

ANALISIS DEL CRECIMIENTO DE DESECHOS
ELÉCTRONICOS (COMPUTADORAS, LAPTOPS
E IMPRESORAS) EN BOLIVIA DEL AÑO 2013
AL AÑO 2018

HAROLD WINSTON LIJERÓN GONZALES
hawiligo@gmail.com

INSTITUTO LATINOAMERICANO DE CIENCIAS - CAMPUS VIRTUAL
“Diplomado de Experto en Creación de Modelos de Simulación
Empresarial”

Santa Cruz, Bolivia 1 de Octubre del 2013

Índice

Contenido

1	Introducción.	1
2	Análisis de la situación de las computadoras, portátiles e impresoras en Bolivia y Santa Cruz.	2
2.1	Objetivo.	2
2.2	Análisis de las importaciones de equipos.	2
2.3	Análisis de las empresas.	3
2.4	Análisis de las PC por vivienda.	6
3	Creación del modelo.	7
4	Resultados de la simulación.	11
5	Primer escenario: el tiempo en almacén del reparador se acorta.	16
6	Segundo escenario: Con recicladora que comience a funcionar el año 2014	23
	Resultados con recicladora:	24
7	Futuros desarrollos del modelo.	25
8	Conclusiones.	27
9	Bibliografía.	28
10	Anexos: Fotos.	29

1 Introducción.

El presente trabajo de investigación consiste en determinar la cantidad de unidades electrónicas (CPU, monitores, impresoras, laptops) que se desechan de las empresas de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra.

Actualmente no se tiene determinada la cantidad en que se desechan y la forma cómo se desechan lo que afecta al medio ambiente y en especial la alta contaminación que puede ocasionar este tipo de aparatos cuando no son eliminados correctamente.

Las empresas, y también las familias que utilizan los PC, y sus componentes; y otros aparatos como laptops e impresoras, ha aumentado por la facilidad de acceso económico a dichos equipos. No se tiene un control exacto de la cantidad que ingresa al país debido al contrabando, y no existe una norma o ley ni siquiera ninguna entidad ha mencionado la forma correcta de eliminarlos.

En la actualidad el número de empresas en Santa Cruz ha ido creciendo sostenidamente según datos estadísticos de FUNDEMPRESA, por lo que es lógico que la cantidad equipos de computación también han aumentado.

Una característica de este tipo de equipos es que la vida útil se ha reducido, lo que hace que se desechen en un par de años. La tecnología es tan dinámica que también se requiere renovar equipos para estar actualizados y tener “eficiencia” en el trabajo. Por otro lado las computadoras usadas se reutilizaban para abrir centros de cómputos (también se le llaman café internet). Estos centros han ido disminuyendo notablemente, por lo tanto la pregunta es: ¿Qué se hace con las computadoras/laptops que están obsoletas? ¿Se las elimina? ¿Se las reutiliza? ¿Se las elimina correctamente? ¿Qué efectos contaminantes genera este tipo de equipos si no es eliminado correctamente?

No existe ningún camino recorrido en este aspecto, ya que ni siquiera está establecido el reciclaje de basura. Algunas personas realizan manualmente, que van por las calles y seleccionan botellas de plásticos, y a veces papel para poder reciclar. Otros compran baterías, televisores, heladeras y algunas botellas de

vidrios. Si existe alguna asociación de recolectores de estos equipos recién se están por formar.

Este proyecto es necesario para abordar el tema en forma científica y tener una visión de todas las causas que afectan para la eliminación de los equipos de computación en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. Con la información generada se podrán tomar medidas para minimizar el impacto negativo de este tipo de combinación.

2 Análisis de la situación de las computadoras, portátiles e impresoras en Bolivia y Santa Cruz.

2.1 Objetivo.

El propósito general de esta investigación es la de proveer información necesaria, de la cantidad aproximada que existe de estos equipos, de la eliminación y/o reutilización de los equipos de computación (PC o Laptops) que generan las empresas en Bolivia para que se puedan tomar medidas que minimicen el impacto de la contaminación de estos equipos en el medio ambiente y el agua. Con la información generada se podrá realizar un proyecto de factibilidad para la creación de una empresa que recicle este tipo de equipos.

2.2 Análisis de las importaciones de equipos.

El siguiente cuadro muestra las importaciones de equipos de computadoras en Bolivia, según peso en kilogramos, lo cual después se ha convertido en unidades (equipos).

Cuadro N° 1: Peso bruto importado de PC, Portátiles e impresoras

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Peso [en Kg]	501.650	488.377	341.486	380.764	756.764	913.315
% crecimiento		-2,6%	-30,1%	11,5%	98,7%	20,7%

% promedio de crecimiento 19,64%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE

El peso promedio de un equipo, entre laptops y las computadoras de escritorio, con una impresora es de 6 Kg, lo que se tiene 152.219 equipos el año 2012, con una tasa promedio de crecimiento de 19,64%. Esta tasa varía según el ingreso de los habitantes, o de las crisis cíclicas que existen en la economía global.

2.3 Análisis de las empresas

Un factor importante para el análisis de las los equipos, es determinar la cantidad de empresas y su crecimiento, ya que en las empresas utilizan equipos de computación para realizar sus diferentes funciones.

Cuadro N° 2: Cantidad de empresas por departamento y el total

Departamento	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
La Paz	6.879	7.696	9.218	9.606	12.334	13.825	16.571	21.575
Santa Cruz	5.605	6.488	7.922	9.014	10.535	11.968	14.530	19.617
Cochabamba	3.172	3.775	4.450	4.730	6.232	7.448	9.310	12.278
Tarija	1.358	1.642	1.911	1.902	1.980	2.376	2.966	3.780
Oruro	832	1.020	1.328	1.512	1.826	2.280	2.556	3.423
Potosi	680	814	1.000	1.186	1.477	1.663	1.948	2.558
Chuquisaca	676	790	867	1.029	1.383	1.639	1.798	2.474
Beni	417	569	865	993	1.202	1.261	1.443	1.737
Pando	159	288	309	305	356	461	586	790
Bolivia	19.778	23.082	27.870	30.277	37.325	42.921	51.708	68.232

Fuente: FUNDEMPRESA

El análisis de las empresas consiste en el crecimiento de las mismas, y en Bolivia se tiene un crecimiento anual de 19.87%, promedio de los últimos 5 años.

Cuadro N° 3: Crecimiento de las empresas en Bolivia

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Crecimiento	16,71%	20,74%	8,64%	23,28%	14,99%	20,47%	31,96%
Promedio del crecimiento (5 años):	19,87%						

Fuente: Elaboración propia partir de datos de FUNDEMPRESA

Cuadro Nº 4: Registro de nuevas empresas según departamentos (En cantidad de empresas)

Registro de nuevas empresas según Departamento, 2005-2012
(En cantidad de empresas)

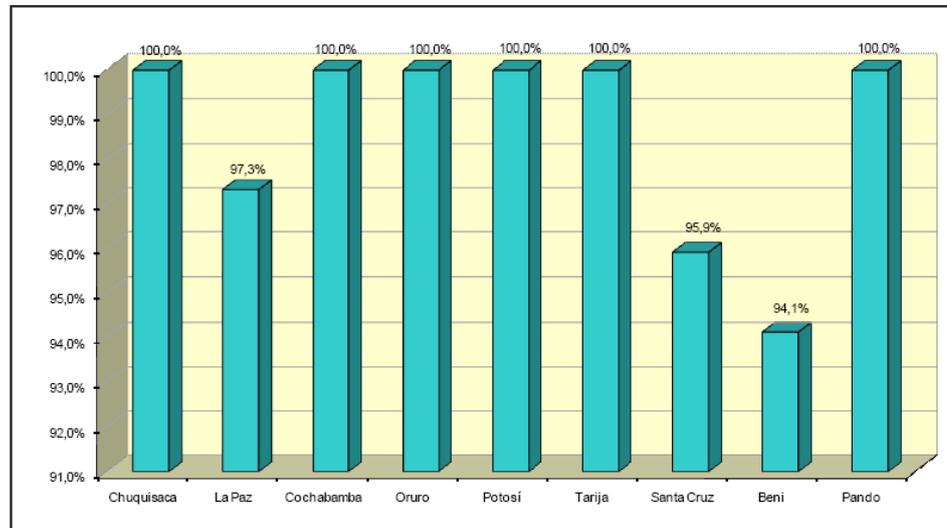
Departamento	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Bolivia	6.512	7.919	9.127	9.555	13.330	14.045	14.499	26.028
La Paz	1.990	2.568	2.742	2.985	4.291	4.290	4.433	7.888
Santa Cruz	1.887	2.197	2.717	2.831	3.487	3.994	4.169	7.476
Cochabamba	1.085	1.229	1.296	1.427	2.335	2.451	2.495	4.844
Oruro	278	388	482	464	689	880	906	1.359
Tarija	590	578	775	528	721	719	627	1.254
Chuquisaca	237	258	266	344	620	523	580	1.165
Potosí	232	296	384	440	571	532	647	1.021
Beni	143	254	373	425	484	479	444	672
Pando	70	151	92	111	132	177	218	349

Fuente: Fundación para el Desarrollo Empresarial (Fundempresa)

En el cuadro anterior se puede observar las empresas que se crean cada año por departamento y en total en el país. Se puede observar el crecimiento por año que es de 19.87%, lo que constituye una de las variables por las que aumenta el consumo de equipos de computación.

