio generado a nivel nacional



(1,103.47 kt). La Ciudad de México representa el 10.65%, Jalisco el 7.44% y Baja California el 5.31%. Por otra parte, es importante tomar en cuenta que existen factores específicos que contribuyen a la generación de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos en un país, por ejemplo, aquellos relacionados a políticas públicas específicas, como en el caso de México, el Apagón Analógico, el cual implicó e implicará el desecho de aparatos de televisión no aptos para captar señales digitales. De acuerdo al documento *“Programa nacional para la gestión integral de los televisores desechados por la transición a la televisión digital terrestre, 2015”*, se especifica que *“el universo de desechos de televisores analógicos se estima que pudiera rondar sobre los 40 millones de aparatos únicamente en hogares”*, pero es importante considerar que no se desechan al mismo tiempo, ya que una buena parte son almacenados o utilizados temporalmente mediante el uso de un convertidor.

De estos 40 millones de televisores, si se con-

siderara que solo se desecharon y acopiaron el 5% durante el años base (2015) y utilizando el peso promedio de 28.4 kg por pieza, la cantidad adicional generada por esta medida sería de 57 kt, sin embargo, es importante considerar la generación de estos equipos a lo largo de los años próximos.

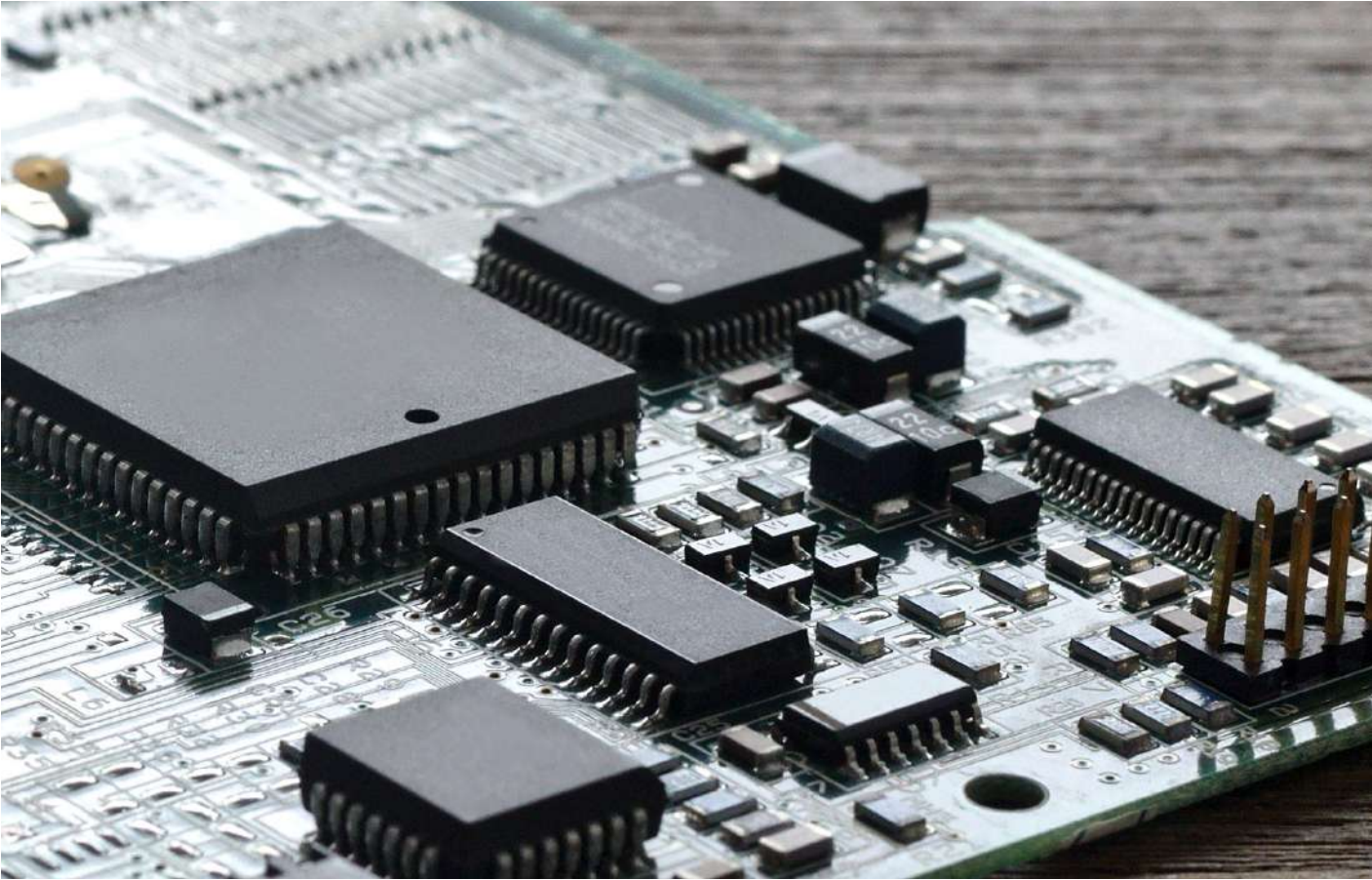
Considerando el rango de generación estimado en 2015 y la población total (119,530,753 habitantes) en México para ese mismo año, se calcula que la generación per cápita se ubica entre 8.07 kg/hab a 10.43 kg/hab, con un promedio de 9.23 kg/hab.

