



Ministerio de Salud Pública  
y Asistencia social

## PROYECTO DE MANTENIMIENTO HOSPITALARIO



Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit

### **ESTUDIO PARA DETERMINAR LA PROLONGACION DE LA VIDA UTIL DE EQUIPOS HOSPITALARIOS COMO EFECTO DEL MANTENIMIENTO**

ABRIL DE 1999

## 1. INTRODUCCION

Muchas veces los funcionarios y directivos de un sistema de salud se presentan escépticos de invertir en el mantenimiento del equipamiento e infraestructura de los establecimientos de salud debido a que no es claro para ellos el beneficio económico al hacerlo. Es por ello que el Departamento de Mantenimiento General en el marco del Proyecto de Mantenimiento Hospitalario está realizando un *estudio para determinar el ahorro inducido por el alargamiento de la vida útil de los equipos como resultado del desarrollo del mantenimiento*.

El método empleado para determinar el ahorro se basa en definir *la vida útil* de un equipo considerando ambos casos: *que reciba mantenimiento preventivo y que no*. El determinar la vida útil de equipos no es una tarea trivial, ya que en la mayoría de los casos ni los mismos fabricantes detallan explícitamente la vida proyectada para el equipo, ni por otro lado se llevan los registros adecuados, en la mayoría de establecimientos de salud, para determinar el tiempo de vida que un equipo tuvo.

En vista de esta realidad, una buena fuente para estimar este dato es la experiencia de los ingenieros y técnicos de mantenimiento en los hospitales, quienes de alguna manera conocen la trayectoria de la vida de los equipos. Por lo que consideramos que en el marco de un *Estudio* en el que participen ingenieros y técnicos con amplia experiencia en el mantenimiento de equipos hospitalarios es posible acercarse al valor real de las vidas útiles de los equipos.

## **2. OBJETIVO DEL ESTUDIO**

Definir el tiempo de la vida útil de un grupo de equipos hospitalarios para condiciones con y sin mantenimiento preventivo.

## **3. METODOLOGIA DEL ESTUDIO**

### **3.1. METODO DELPHI**

La metodología aplicada en el estudio se basó en el método Delphi que es utilizado en investigaciones donde no se cuenta con datos o registros reales del tema de interés. A través de esta técnica se trata de lograr una cuantificación de parámetros en situaciones donde no hay disponibilidad de datos confiables. Por medio de este método se trata de alcanzar, entre un grupo de expertos, un consenso de la magnitud del parámetro bajo consideración, por lo que se pueden obtener datos que no son mera especulación y son mejores que los datos reales disponibles en el momento.

El primer paso consiste en pedir a los expertos, en este caso a los ingenieros y técnicos, que proporcionen en forma independiente, su estimación sobre la vida útil del equipo. Estas estimaciones, o la medida de la mismas, son reportadas a los miembros del grupo. Durante el segundo paso o ronda se solicita a los participantes dar una nueva estimación, incluyendo ahora en el juicio también la distribución y parámetros estadísticos (media, moda, mediana, etc.) obtenidos a partir de las estimaciones determinada por el grupo en la primera ronda. El nuevo conjunto de datos así obtenidos, es nuevamente reportado al grupo. El proceso continúa repitiéndose hasta tanto se alcanzan resultados estables. Pocas veces se requieren más de tres o cuatro rondas. Cuanto mayor es el grupo de expertos, tanto menor es el promedio de error del grupo.

La primera etapa del estudio se realizó en el marco de un taller con la participación de 20 expertos, y con los fines de guardar el anonimato requerido por la metodología empleada, se utilizaron tarjetas donde los expertos escribían sus estimaciones sin especificar la autoría. Con estas tarjetas se construían histogramas que permitían la inmediata visualización de las opiniones vertidas y el peso de las mismas. Paralelamente, con un programa de computación, se calculaban los valores medios obtenidos. Las discusiones entre las distintas rondas tenían como finalidad aclarar posibles dudas entre los técnicos. En esta primera etapa se pretendía estimar la vida útil a una muestra compuesta por ocho equipos médicos e industriales (ver Anexo 1.1).