Gráfico Nº 1: Porcentaje de empresas que cuentan con computadores

Gráfico Nº 3
BOLIVIA: PORCENTAJE DE EMPRESAS QUE CUENTAN CON COMPUTADORES (PROPIOS O ALQUILADOS), SEGÚN DEPARTAMENTO⁽¹⁾ - 2007
(En porcentaje)

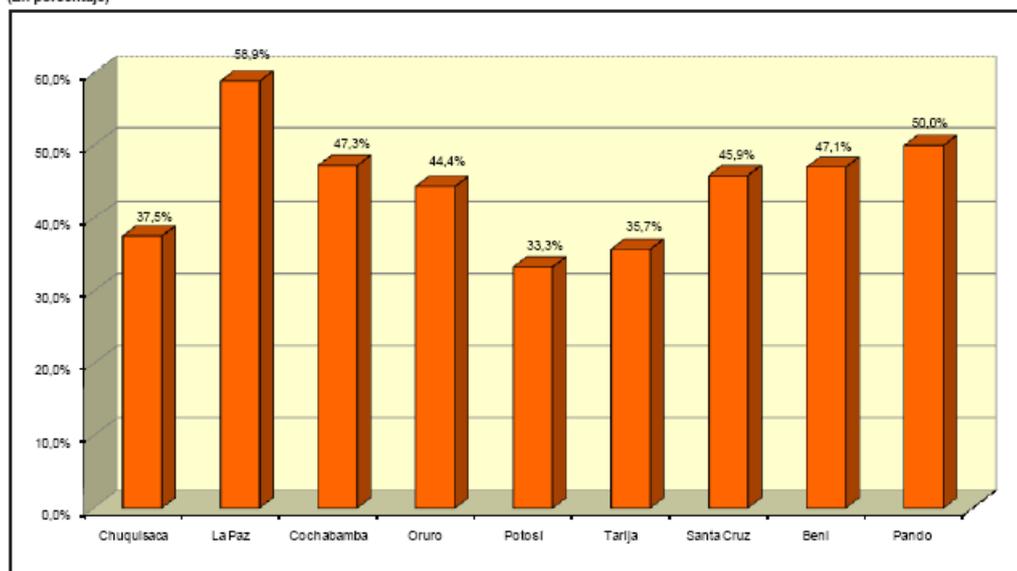


Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA - Encuesta Anual a la Industria Manufacturera
⁽¹⁾ Corresponde a empresas con personal ocupado mayor o igual a 20 personas.

En el anterior gráfico se observa que no todos los departamentos, sus empresas tienen 100% de uso de las computadoras, sino que el porcentaje ponderado de las mismas es de 97.82% a nivel país, lo que da un total de empresas que usan computadoras en el país es de 66.744 empresas que tienen computadoras.

Gráfico N° 2: Porcentaje de empresas que cuentan con computadores

Gráfico N° 4
BOLIVIA: PORCENTAJE DE EMPLEADOS QUE USAN COMPUTADORES RESPECTO DEL TOTAL DEL PERSONAL DE LA EMPRESA, SEGÚN DEPARTAMENTO⁽¹⁾ - 2007
(En porcentaje)



Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA - Encuesta Anual a la Industria Manufacturera
(1) Corresponde a empresas con personal ocupado mayor o igual a 20 personas.

Con la información del gráfico N° 2 se puede determinar que el porcentaje ponderado de uso de computadoras a nivel país es de 47.81% de empleados que usan computadora dentro de las empresas, lo que da un total de 1.535.110 empleados, y los que usan computadoras es 750.291 empleados. La tasa de computadoras por empleado es de 0.6 (es decir, que 6 computadoras usan 10 empleados –por los diversos turnos y otros factores más-) se tiene que el total de computadoras que hay en las empresas es de 450.175 equipos, a una tasa de crecimiento de 19.81% anual.

Cuadro N° 5: Distribución de la Población Ocupada, en Bolivia

BOLIVIA: DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN OCUPADA, POR SEXO, SEGÚN SITUACIÓN EN EL EMPLEO, 2007
(En número de personas y porcentaje)

CATEGORÍA EN EL EMPLEO	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
POBLACIÓN TOTAL	2.576.952	2.095.409	4.672.361
	100,00	100,00	100,00
Obrero(a)	18,02	2,79	11,19
Empleado(a)	25,06	19,95	22,76
Trabajador(a) por cuenta propia	34,09	32,47	33,36
Patrón, socio o empleador que sí recibe remuneración	0,90	0,34	0,65
Patrón, socio o empleador que no recibe remuneración	6,28	2,88	4,76
Cooperativista de producción	0,39	0,04	0,23
Trabajador(a) familiar o aprendiz sin remuneración	15,00	34,36	23,69
Empleada(o) del hogar	0,26	7,17	3,36

Fuente: INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA - Encuesta de Hogares

En el cuadro anterior con los obreros y empleados en total existen 1.588.602 lo que demuestra que el cálculo de cantidad de empleados por empresa es la media de 23.

2.4 Análisis de las PC por vivienda.

Según el siguiente cuadro, aunque es complementario a la cantidad de computadoras que existe las empresas, determina la cantidad total de equipos que existen en funcionamiento.

Cuadro N° 6: Porcentaje de viviendas que tienen computadoras.

**POR ACCESO A TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC),
SEGÚN DEPARTAMENTO, CENSO 2012
(En número de viviendas y porcentaje)**

DEPARTAMENTO	TOTAL	EQUIPO DE RADIO	EQUIPO DE TELEVISOR	COMPUTADORA	SERVICIO DE TELEFONÍA FIJA O CELULAR	SERVICIO DE INTERNET
TOTAL	2.812.715	74,73	67,24	23,36	71,59	9,45
Chuquisaca	150.050	75,52	54,03	21,39	65,65	7,93
La Paz	852.730	82,37	66,53	23,58	73,49	7,86
Cochabamba	517.711	76,61	67,57	23,30	74,18	9,14
Oruro	152.779	78,73	60,64	22,83	71,59	6,55
Potosí	243.067	73,23	50,35	14,37	52,86	3,12
Tarija	126.820	77,16	75,24	24,66	75,48	9,51
Santa Cruz	648.286	66,49	78,19	28,10	77,11	15,79
Beni	95.484	51,84	63,72	16,27	60,09	6,14
Pando	25.763	50,33	57,68	17,77	52,26	6,43

FUENTE: INE

El porcentaje de hogares que tienen computadoras es de 23.36% de un total de 2.812.715 viviendas lo que da un total de 657.050 equipos de computación que tienen los hogares (o las familias, en el supuesto que cada familia tiene 1 computadora).

Cabe mencionar por el impacto del contrabando en Bolivia, se tiene el supuesto que las importaciones legales van para las empresas y las otras formas se introducen en el país para el uso de las familias.

3 Creación del modelo

Objetivo: El objetivo del modelo es analizar la basura electrónica (equipos de computación, portátiles e impresoras) de las empresas que existen en Bolivia.

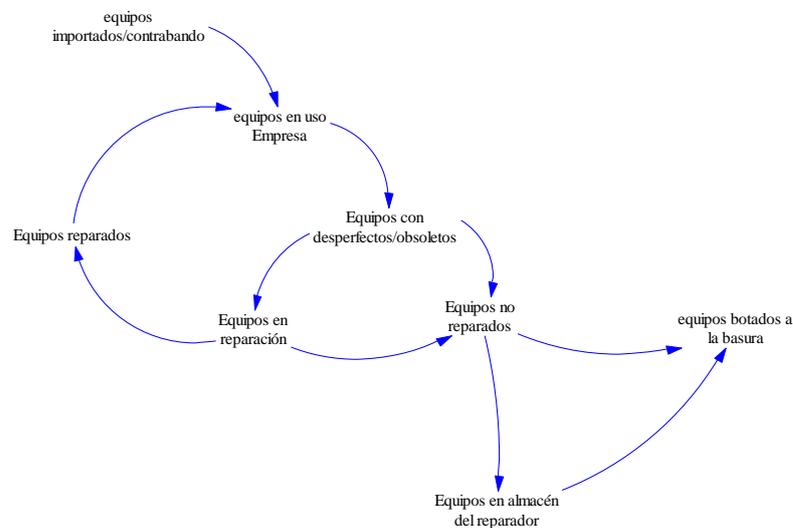
Definición del sistema:

Se procederá a dar una revisión resumida del funcionamiento del sistema de uso de equipos de computación en las empresas que existen en Bolivia, y la basura que genera todos estos equipos.

Variables principales

	Variables	Unidad
1	equipos importados/contrabando	Equipos/año
2	equipos en uso Empresa	Equipos
3	Equipos con desperfectos/obsoletos	Empresas/año
4	Equipos en reparación	Empleados/año
5	Equipos no reparados	Equipos/año
6	Equipos reparados	Equipos/año
7	Equipos en almacén del reparador	Equipos
8	equipos botados a la basura	Equipos/año

Diagrama Causal



Condiciones del modelo:

Se toma como punto de partida el año 2013, representándolo como el año 0.

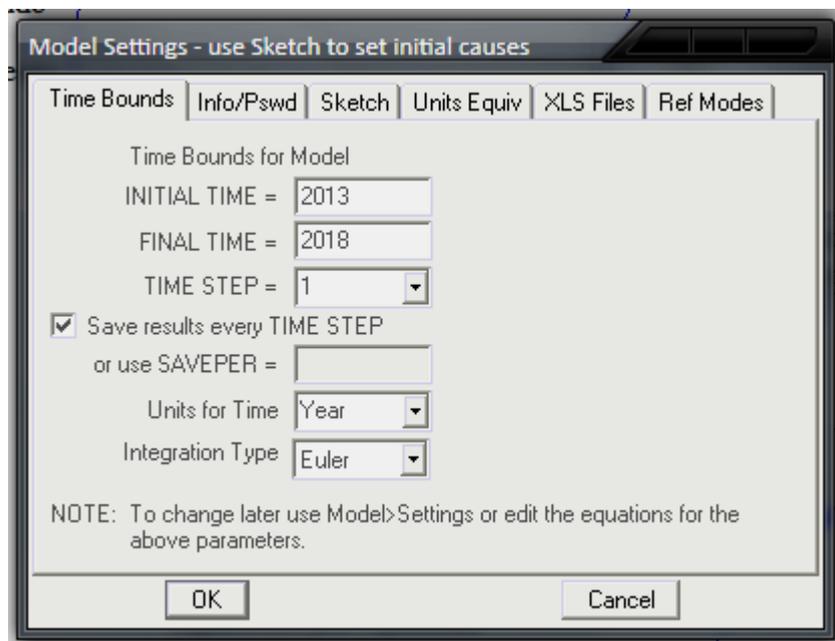
- Initial Time = 2013

El estudio tendrá como límite de alcance el año 2018, terminando la simulación habiendo transcurrido 5 años.