Con respecto a la generación futura, al utilizar las tasas de crecimiento obtenidas del análisis prospectivo (la tasa media de crecimiento anual estimada del periodo 2015-2025 es de 1.95) y utilizando como base el promedio del rango estimado, es decir, 1,103.47kt, se obtiene que en 2021, se estima una generación de 1,211.58 kt, mientras que en 2026 de 1,353.71 kt.



Tabla 142. Proyección de la generación de **RAEE** a cinco y diez años

Año	Tasa de crecimiento anual de los RAEE	Generación nacional (kt)
2015-2016	1.55*	1,120.57
2016-2017	1.55*	1,137.94
2017-2018	1.55	1,155.58
2018-2019	1.63	1,174.42
2019-2020	1.62	1,193.44
2020-2021	1.52	1,211.58
2021-2022	1.52	1,230.00
2022-2023	1.56	1,249.19
2023-2024	1.53	1,268.30
2024-2025	4.08	1,320.05
2025- 2026	2.55	1,353.71



Como parte del estudio, se detectaron áreas de oportunidad que deben considerarse para futuras actualizaciones del presente inventario, entre ellas, desarrollar soluciones que permitan conocer la generación por parte del sector público y privado, ya sea a través de la ejecución de estrategias que incentiven la participación de estos sectores en este tipo de estudios o mediante el desarrollo o actualización de padrones de generación. Así mismo, para conocer las tendencias futuras, es preciso desarrollar una metodología

para determinar la generación en empresas similar a la desarrollada en el presente documento para los hogares. Sin embargo, a pesar de las limitaciones identificadas, se considera que los resultados obtenidos se acercan a los montos reales generados en el país, lo que permitirá establecer nuevas estrategias para el aprovechamiento y manejo adecuados de este tipo de residuos.







16. Bibliografía y referencias





Diagnóstico sobre la generación de basura electrónica en México, IPN-INE/ Guillermo J. Román Moguel/2007

Diagnóstico Regional sobre la generación de residuos electrónicos al final de su vida útil en la Región Noroeste de México/ ITESM Campus Monterrey-INE-SEMARNAT/ Joaquín Acevedo Mascarúa, Erick R. Rivas Rodríguez y Olivia Carrillo Gamboa.

Estudio de análisis, evaluación y definición de estrategias de solución de la corriente de residuos generados por electrodomésticos al final de su vida útil/ Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)/2009

Diagnóstico regional de residuos electrónicos en dos ciudades de la Frontera Norte de México: Tijuana y Ciudad Juárez/ CIIEMAN-IPN-INE/ Guillermo J. Román Moguel/2010

Diagnóstico de la generación de residuos electrónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México./ CIIEMAN-IPN-INE/ Rosa Laura Meraz Cabrera/2010

Diagnóstico de la Gestión de los Residuos Electrónicos en Colombia/ EMPA Materials Science and Technology/Daniel Ott/2008

E-waste Volume I Inventory Assessment Manual/ United Nations Environment Programme (UNEP)/2007

Los Residuos Electrónicos en México y el mundo/ SEMARNAT- INECC
INECC, SEMARNAT. (Año N/D). Los Residuos Electrónicos en México y en el Mundo. Recuperado de: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/715.pdf>