En la segunda etapa se utilizó el procedimiento postal del Delphi con la finalidad de evitar los problemas logísticos que podía causar el reunir de nuevo a los ingenieros y técnicos. En esta etapa se eligió una muestra de 24 equipos (ver Anexo 2.1), los que sumados a los 8 inicialmente considerados da un total de 32 equipos. Para cada uno de ellos se realizó un procedimiento similar al expuesto antes, solo que de manera postal, llegándose a realizar tres rondas de consultas.

Con los resultados que se alcanzaron en las dos etapas se generalizó la vida útil de los equipos hospitalarios basándose en una clasificación de acuerdo al tipo de sistema que predomina en el funcionamiento del equipo.

### **3.2 Selección de los Expertos**

La selección de los participantes al Taller se basó en los criterios siguientes:

#### **a) *Experiencia y antigüedad en el mantenimiento hospitalario***

Todos los técnicos e ingenieros debían tener al menos cinco años de laborar en mantenimiento. Muchos de los participantes sobrepasaban los 15 años de trabajar con el Ministerio de Salud.

b) *Familiaridad con el mantenimiento tanto de equipos básicos como médicos*

La mayoría de los participantes deberían tener la experiencia suficiente como para poder opinar sobre la vida útil de la mayoría de equipos industriales y médicos.

Quienes no se sintieran con el conocimiento y la experiencia para opinar sobre un determinado equipo se les invitó a abstenerse de hacerlo.

### 3.3 Equipos seleccionados para el estudio.

La muestra tomada para el estudio está compuesta **por treinta y dos equipos médicos e industriales** (ver anexo 1.1 y 2.1). La selección de esta muestra se basó en los criterios siguientes:

- a) que los equipos fueran representativos de la mayoría de los que se encuentran normalmente en un hospital, y
- b) que los equipos tuvieran desarrollado su procedimiento de mantenimiento preventivo en el *Manual de MPP* (tercera edición) elaborado por el Proyecto de Mantenimiento Hospitalario.

## 4. DEFINICION DE VIDA UTIL

*VIDA UTIL: es el tiempo proyectado en el cual un equipo opera con todas las funciones para las que fue diseñado sin presentar riesgo para el operador y el paciente, hasta que sea necesario someterlo a un reacondicionamiento mayor (overhaul), haya llegado a ser obsoleto, o haya sufrido un deterioro total por envejecimiento.*

#### 4.1 Comentarios de la Definición:

a) Durante toda la vida útil, un equipo debe ser:

- **seguro** para ser utilizado en un ambiente hospitalario, y
- **confiable** (tener habilitadas todas sus funciones)

b) La vida útil del equipo termina con un “REACONDICIONAMIENTO MAYOR” (*overhaul*) o al ser “OBSOLETO”.

- **¿ Qué es un reacondicionamiento mayor u overhaul?**

Es el reemplazo o reconstrucción de partes principales del equipo para restablecer las funciones para las cuales fue diseñado.

- **¿ Cuándo un equipo es obsoleto?**

Un equipo puede alcanzar la obsolescencia por varias razones, de entre las cuales se mencionan:

- ♦ La no disponibilidad de repuestos (p. Ej.: ya no existe más el fabricante o la línea del producto ha sido discontinuada).
- ♦ Altos costos de operación, mantenimiento y reparación en comparación a otros equipos similares en el mercado.
- ♦ No brinda las condiciones de confiabilidad, seguridad y funcionalidad de acuerdo a la situación actual, haciendo imposible o no recomendable su reparación.

## 5. RESULTADOS Y SU DISCUSION

Todas las estimaciones de la vida útil de los equipos obtenidos en la primera y segunda etapa del estudio son presentadas en el Anexo 1 y 2, respectivamente. La distribución de las estimaciones de la vida útil para las opciones con mantenimiento y sin mantenimiento de las últimas rondas para cada equipo se muestra en *forma de histograma*. Además, para ayudar al análisis, se incluyen los parámetros estadísticos más representativos de la distribución como son *la media aritmética, la mediana, la moda, y la desviación estándar (ver anexo 1.2 y 2.2)*. Los consolidados de los parámetros estadísticos obtenidos en la última ronda de las dos etapas son mostrados en los anexos 1.1 y 1.2.