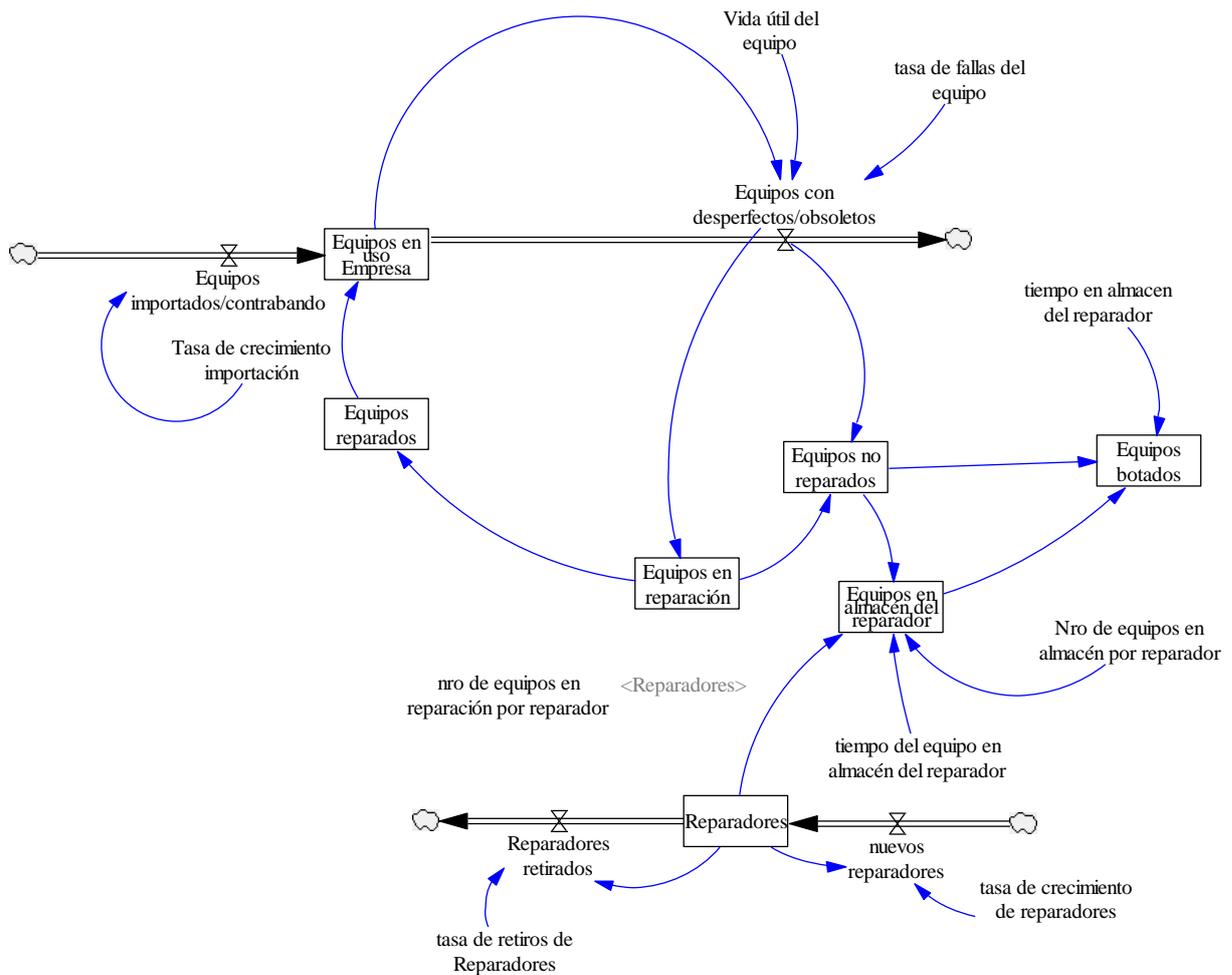
- Final time = 2018

La unidad con la cual se controle el paso del tiempo será el año.

- Time Step = Year



El modelo ya simplificado y tomando las variables principales es de la siguiente manera:



Ecuaciones

Como se mencionó anteriormente, el crecimiento promedio de las importaciones de equipos de computación en Bolivia es de 19.81% interanual,

- Tasa de crecimiento importación = 0.198 (unid: Dmnl)
- Equipos importados/contrabando = "Equipos importados /contrabando"*Tasa de crecimiento importación; Valor inicial: 152.219; unidades (unida: equipos/Year)
- Vida útil del equipo = 6 (Unid: Year)

La vida útil promedio de uso en las empresas es de 6 años, suponiendo que cumpliendo la vida contable, los dos años adicionales (la mayoría son MyPEs, y PyMes), las utilizan este tipo de empresa.

La tasa de fallas del equipo es 20% anual de los equipos en uso va a un reparador (técnico en reparación de computadoras), es decir, que de cada 5 computadoras, 1 va al técnico al año por fallas físicas (hardware):

- tasa de fallas del equipo = 0.2 (Unid: Dmnl)

La tasa de fallas del equipo es de 20%, un porcentaje un poco elevado pero real.

- "Equipos con desperfectos/obsoletos"= Equipos en uso Empresa/Vida útil del equipo+Equipos en uso Empresa*tasa de fallas del equipo (Unid: Equipos/Year).

Es importante mencionar que los equipos con fallas son aquellos por lo que se tiene por la tasa de fallas del equipo, y los equipos obsoletos son aquellos que cumplen su vida útil "tecnológica" en la empresa, siguen funcionando pero ya no se los utiliza.

- Equipos no reparados = Equipos en reparación*0.35+"Equipos con desperfectos/obsoletos"*0.25 (Unid: Equipos)

Los Equipos no reparados son el 35% de los equipos en reparación, y un 25% de los equipos obsoletos.

- Equipos en reparación ="Equipos con desperfectos/obsoletos"*0.75 (unid: Equipos) Initial Value: 140.000

De los equipos con desperfectos u obsoletos, el 75% de los mismos se van a reparación, y el 25% queda en espera ya que muchos no saben qué hacer con un equipo obsoleto. El valor inicial de estos equipos es de 50.000 equipos.

- Equipos reparados = Equipos en reparación*0.65 (Unid: equipos/Year)

De los equipos en reparación sólo se repara el 65% de los mismos.

- Equipos no reparados = Equipos en reparación*0.35+"Equipos con desperfectos/obsoletos"*0.25

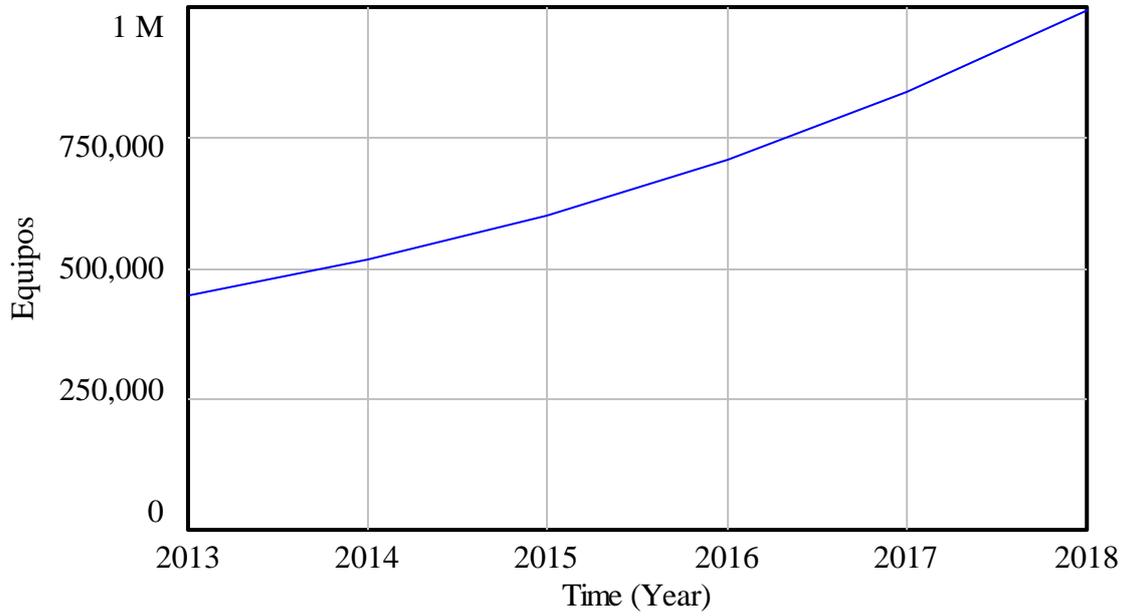
Los equipos no reparados

- Equipos en almacén del reparador = (Equipos no reparados*0.8)/tiempo del equipo en almacén del reparador+Nro de equipos en almacén por reparador*Reparadores
- tiempo en almacen del reparador=10 (unit:Year)
- Equipos botados = Equipos en almacén del reparador/tiempo en almacen del reparador+Equipos no reparados*0.2
- Nro de equipos en almacén por reparador = 70 (Unid: Equipos/Year)
- Reparadores = nuevos reparadores-Reparadores retirados (Unid: Reparadores) Initial Value : 2000
- tasa de retiros de Reparadores = 0.05 (Unid: Dmnl)
- Reparadores retirados = Reparadores*tasa de retiros de Reparadores
- tasa de crecimiento de reparadores = 0.248 (Unit: Dmnl)
- nuevos reparadores = Reparadores*tasa de crecimiento de reparadores