Comisión para la Cooperación Ambiental CCA. (2016). Caracterización cuantitativa de flujos internos y transfronterizos de productos electrónicos usados: estudio de caso sobre computadoras y monitores usados en América del Norte, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá. Recuperado de: <http://www3.cec.org/islandora/es/item/11673-quantitative-characterization-domestic-and-transboundary-flows-used-electronic-es.pdf>

Asociación Nacional de Telecomunicaciones ANATEL. (2013). Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial, Teléfonos celulares. Recuperado de <http://www.anatel.org.mx/programaverde.pdf>

INEGI. (2016) Ciencia y tecnología. Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=19007>

INEGI. (2016) Encuestas en hogares/Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) Recuperado de http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/boletines/2016/especiales/especiales2016_03_01.pdf

INEGI. (2014) Producción Bruta Total. Recuperado de https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj6ltLLmKHQAhVCs1QKHU-iCQg-QFggfMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.inegi.org.mx%2Fest%2Fcontenidos%2Fespanol%2Fproyectos%2Fcensos%2Fce2009%2FTabulados%255Crd09_SON09.xls&usq=AFQjCNFrm5KCbSPM_p5ocMDABKMzEsMLeQ&bvm=bv.138169073,d.cGw

INEGI. (2010) Censo de Población y Vivienda 2010. Recuperado de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=27302&s=est>

INEGI. (2015) Banco de Información Económica. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>

PROMEXICO. (2014) Insumos industriales y TIC's, Industrias creativas y del conocimiento. Recuperado de: <http://www.promexico.mx/es/mx/sectores>

Cámara Nacional de Manufactura Eléctricas CANAME. (2016) Estadísticas del sector. Recuperado de: <http://www.caname.org.mx/index.php/servicios/estadisticasdelsector>

Instituto Federal de Telecomunicaciones, IFT. (2015) Anuario Estadístico 2015. . Recuperado de: http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/anuario-estadistico-2015-acc_1.pdf

Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías de la información, CANIETI. (2015) Cifras y Gráficos 2015. . Recuperado de: <http://www.canieti.org/Industria/estudiosyestadisticas.aspx>

Secretaría de Economía, SE (2016). Comercio Exterior/Información Estadística y Arancelaria/importaciones y exportaciones por país 1993-2016/por socios. Recuperado de: <http://www.gob.mx/se/documentos/comercio-exterior-informacion-estadistica-y-arancelaria-importaciones-y-exportaciones-por-pais-1993-2016-por-socios>

Secretaría del Medio Ambiente, SEDEMA. (2016). Autorización de establecimientos mercantiles y de servicios para el manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que operen y transiten en la CDMX. Recuperado de: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/sedema/index.php/tramites/listado-de-establecimientos-mercantiles-de-servicios-y-o-unidades-de-transporte-de-residuos-solidos-de-competencia-local-con-autorizacion-y-registro-otorgado-por-la-sedema-ramir>

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Jalisco. SEMADET. (2016) Autorización para el manejo de residuos de manejo especial. . Recuperado de: <http://semadet.jalisco.gob.mx/medio-ambiente/residuos/gestion-integral-de-residuos>

Secretaría de Protección al Ambiente, Baja California, SPABC. (2016) Licencia como Prestador de Servicios para el Manejo Integral de Residuos de Manejo Especial. Recuperado de: <http://www.spabc.gob.mx/views/files/tmp/Prestadores-Servicio-MIRME-Estado-23MAR16.pdf>