Al observar los parámetros estadísticos para cada equipo se aprecia que los valores de la media, mediana y moda son cercanos entre si. En la mayoría de los casos la mediana es levemente inferior a la media, y coincide con el valor de la moda. Por lo que utilizar la mediana como valor representativo de la distribución es valido, ya que se estaría escogiendo, para la mayoría, la estimación más conservadora.

El análisis de la distribución de los valores de cada una de las determinaciones muestra que, para la mayoría de los casos, la distribución obtenida *no es normal*, por lo que los valores extremos alteran el valor calculado de la media, lo que es justificación adicional para considerar la mediana como un buen resumen de los datos obtenidos

El Cuadro No.1 presenta el consolidado de los valores de las medianas de las estimaciones de vida útil de los equipos obtenidas en las últimas rondas, para las opciones *con mantenimiento y sin mantenimiento*.

**Cuadro No. 1:** *Vida útil de equipos hospitalarios para las opciones con y sin mantenimiento.*

No	EQUIPO <sup>1</sup>	Vida útil sin mantto. (años)	Vida útil con mantto. (años)
1.	Aspirador Quirúrgico	1	10
2.	Baño de María	3	10
3.	Caldera	2	20
4.	Compresor dental	4	11
5.	<i>Desfibrilador</i>	3	10
6.	<i>Detector ultrasónico de latido fetal</i>	2	8
7.	<i>Electrocardiógrafo</i>	3	10
8.	<i>Electrocauterio</i>	2	10
9.	<i>Electroestimulador para fisioterapia</i>	2	10
10.	Equipo de aire acondicionado tipo ventana	2	10
11.	Esterilizador a vapor	3	12
12.	<i>Incubadora de transporte</i>	2	10
13.	<i>Incubadora para infantes</i>	4	10
14.	Lampara de fototerapia	1	10
15.	Lámpara quirúrgica	2	12
16.	Lavadora Extractora	2	15
17.	Máquina de Anestesia	2	10
18.	Mesa de operación	2.5	15
19.	Mesa Ginecológica	4	12
20.	Microcentrifuga	1	5
21.	Microscopio	2.5	10
22.	<i>Monitor de signos vitales</i>	2	10
23.	Nebulizador	1	8
24.	Planchador secador de rodillo	3	15
25.	Procesadora de Película	2	10
26.	<i>Rayos X Fijo</i>	5	12
27.	Refrigerador	5	12
28.	Refrigerador de banco de sangre	3	13.5
29.	Secadora rotativa	3	12
30.	Sierra para cortar yeso	2	8
31.	Unidad dental	2	10
32.	<i>Ventilador de volumen</i>	2	10

<sup>1</sup> Los equipos con predominio de sistemas electrónicos se muestra en letras itálicas.



Al agrupar los equipos según el sistema que predomina en su funcionamiento, como electrónicos ó electromecánicos, y comparar entre ellos la vida útil de los equipos para la opción con y sin mantenimiento (ver Cuadro No.2), nos damos cuenta que no existe una diferencia significativa entre estos dos grupos para la determinación de la vida útil cuando no reciben un mantenimiento adecuado, *la vida esperada se puede generalizar, para estas circunstancias, a 2 años*. En el caso de los equipos que reciben un mantenimiento adecuado, si existe una leve diferencia en la mediana de las vidas útiles estimada entre los equipos con sistemas electrónicos (10 años) y con sistema electromecánicos (12 años). Sin embargo la diferencia obtenida resulta menor de la que se había esperado siendo éste un aspecto a tener en cuenta en futuros análisis.

Cuadro No.2. Comparación de vida útil entre equipos con sistemas electrónicos y electromecánico

Parámetros de medición	Vida útil de equipos con sistemas predominantemente electrónico. (años)		Vida útil de equipos con sistemas predominantemente electromecánicos. (años)	
	Sin mantenimiento	Con mantenimiento	Sin mantenimiento	Con mantenimiento
Media	2.5	9.8	2.5	11.6
Mediana	2.0	10.0	2.3	11.5
Moda	2.0	10.0	2.0	10.0
Desviación estándar	1.1	1.0	1.0	3.1
Número de equipos incluidos en la muestra	10		22	

## 6.0 CONCLUSIONES

- a) Para el estudio de la estimación de la vida útil de cada equipos, en el marco de un estudio Delphi, es valido utilizar *la mediana como valor representativo* de la distribución.
- b) Los equipos hospitalarios que no reciben un adecuado mantenimiento tienen, en general, una vida útil de 2.0 años<sup>2</sup>.
- c) Los equipos hospitalarios, con sistemas electrónicos con predominio en su funcionamiento, que reciben un adecuado mantenimiento tienen una vida útil generalizada de 10 años.
- d) Los equipos hospitalarios, con sistemas electromecánicos con predominio en su funcionamiento, que reciben un adecuado mantenimiento tienen una vida útil generalizada de 12 años.