4 Resultados de la simulación

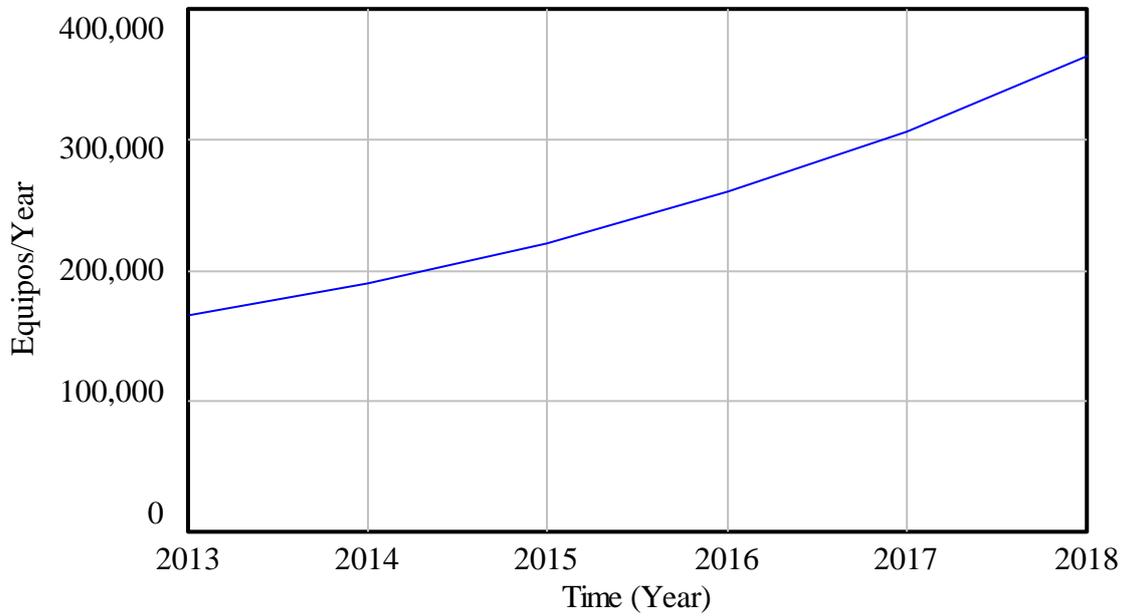
Se presentan los resultados más relevantes de la investigación:

Equipos en uso Empresa



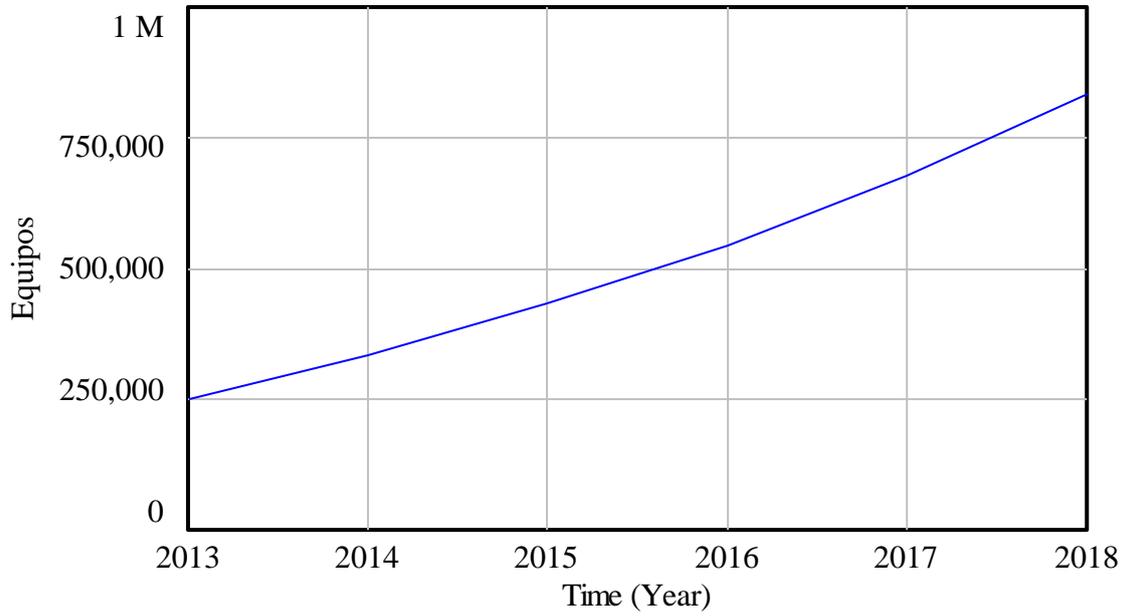
Equipos en uso Empresa : Current 

Equipos con desperfectos/obsoletos



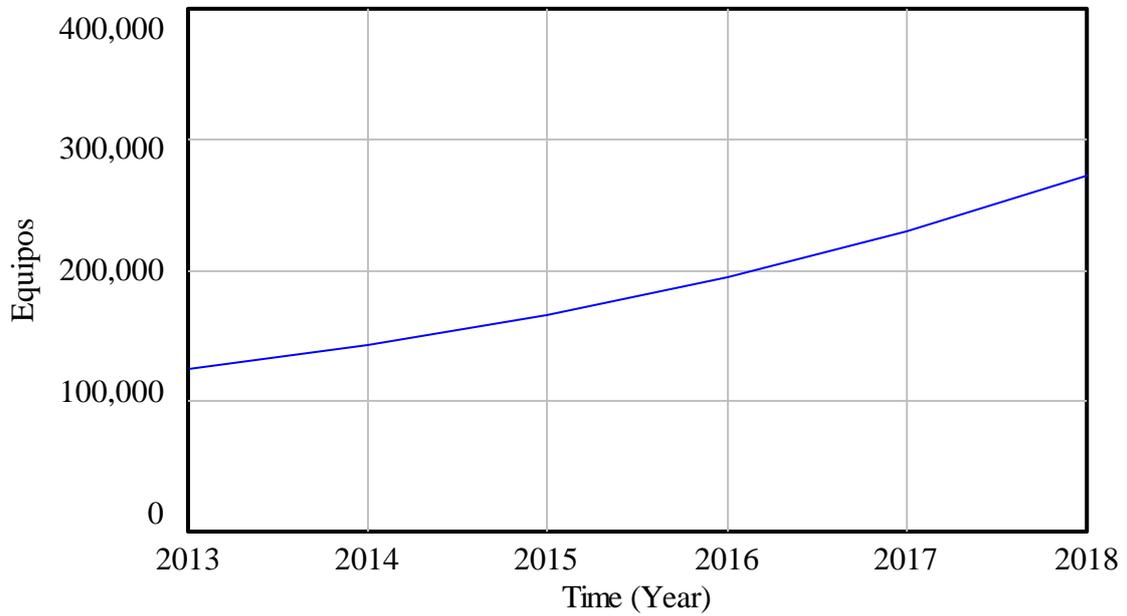
"Equipos con desperfectos/obsoletos" : Current 