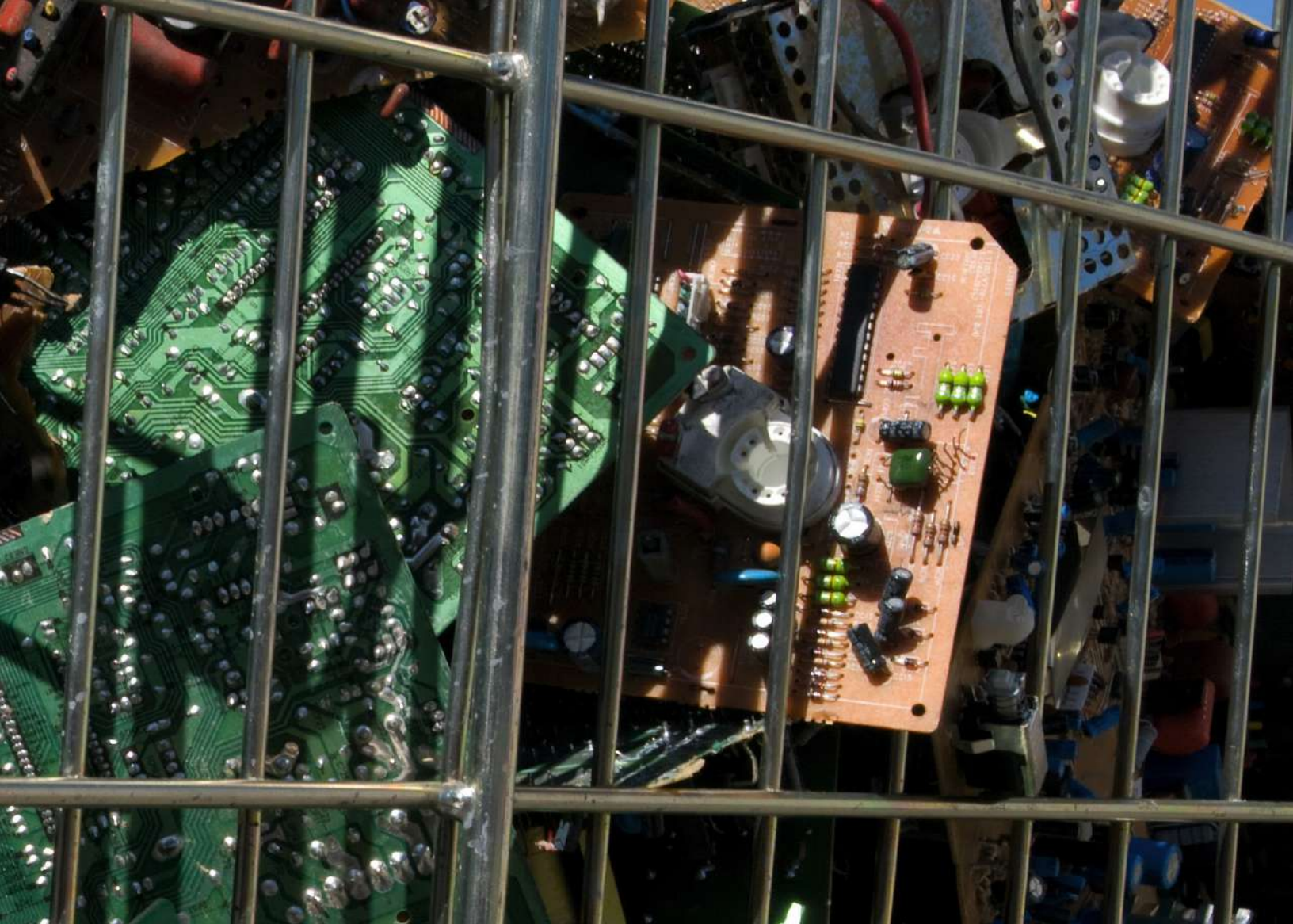
Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, SCIAN. (2013) Libro SCIAN. Recuperado de: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/SCIAN/presentacion.aspx>