---

<sup>2</sup> Mediana de los casos estudiados.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### Resultados de Estimación de vida útil de Equipos utilizando Delphi en taller (etapa 1)

#### ANEXO 1.1 Resumen de resultados obtenidos para los equipos en la última ronda

No	EQUIPO	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO (años)				VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO (años)			
		Media	Desviación estándar	Moda	Mediana	Media	Desviación estándar	Moda	Mediana
1.	Rayos X fijo	5.36	1.96	5	<b>5</b>	13.36	2.54	12	<b>12</b>
2.	Incubadora para Infantes	4.15	1.46	4	<b>4</b>	9.09	1.31	10	<b>10</b>
3.	Caldera	2.78	1.11	2	<b>2</b>	17.39	3.52	20	<b>20</b>
4.	Maquina de Anestesia	2.56	0.92	2	<b>2</b>	10.37	0.81	10	<b>10</b>
5.	Microcentrífuga	1.47	0.70	1	<b>1</b>	5.47	1.17	5	<b>5</b>
6.	Lavadora Extractora	2.00	0.00	2	<b>2</b>	15.00	2.67	15	<b>15</b>
7.	Procesadora de película	1.86	0.92	1	<b>2</b>	9.33	0.99	10	<b>10</b>
8.	Aspirador Quirúrgico	1.11	0.46	1	<b>1</b>	8.33	2.97	10	<b>10</b>

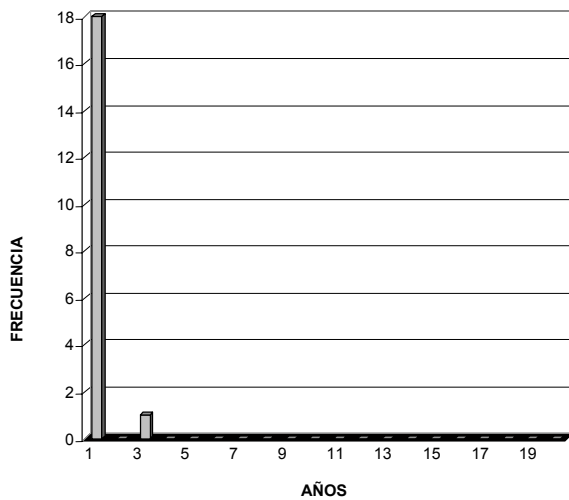
## ANEXO 1.2 Distribuciones y parámetros estadísticos de estimación de vida útil de Equipos

### 1.2.1 ASPIRADOR QUIRURGICO

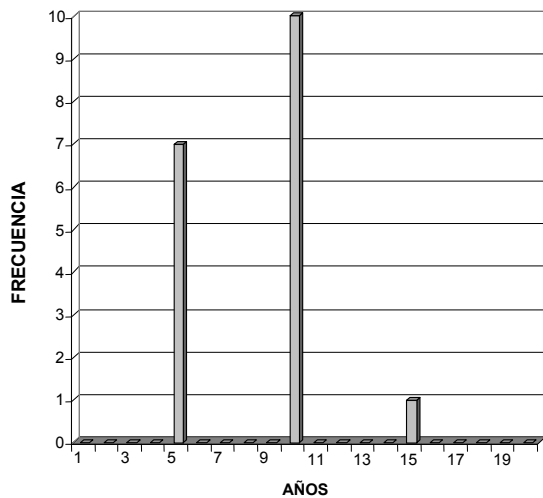
**Cuadro No. 1.2.1.** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Aspirador Quirúrgico.*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	1.11	----	----	6.71	8.33	----
DESVIACION	0.46	----	----	3.67	2.97	----
MODA	1.00	----	----	5.00	10.00	----
MEDIANA	1.00	----	----	5.00	10.00	----