Equipos no reparados



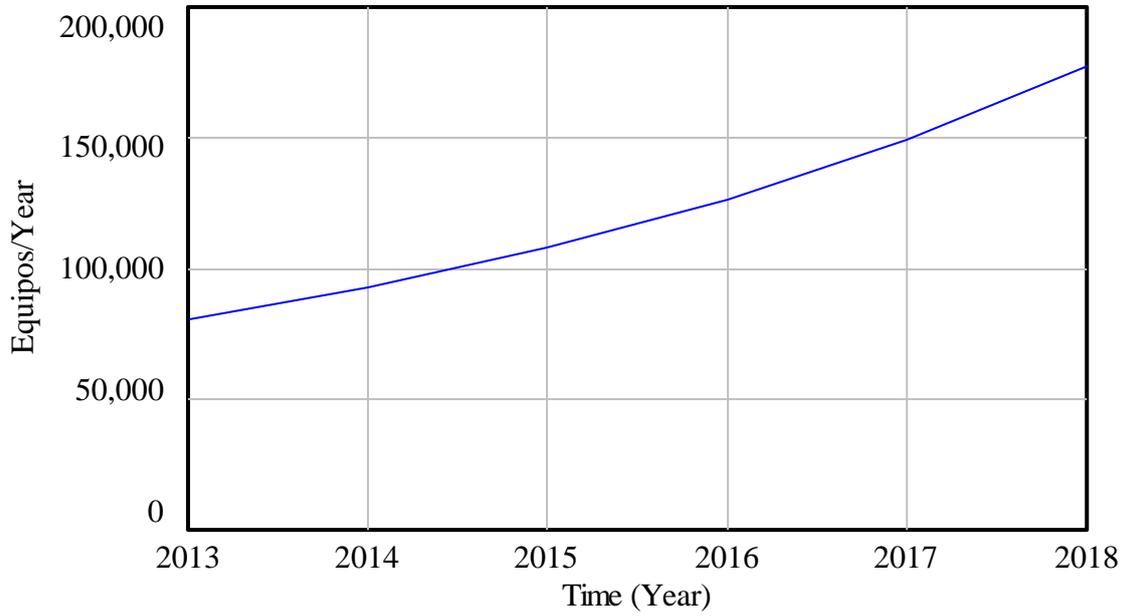
Equipos no reparados : Current 

Equipos en reparación



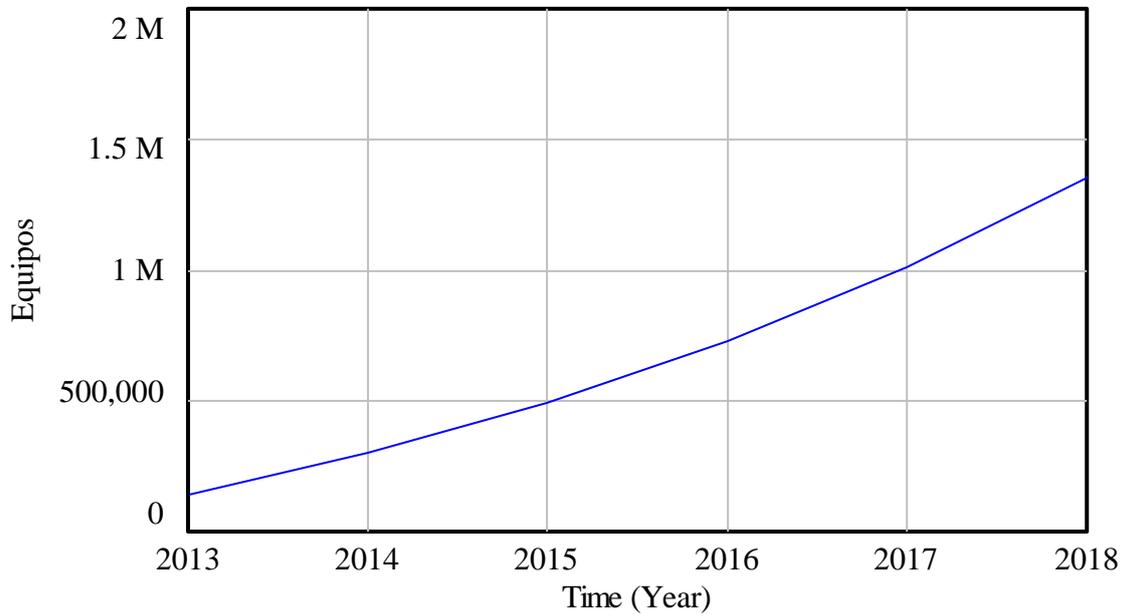
Equipos en reparación : Current 

Equipos reparados



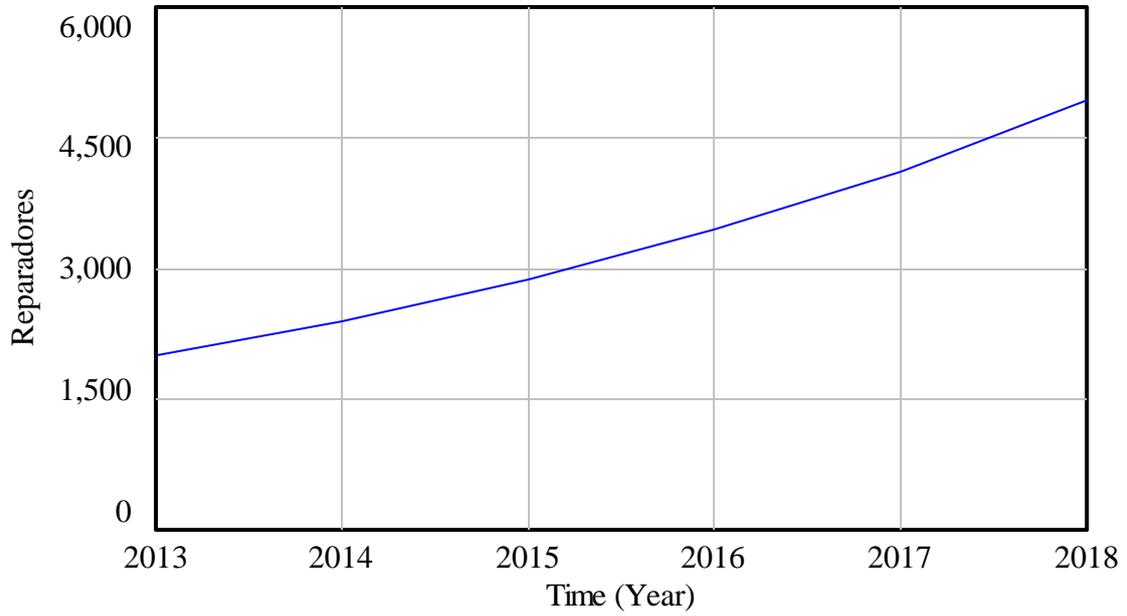
Equipos reparados : Current 

Equipos en almacén del reparador



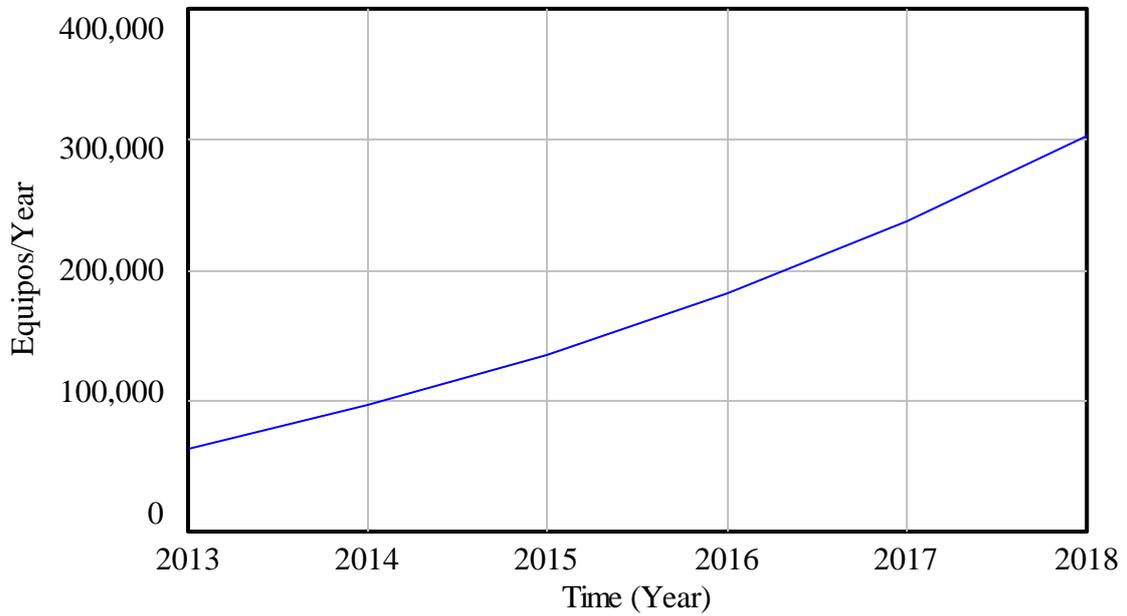
Equipos en almacén del reparador : Current 

Reparadores



Reparadores : Current 

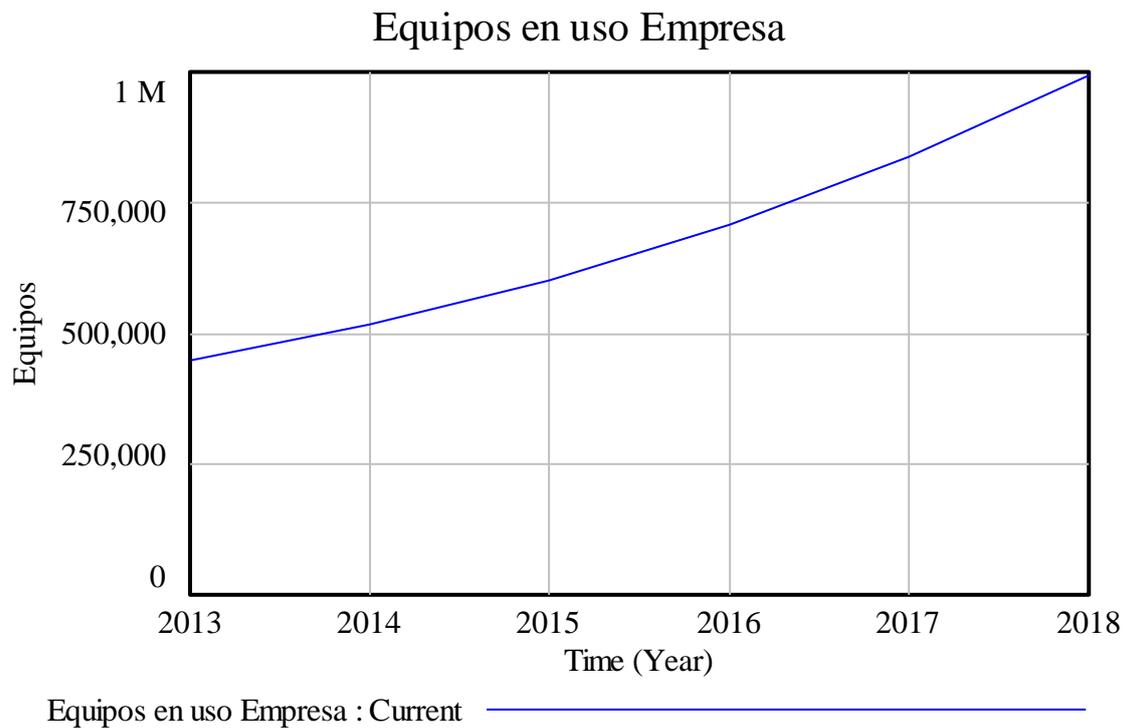
Equipos botados



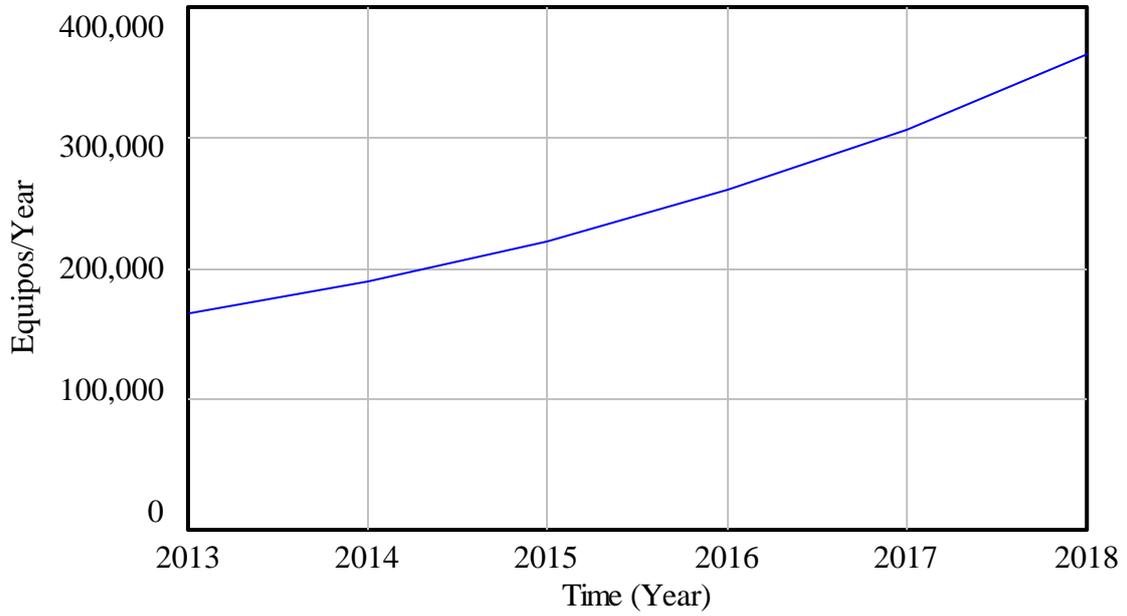
Equipos botados : Current 

5 Primer escenario: el tiempo en almacén del reparador se acorta

Si el tiempo en almacén de los equipos se acorta a 5 años, ya sea por incentivo económico o por la dinámica de la tecnología, se tiene:

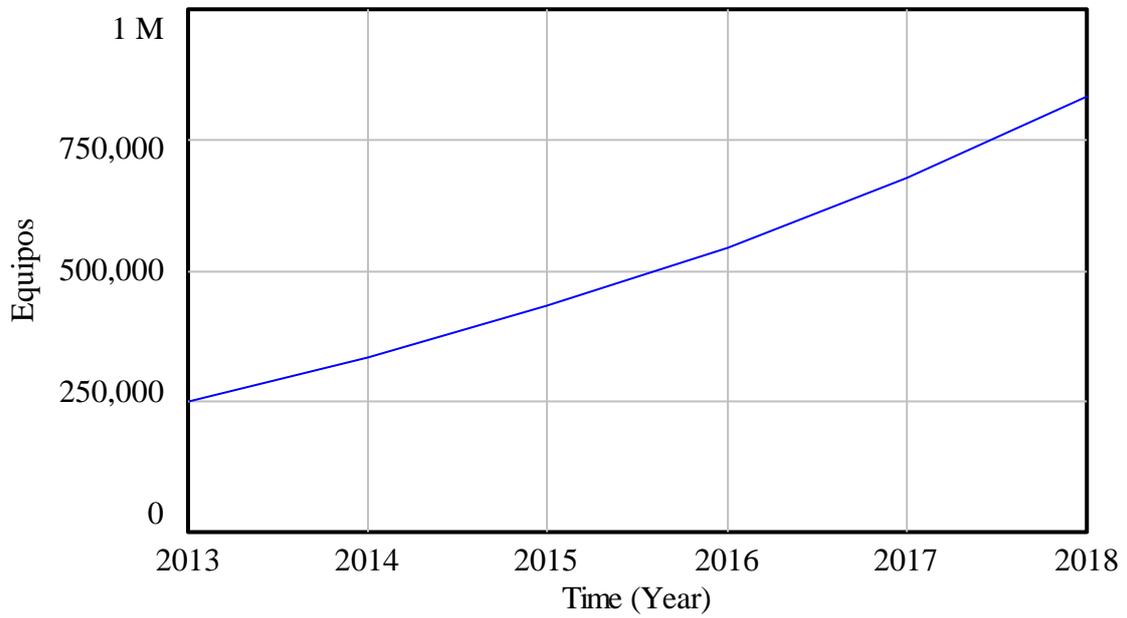


Equipos con desperfectos/obsoletos



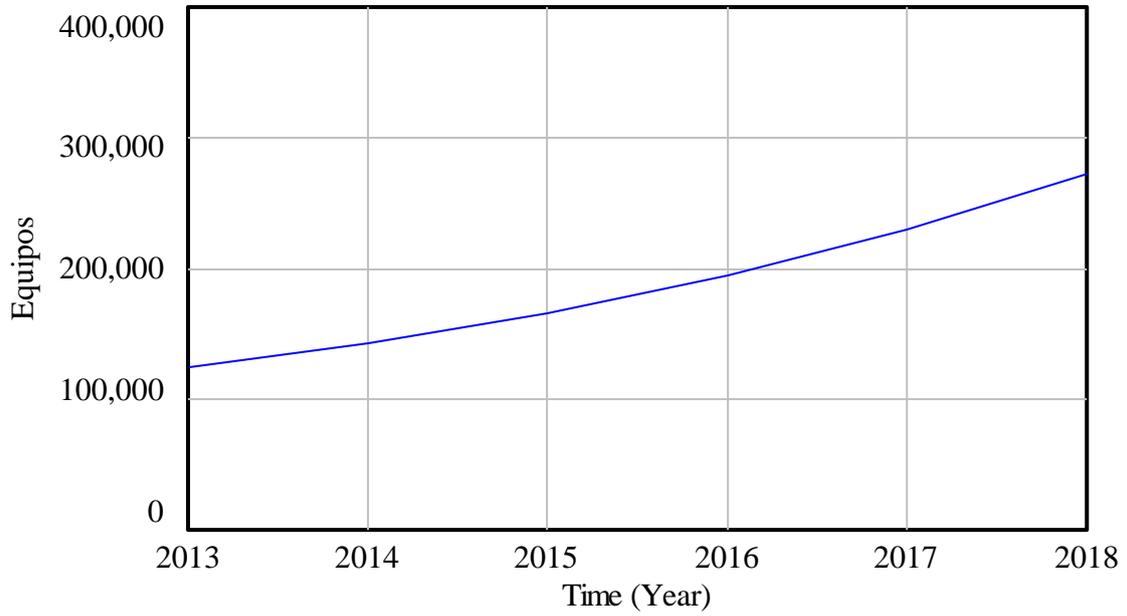
"Equipos con desperfectos/obsoletos" : Current —————