Análisis prospectivo

1. Aguilar, J. A., López, K. E., & Aguilar, J. N. (2016). Diagnóstico de generación y manejo de los residuos eléctricos y electrónicos en instituciones educativas: un caso de estudio. *Ingeniería*, 20(2), 115-126.
2. Alavi, N., Shirmardi, M., Babaei, A., Takdastan, A., & Bagheri, N. (2015). Waste electrical and electronic equipment (WEEE) estimation: A case study of Ahvaz City, Iran. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 65(3), 298-305.
3. Ali Abdoli, M., Falah Nezhad, M., Salehi Sede, R., & Behboudian, S. (2012). Longterm forecasting of solid waste generation by the artificial neural networks. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 31(4), 628-636.
4. Araújo, M. G., Magrini, A., Mahler, C. F., & Bilitewski, B. (2012). A model for estimation of potential generation of waste electrical and electronic equipment in Brazil. *Waste Management*, 32(2), 335-342.
5. Asante-Darko, D., Adabor, E. S., & Amponsah, S. K. (2016). A Fourier series model for forecasting solid waste generation in the Kumasi metropolis of Ghana. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 202, 173-185.
6. Beigl, P., Wassermann, G., Schneider, F., & Salhofer, S. (2004). Forecasting municipal solid waste generation in major European cities.
7. Cárdenas, B. C. A., González, E. R. F., & Elenes, J. R. F. (2015). Modelo para la predicción de la generación de residuos electrónicos.
8. Cárdenas, B. C. A., Figueroa, J. R. E., & Fernández, E. R. G (2014). Método para la caracterización ocio-económica de la generación de residuos electrónicos.
9. Chang, N. B., & Lin, Y. T. (1997). An analysis of recycling impacts on solid waste generation by time series intervention modeling. *Resources, Conservation and Recycling*, 19(3), 165-186.
10. Cheba, K. (2014). The Methods of Forecasting of Changes of Municipal Waste Production in Case of Cities. *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Oeconomica*, (Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Oeconomica nr 302 (3)/2014).
11. Consejo Nacional de Población (2017). Proyecciones de la Población 2010-015. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones> [consultado el 10 de junio de 2016]
12. Dyson, B., & Chang, N. B. (2005). Forecasting municipal solid waste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling. *Waste management*, 25(7), 669-679.
13. Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), 2014. Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares. Nueva construcción de ingresos y gastos Diseño conceptual y definición de categorías y variable.
14. Iimi, A. (2005). Estimating demand for cellular phone services in Japan. *Telecommunications policy*, 29(1), 3-23.

15. Hockett, D., Lober, D. J., & Pilgrim, K. (1995). Determinants of per capita municipal solid waste generation in the Southeastern United States. *Journal of Environmental Management*, 45(3), 205-217.
16. Jehle, G. (2011) *Advanced Microeconomic Theory*. Prentice Hall, Pearson.
17. Kolekar, K. A., Hazra, T., & Chakrabarty, S. N. (2016). A Review on Prediction of Municipal Solid Waste Generation Models. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 238-244.
18. Li, B., Yang, J., Lu, B., & Song, X. (2015). Estimation of retired mobile phones generation in China: A comparative study on methodology. *Waste management*, 35, 247-254.
19. Mwenda, A., Kuznetsov, D., & Mirau, S. (2014). Time series forecasting of solid waste generation in Arusha City—Tanzania. *Math Theory Model*, 4(8), 29-39.
20. Navarro-Esbri, J., Diamadopoulos, E., & Ginestar, D. (2002). Time series analysis and forecasting techniques for municipal solid waste management. *Resources, Conservation and Recycling*, 35(3), 201-214.
21. Östblom, G., Söderman, M. L., & Sjöström, M. (2010). Analysing future solid waste generation-Soft linking a model of waste management with a CGE-model for Sweden.
22. Pindyck, R. S., Rubinfeld, D. L. *Econometría Modelos y Pronósticos*. McGraw-Hill. Cuarta Edición. 2001
23. Samarasinghe, S., & Ordonez Ponce, E. (2005). A hierarchical systems modelling approach based on neural networks for forecasting global waste generation: A case study of Chile.
24. Sandkvist, F. (2016). Quantification of Waste Generation in the EU-A PPCA and regression analysis on prediction of recyclable waste.
25. Shakhawatul, M. (2010). *Electrical Energy Generation and Demand Forecasting of Bangladesh by Econometric Modeling*
26. Stavins, J. (1997). Estimating demand elasticities in a differentiated product industry: the personal computer market. *Journal of Economics and Business*, 49(4), 347-367.
27. Tran, H. P., Wang, F., Dewulf, J., Huynh, T. H., & Schaubroeck, T. (2016). Estimation of the unregistered inflow of electrical and electronic equipment to a domestic market: a case study on televisions in Vietnam. *Environmental science & technology*, 50(5), 2424-2433.
28. Wooldridge, J. (2013) *Introduction to Econometrics*. Ciudad de México Cengage Learning
29. Yang, Y., & Williams, E. (2009). Logistic model-based forecast of sales and generation of obsolete computers in the US. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(8), 1105-1114.
30. Yu, J., Williams, E., Ju, M., & Yang, Y. (2010). Forecasting global generation of obsolete personal computers.