**Figura No. 1.2.1.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 1)*



**Figura No. 1.2.1.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 2)*

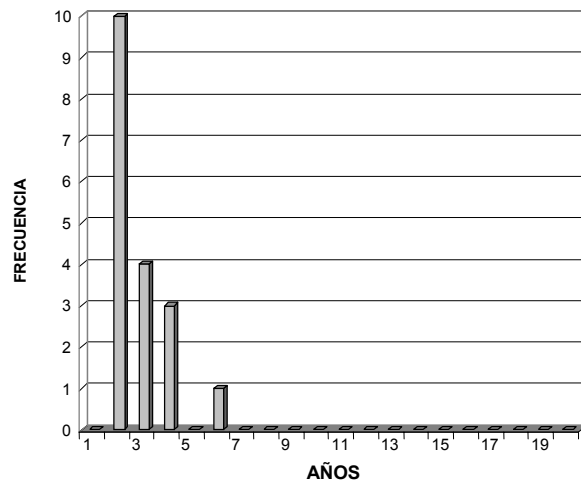


### 1.2.2 CALDERA

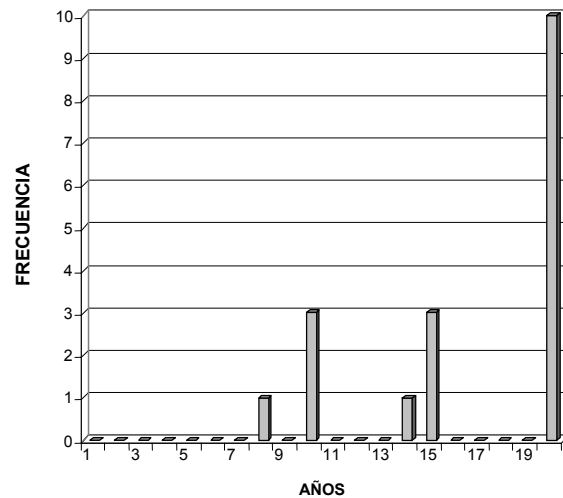
**Cuadro No. 1.2.2** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Caldera*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	4.3	2.8	2.8	14.7	15.5	16.5
DESVIACION	2.3	1.1	1.1	5.8	4.5	4.4
MODA	2	2	2	20	20	20
MEDIANA	4	2	2	15	15	20

**Figura No. 1.2.2.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 1.2.2.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*



1.2.3 INCUBADORA PARA INFANTES

Cuadro No. 1.2.3 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Incubadora para Infantes.

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	5	4.3	4.15	9	9.1	----
DESVIACION	2.5	1.7	1.5	2.2	1.3	----
MODA	5	3	4	10	10	----
MEDIANA	5	4	4	9	10	----

Figura No. 1.2.3.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 1)

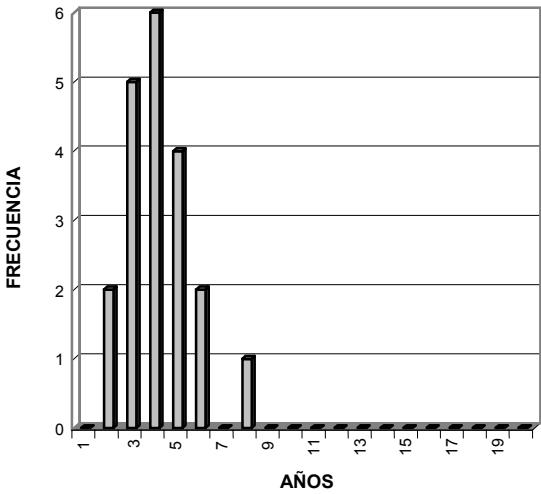
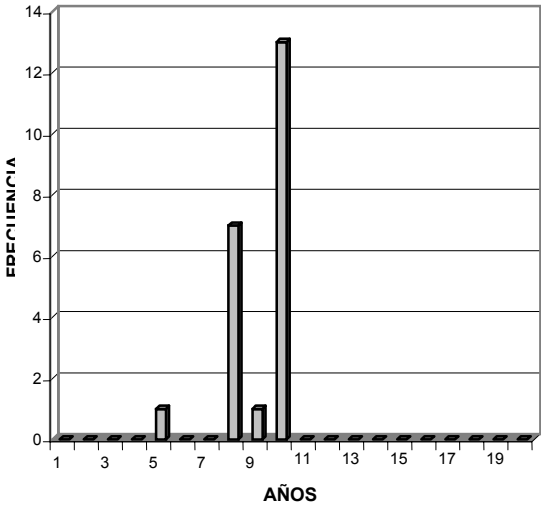