Equipos no reparados



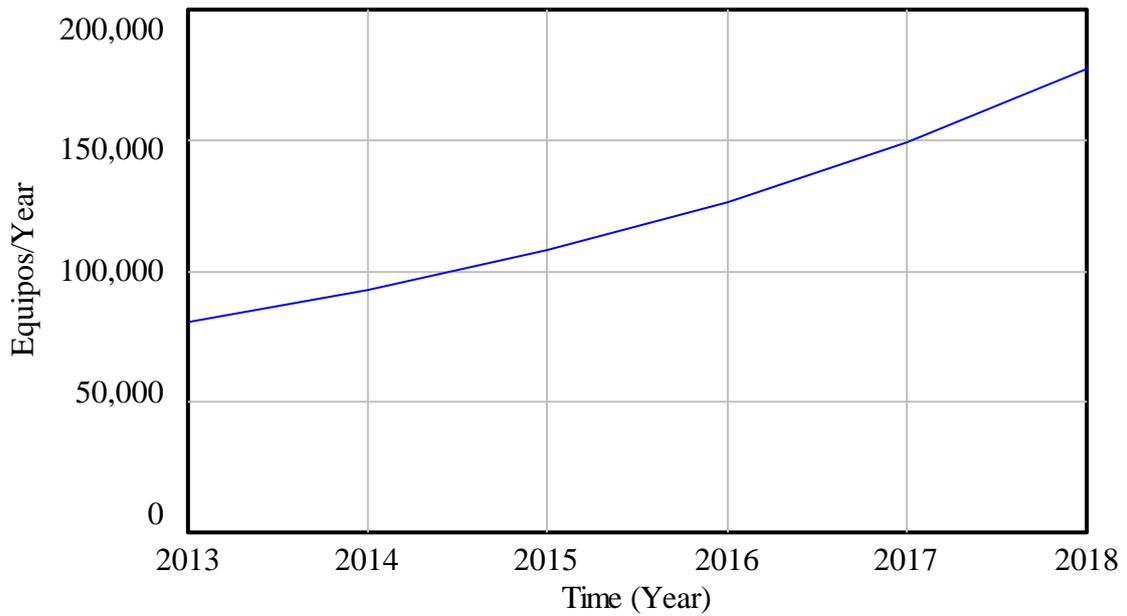
Equipos no reparados : Current —————

Equipos en reparación



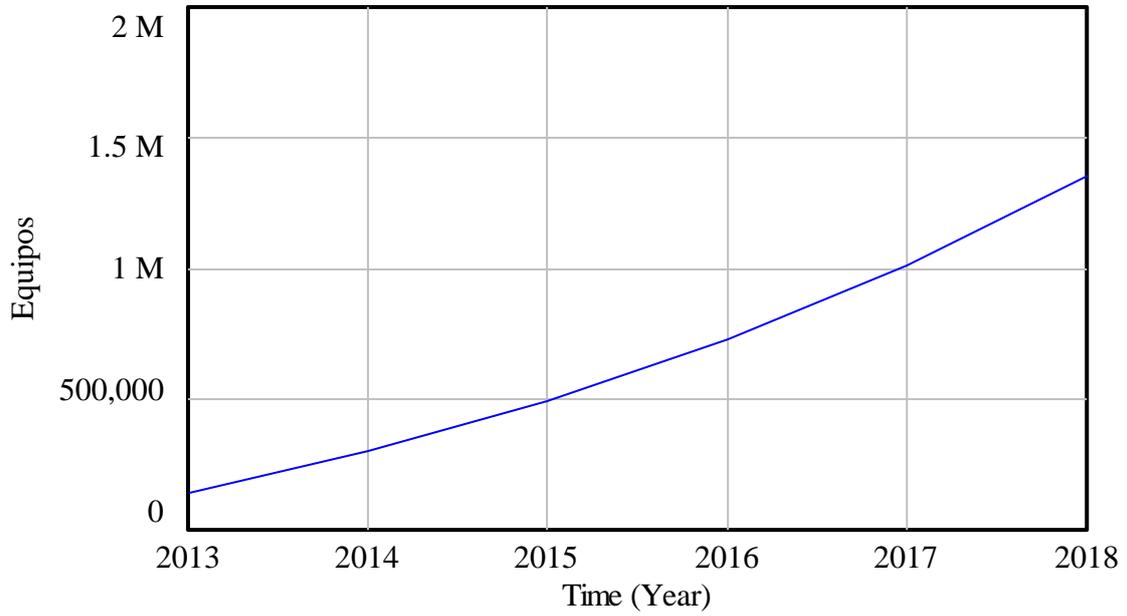
Equipos en reparación : Current 

Equipos reparados



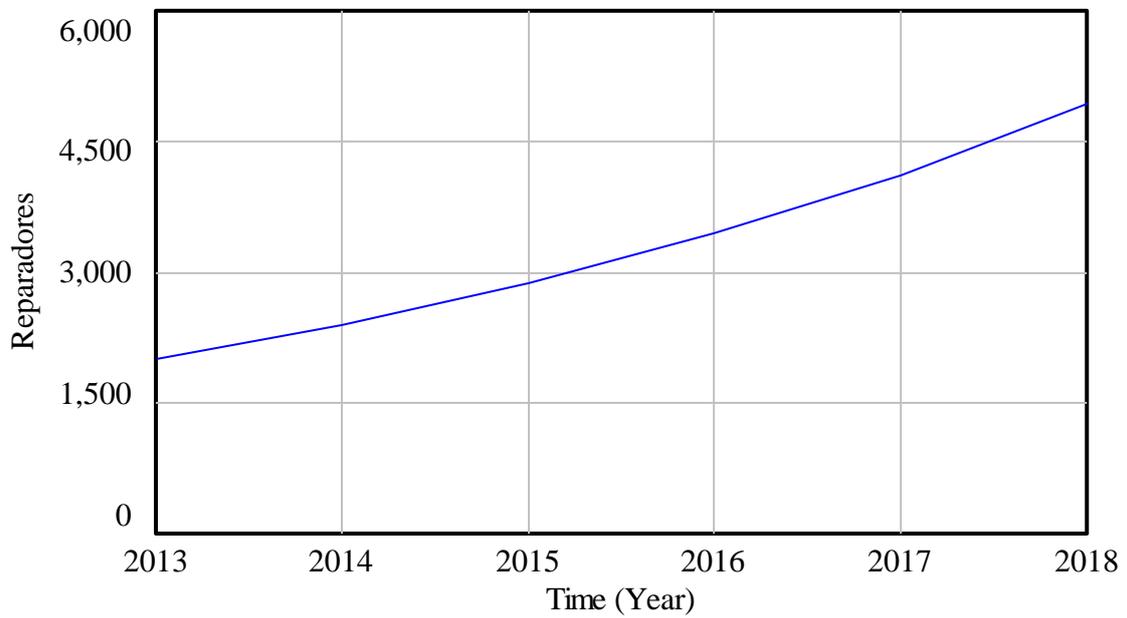
Equipos reparados : Current 

Equipos en almacén del reparador



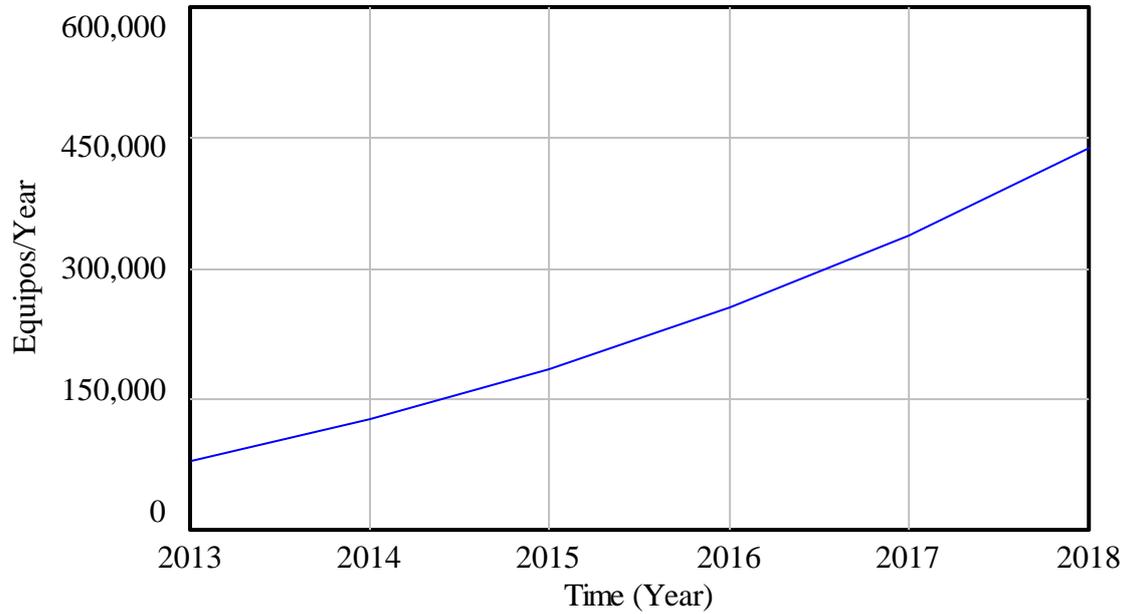
Equipos en almacén del reparador : Current 

Reparadores



Reparadores : Current 

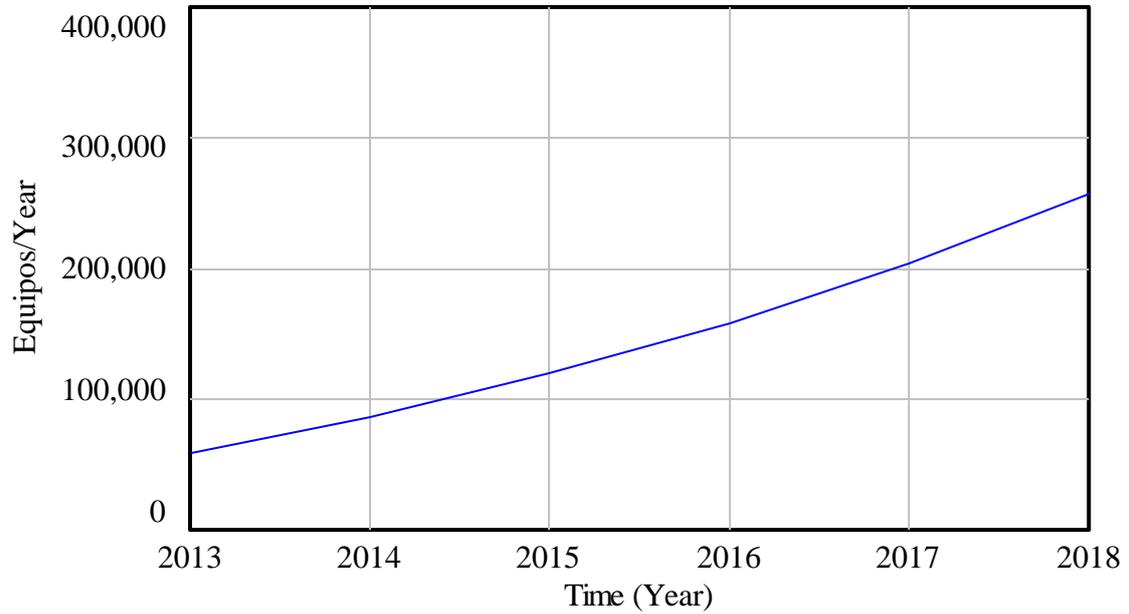
Equipos botados



Equipos botados : Current 

Si el tiempo en almacén de los equipos se acorta a 5 años se analizarán sólo los equipos botados que es lo que nos interesa:

Equipos botados

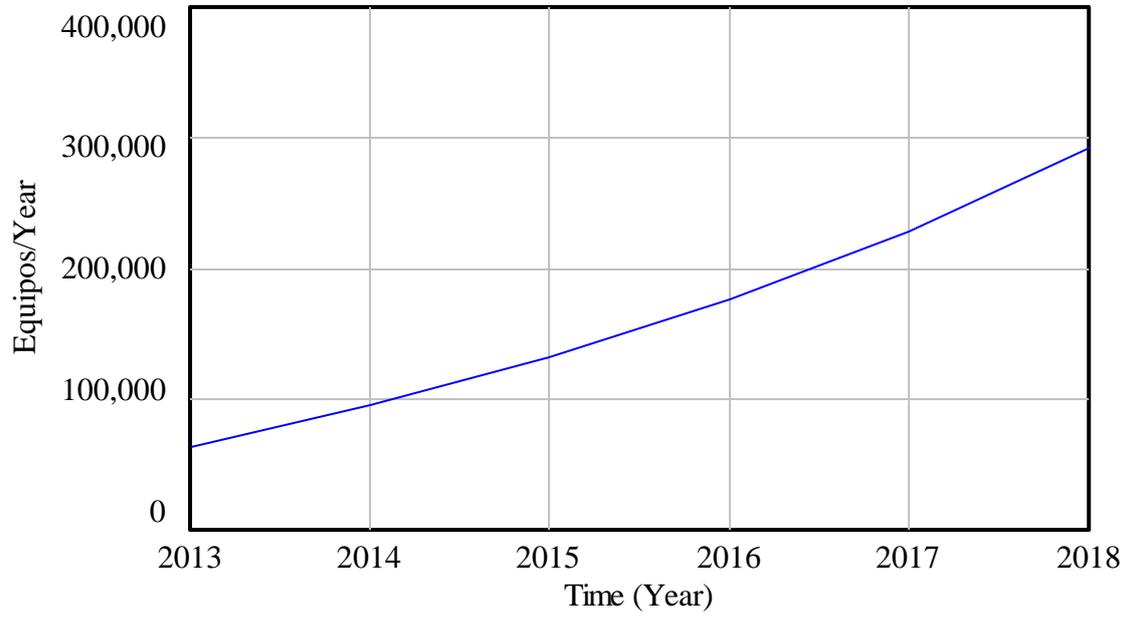


Equipos botados : Current 

La diferencia con tiempo si fuera 5 años aproximadamente es 75.000 equipos/año, en el año 2018.

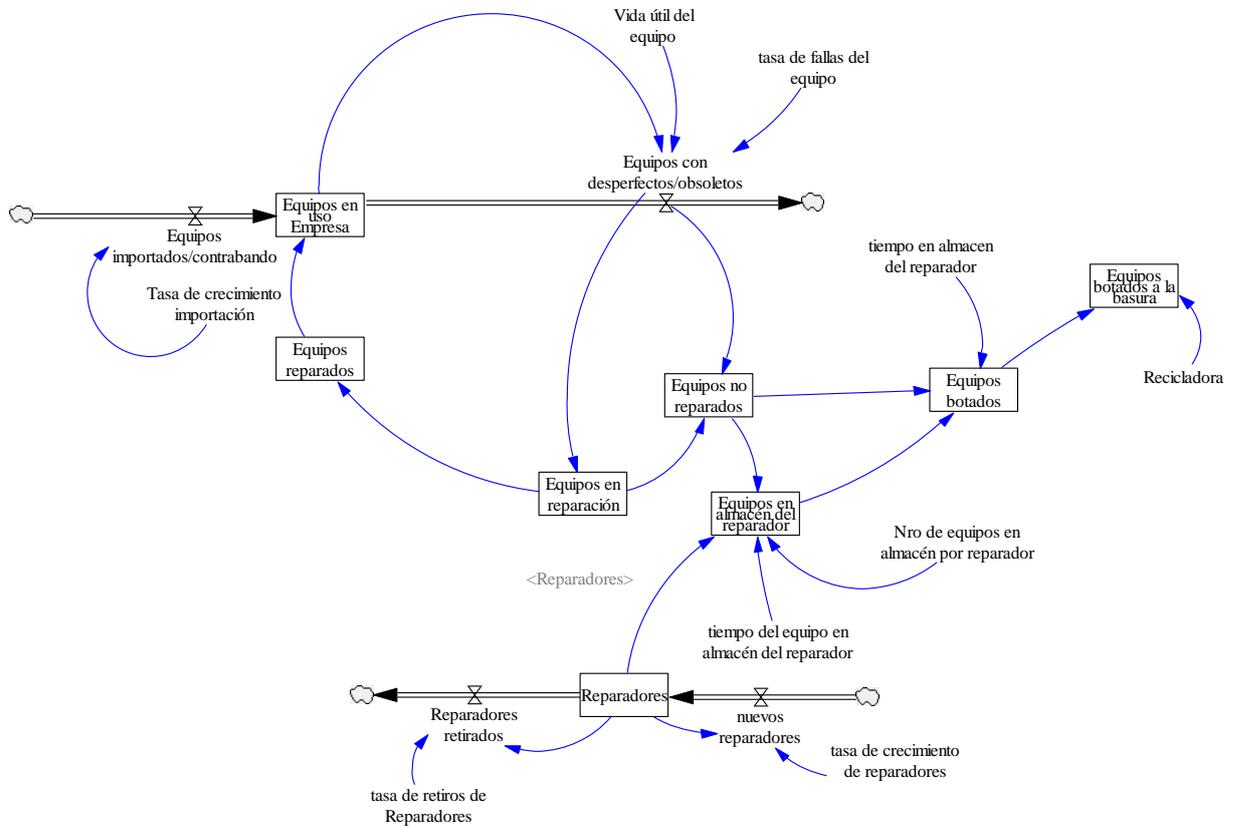
Ahora, se analizarán si la vida útil en las empresas aumenta a 8 años, lo que se podría realizar con una política de incentivo por parte del gobierno.