17. Anexos

Anexo	Nombre
1	Formato de encuesta a hogares
2	Formato de encuesta para empresas



a. Anexo 1. Formato de encuesta a hogares

Inventario Nacional de Residuos Eléctricos y Electrónicos								
SECCIÓN 1. Socio económicas								
1.1. Datos del encuestado								
Nombre del encuestado: _____ Fecha: _____								
Dirección: _____								
Calle: _____			Número: _____		Código postal: _____			
Estado: _____			Municipio: _____					
1.2 Composición familiar								
¿Cuántas personas viven normalmente en su hogar?								
Miembros	¿Cuál es el parentesco de... con el jefe del hogar?	Estado civil ¹	¿Cuántos años cumplidos tiene?	¿El(ella) es...?	¿Cuál es el último año que estudió?	¿Cuánto obtiene de ingresos...?		
	Parentesco ¹		Edad	Género ³	Escolaridad ⁴ Grado Nivel	Monto (\$)	Periodicidad ⁵	¿Desde cuándo recibe el ingreso?
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
Claves 1.- Parentesco: (1) Jefe/Jefa del hogar, (2) Esposo/Esposa, (3) Hijo/Hija, (4) Hermano/Hermana, (5) Padre/ Madre, (6) Nuera/Yerno, (7) Suegro/Suegra, (8) Sin parentesco, (9) Otro, Especificar, (10) Nieto/Nieta 2.- Estado Civil: (1) Casado, (2) Soltero, (3) Viudo 3.- Género: (1) Hombre, (2) Mujer 4.- Escolaridad: (1) Primaria, (2) Secundaria, (3) Preparatoria o bachillerato, (4) Técnica comercial, (5) Profesional (incluye normal), (6) Preescolar 5- Periodicidad: (1) Diaria, (2) Semanal, (3) Decenal, (4) Quincenal, (5) Mensual								
1.3 Características de la Vivienda								
¿Cuántos cuartos para dormir tiene su vivienda	¿El hogar cuenta con...			Cuántos celulares tiene el hogar:			¿Cuál es el importe promedio de su recibo de luz?	
	¿Acceso a agua potable en el interior de la vivienda?	¿Acceso a excusad o dentro de la vivienda?	¿Acceso a Internet?	En plan de renta	Sin plan de renta	con acceso a Internet		
Claves 1.- Si (1) , No (2)								
1.4 Acceso a crédito formal								
¿Alguna persona del hogar maneja una tarjeta de crédito?			¿Cuántas tarjetas tiene el hogar?		¿Número de equipos eléctricos y/o electrónicos que se compran al año?			

Inventario Nacional de Residuos Eléctricos y Electrónicos

SECCION 2.- Equipos Electrónicos y Eléctricos

2.1 Uso, Almacén y Desecho de Equipos Electrónicos y Eléctricos

Electrodomésticos grandes	Aparatos en uso	Aparatos en desuso	¿Cada cuánto reemplaza los electrodomésticos grandes?	1-5 años	¿Por qué reemplazas los aparatos?	Ya no funciona	¿Qué haces con los aparatos que reemplazas?	Se vende	
Lavadoras y/o secadoras				6-8 años					Se dona
Refrigeradores y/o congeladores				9-15 años					Se almacenan
Aire acondicionado				Más de 15 años				Nueva tecnología	Se tiran
Ventiladores									
Hornos de microondas									

Electrodomésticos pequeños	Aparatos en uso	Aparatos en desuso	¿Cada cuánto reemplaza los electrodomésticos pequeños?	1-3 años	¿Por qué reemplazas los aparatos?	Ya no funciona	¿Qué haces con los aparatos que reemplazas?	Se vende	
Tostadores				4-6 años					Se dona
Aspiradoras				7-10 años					Se almacenan
Estufa eléctrica				Más de 10 años				Nueva tecnología	Se tiran
Cafeteras									

Informáticos y de telecomunicación	Aparatos en uso	Aparatos en desuso							
Pantallas LCD			¿Cada cuánto reemplaza los aparatos informáticos y de telecomunicación?	0.5-1 años <input type="checkbox"/>	¿Por qué reemplazas los aparatos?	Ya no funciona	¿Qué haces con los aparatos que reemplazas	Se vende <input type="checkbox"/>	
Laptops y/o Notebooks				2-4 años <input type="checkbox"/>					Se dona <input type="checkbox"/>
Tabletas y/o celulares				5-7 años <input type="checkbox"/>					Se almacenan <input type="checkbox"/>
Teléfonos fijos				Más de 7 años <input type="checkbox"/>					Se tiran <input type="checkbox"/>
PCs									
Impresoras y/o Copiadoras									