Figura No. 1.2.3.2 Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 2)



1.2.4 LAVADORA EXTRACTORA

Cuadro No. 1.2.4 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Lavadora Extractora

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	2.6	2	----	10.2	12.8	15
DESVIACION	1.4	0	----	5.0	3.1	2.7
MODA	2	2	----	10	10	15
MEDIANA	2	2	----	10	12	15

Figura No. 1.2.4.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 2)

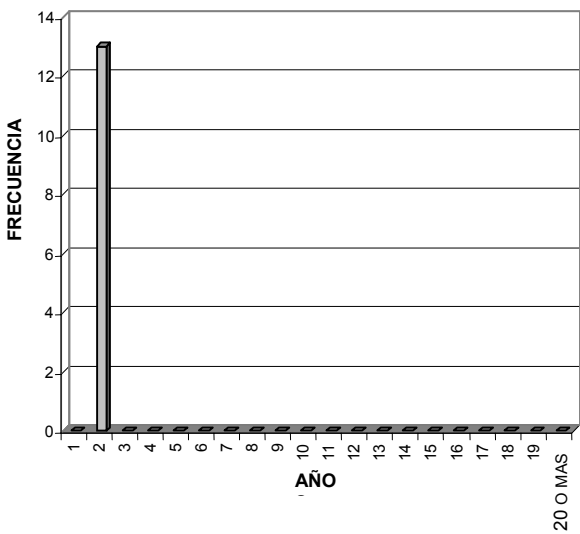
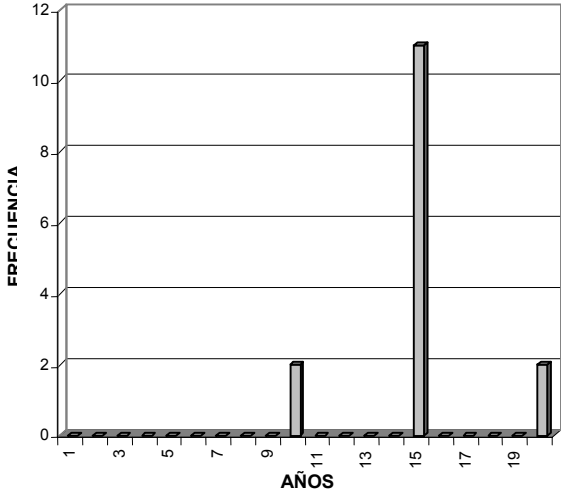


Figura No. 1.2.4.2 Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)