Equipos botados



Equipos botados : Current 

6 Segundo escenario: Con recicladora que comience a funcionar el año 2014

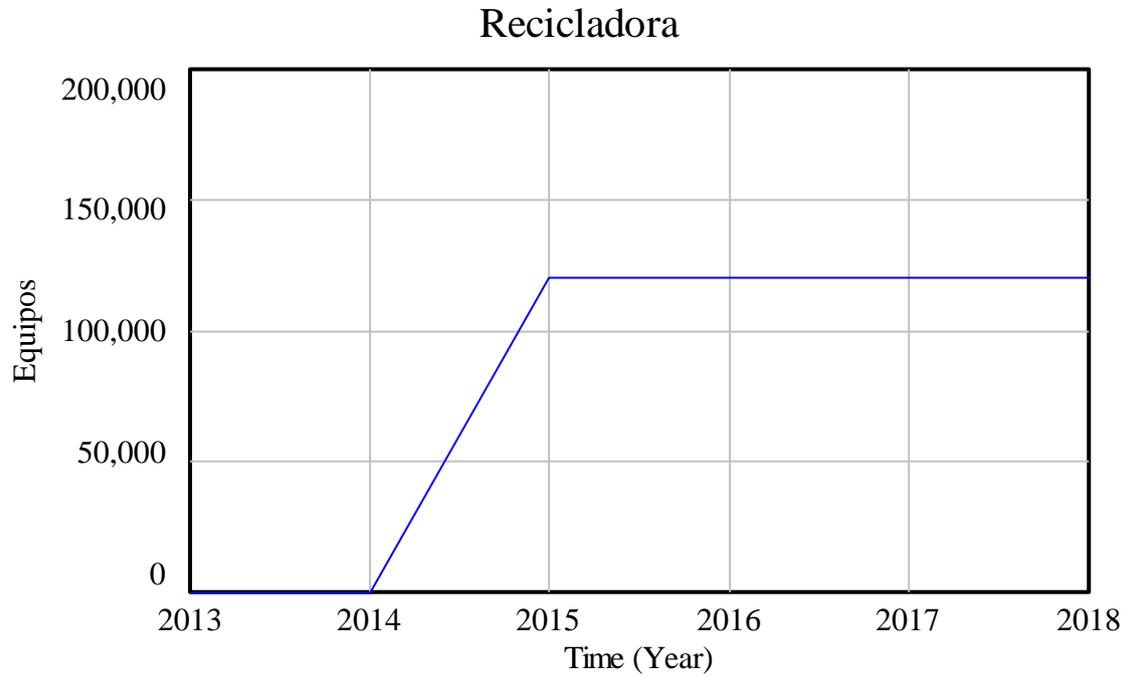


Ecuaciones nuevas:

Equipos botados a la basura = Equipos botados-Recicladora (unit: Equipos/Year)

Recicladora = step(120000,2015) (Equipos/Year)

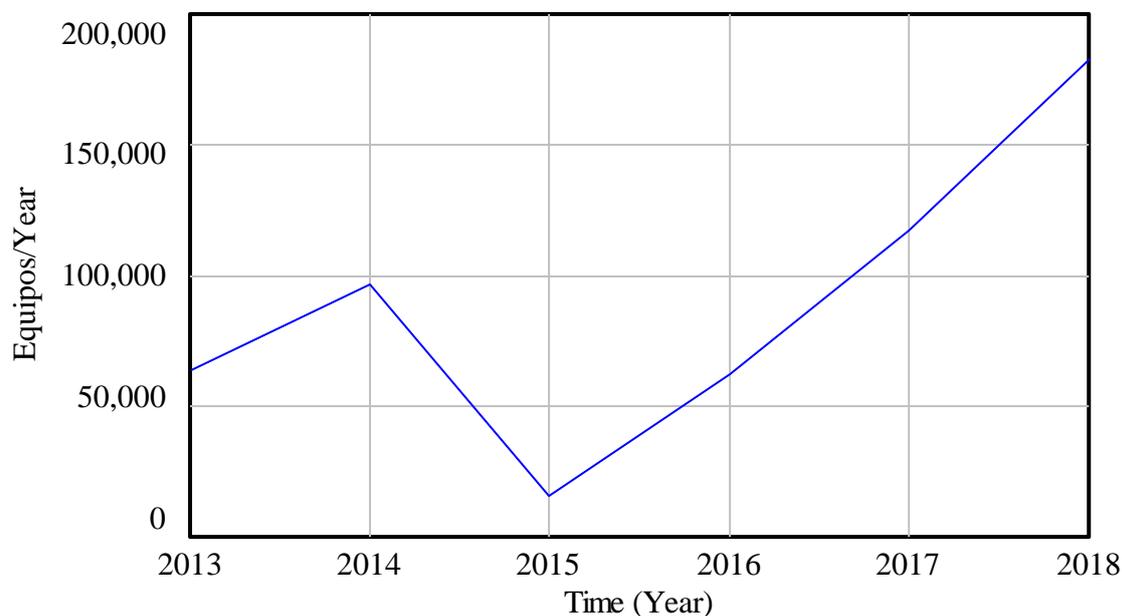
Resultados con recicladora:



Recicladora : Current 

La recicladora comienza el 2014, y el año 2015 tendrá una capacidad de 120.000 equipos anuales.

Equipos botados a la basura



Equipos botados a la basura : Current

El año 2015 serán 15829 equipos que serán botados a la basura, para evitar esto se puede ir aumentando la capacidad de la recicladora hasta 150.000 equipos al año y el año 2018 crear otra recicladora con la misma capacidad en otra ciudad. La primer ciudad puede ser Santa Cruz de la Sierra y la segunda La Paz.

7 Futuros desarrollos del modelo.

El presente trabajo sirve para el análisis de la basura electrónica que generan las computadoras, laptops e impresoras que se usan en las empresas. Entre las posibles mejoras del modelo se pueden citar lo siguiente:

- Ampliar con la basura electrónica que generan las viviendas, es decir, las familias y realizar un sistema completo de toda la basura electrónica de estos equipos.
- Ampliar con la basura electrónica total de todos los equipos que se usan en Bolivia y realizar su posterior análisis.
- Realizar un estudio de factibilidad para la empresa recicladora para que comience el 2014 y que tenga una capacidad de 120.000 equipos año el año 2015, y ampliar con otras recicladoras para el año 2018 en otras ciudades.

- Realizar un análisis más allá del 2018 para aportar con más soluciones, se toma en cuenta este año, ya que según los ciclos económicos se volvería a tener una baja en la importación de este tipo de equipos.

8 Conclusiones

Se llega a la conclusión que la simulación mediante la dinámica de sistemas, es una herramienta efectiva para realizar las proyecciones a futuro en distintos escenarios, en especial en las empresas relacionadas con el medioambiente.

Las limitaciones de esta herramienta se basan en especial que uno debe conocer detalles cualitativos y cuantitativos, que se logran con la observación, y entrevistas a expertos en el tema, como también encuestas. También es importante la información secundaria, el cual es un punto de partida.

Se ha demostrado que mientras se mejora el nivel de vida, por ejemplo, utilización de computadoras, el medioambiente puede dañarse en forma irreversible por eso se deben tener en cuenta las variables que más afectan a este sistema, tales como la vida útil de las computadoras en las empresas como también el tiempo en almacén del reparador, que afectan la cantidad de basura electrónica que se genera.

Con la creación de una recicladora que en el año 2014 comience, y para el 2015 tenga una capacidad de procesar 120.000 equipos en un año, se mitiga el botado de basura electrónica al ambiente. Se debe partir de políticas de incentivo a reciclar esta basura electrónica.

El uso de computadoras en nuestro medio queda demostrado que seguirá aumentando en forma rápida lo que en mediano plazo puede resultar algo insostenible.

9 Bibliografía

- García, Juan Martín. Teoría y ejercicios prácticos de Dinámica de Sistemas. Edición digital , tercera; Barcelona, España, 2012)
- http://www.dinamica-de-sistemas.com/vensim/vensim_16.pdf
- http://www.dinamica-de-sistemas.com/vensim/vensim_6.pdf
- <http://dossierbolivia.blogspot.com/2009/09/bolivia-es-el-pais-con-menor-numero-de.html>
- <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/bo/11/ysl.html>
- www.ine.gob.bo
- www.fundempresa.org.bo/
- www.santacruz.gob.bo/

10 Anexos: Fotos



Fotos de equipos en uso



Fotos de equipos en desuso, equipos antiguos y monitores nuevos



<http://dinamica-de-sistemas.com/>

Distribuidor Oficial Vensim:

<http://atc-innova.com/>

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



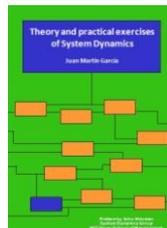
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)