Informáticos y de telecomunicación	Aparatos en uso	Aparatos en desuso							
Televisores (CRT)			¿Cada cuánto reemplaza los aparatos informáticos y de telecomunicación?	1-5años <input type="checkbox"/>	¿Por qué reemplazas los aparatos?	Ya no funciona	¿Qué haces con los aparatos que reemplazas	Se vende <input type="checkbox"/>	
				6-8 años <input type="checkbox"/>					Se dona <input type="checkbox"/>
Radios				9-15 años <input type="checkbox"/>					Se almacenan <input type="checkbox"/>
Videocámaras				Más de 15 años <input type="checkbox"/>					Se tiran <input type="checkbox"/>

Informáticos y de telecomunicación	Aparatos en uso	Aparatos en desuso							
Herramientas domésticas (taladros, desatornilladores eléctricos, máquinas de coser, podadoras eléctricas)			¿Cada cuándo reemplaza los otros aparatos?	1-5 años <input type="checkbox"/>	¿Por qué reemplazas los aparatos?	Ya no funciona <input type="checkbox"/>	¿Qué haces con los aparatos que reemplazas	Se vende <input type="checkbox"/>	
Juguetes (que utilizan baterías y se operan con radiocontrol y que utilizan baterías y no operan con radiocontrol)				6-8 años <input type="checkbox"/>		Nueva tecnología <input type="checkbox"/>			
Consolas de videojuegos (portátiles y de salón)				9-15 años <input type="checkbox"/>					Se almacenan <input type="checkbox"/>
Monitoreo y control (detectores de humo, reguladores de calefacción, termostatos, termómetros electrónicos, tensiómetros, cámaras de video vigilancia y multímetros)				Más de 15 años <input type="checkbox"/>					Se tiran <input type="checkbox"/>

b. Anexo 2. Formato de encuesta para empresas

Inventario Nacional de Residuos Eléctricos y Electrónicos	
Sección 1. Socioeconómica	
1.1 Información general del encuestado	
Fecha: _____	
1.- Responsable la información: _____	
2.- Razón Social: _____ (Es el nombre con el cual está constituida la empresa)	
3.- Número de Registro Ambiental: _____	
4.- SCIAN: _____	
5.- Localización y Dirección de la empresa	
Estado: _____	Municipio: _____
Ciudad: _____	Calle y N°: _____
6.- Tamaño de la Empresa: _____ (Número de trabajadores totales)	
7.- Cuenta con plan de manejo para el desecho de los Residuos de Aparatos Electrónicos y Eléctricos (RAEE):	
(Si)	(No)

Sección 2. Datos de los equipos electrónicos y eléctricos

Equipo	Aparatos en uso	Aparatos en des uso	¿Cada cuándo reemplaza los electrodomésticos grandes?				¿Por qué reemplazas los aparatos?		¿Qué haces con los aparatos que reemplazas?				
			0.5-1 años	2-4 años	5-7 años	Más de 7 años	Ya no funciona	Nueva tecnología	Se venden	Se donan	Se almacenan	Se tiran	Destrucción fiscal
Aire acondicionado													
Congeladores													
Refrigeradores													
Monitores con tubos de rayos catódicos													
Televisores													
Pantallas de cristal líquido													
Pantallas de plasma													
Laptops													
Notebooks													
Tabletas													
Lavadoras													
Secadoras													
Estufas													
Paneles fotovoltaicos													
Copiadoras													
Impresoras													
Aspiradoras													
Cafeteras													
Hornos de microondas													
Tostadores													
Ventiladores													
Rasuradoras													

Sección 2. Datos de los equipos electrónicos y eléctricos

Equipo	Aparatos en uso	Aparatos en des uso	¿Cada cuándo reemplaza los electrodomésticos grandes?				¿Por qué reemplazas los aparatos?		¿Qué haces con los aparatos que reemplazas?				
			0,5-1 años	2-4 años	5-7 años	Más de 7años	Ya no funciona	Nueva tecnología	Se venden	Se donan	Se almacenan	Se tiran	Destrucción fiscal
Básculas													
Calculadoras													
Radios													
Videocámaras													
Juguetes electrónicos													
Consolas de video juegos													
Herramientas domésticas													
Instrumentos de monitoreo y control													
Celulares													
GPS													
Calculadoras de bolsillo													
Routers													
PC													
Teléfonos fijos													



residuoscop
manejo ambientalmente adecuado