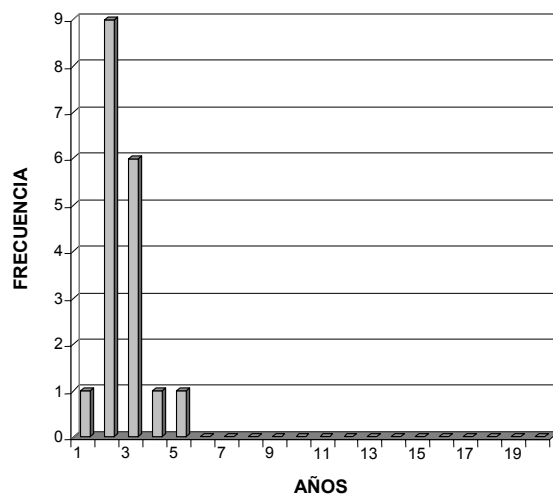


## 1.2.5 MAQUINA DE ANESTESIA

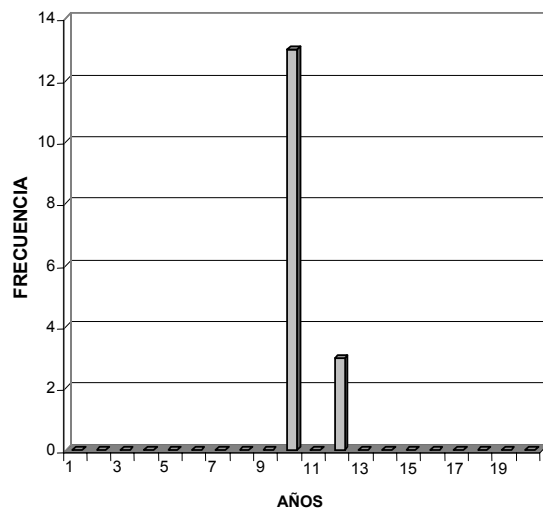
**Cuadro No. 1.2.5** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Incubadora para Infantes.*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.3	2.6	----	9.1	10.9	10.4
DESVIACION	2.2	0.9	----	3.4	2.5	0.8
MODA	2	2	----	10	10	10
MEDIANA	3	2	----	10	10	10

**Figura No. 1.2.5.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 2)*



**Figura No. 1.2.5.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 2)*

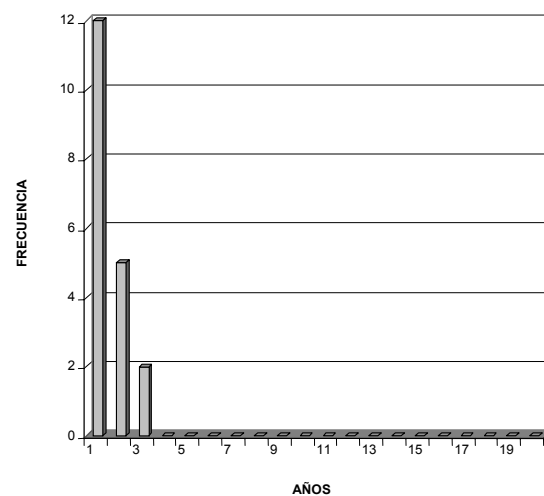


## 1.2.6 MICROCENTRIFUGA

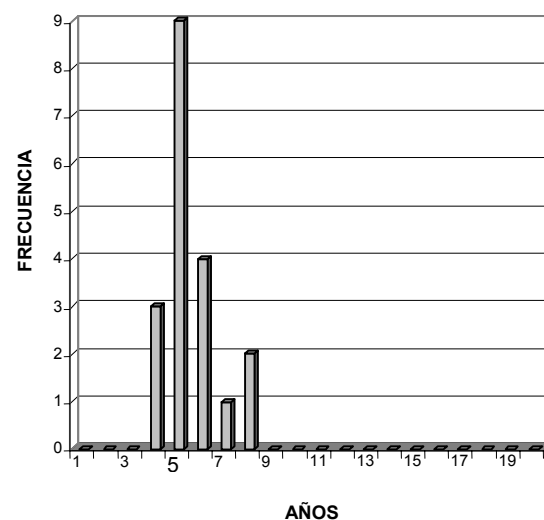
**Cuadro No. 1.2.6** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Microcentrifuga*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	2	1.5	----	5.3	5.4	5.5
DESVIACION	1.1	0.7	----	1.9	1.6	1.2
MODA	1	1	----	5	5	5
MEDIANA	2	1	----	5	5	5

**Figura No. 1.2.6.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 2)*



**Figura No. 1.2.6.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

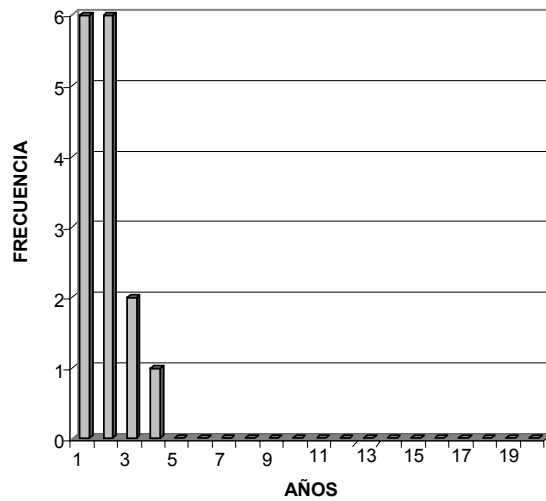


## 1.2.7 PROCESADORA DE PELICULA

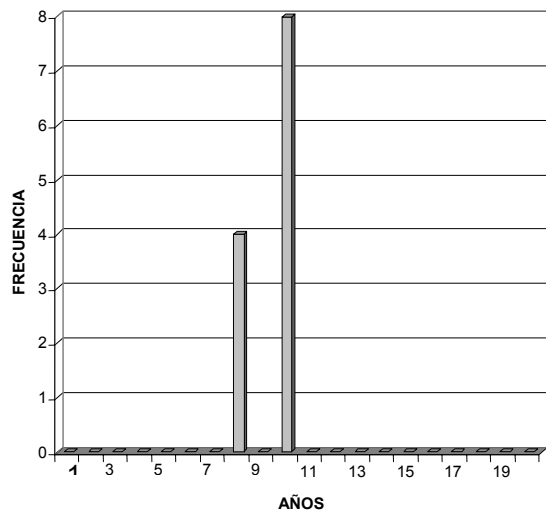
**Cuadro No. 1.2.7** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Procesadora de Película.*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	2.9	1.9	----	8.9	9.3	9.3
DESVIACION	1.5	0.9	----	2.8	1.6	1.0
MODA	2	1	----	10	10	10
MEDIANA	2	2	----	10	10	10

**Figura No. 1.2.7.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 2)*



**Figura No. 1.2.7.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

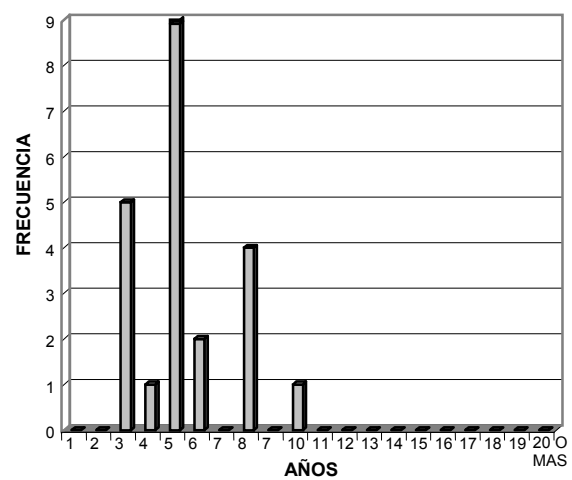


## 1.2.8 RAYOS X FIJO

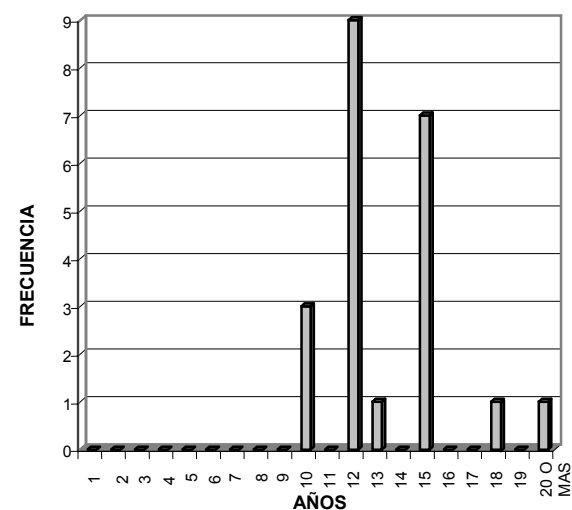
**Cuadro No. 1.2.8** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Rayos X fijo*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	7.1	6	5.4	13.3	13.3	13.4
DESVIACION	4.5	2.5	1.9	4.8	2.9	2.5
MODA	5	5	5	12	12	12
MEDIANA	5.5	5	5	12	12	12

**Figura No. 1.2.8.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 1.2.8.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*





## ANEXO 2

### Resultados de Estimación de vida útil de Equipos utilizando Delphi postal (etapa 2)

#### ANEXO 2.1 Resumen de resultados obtenidos para los equipos en la ultima ronda

No	EQUIPO	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO (años)				VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO (años)			
		Media	Desviación estándar	Moda	Mediana	Media	Desviación estándar	Moda	Mediana
1.	Baño de María	3.2	2.3	2	3	9.9	2.3	10	10
2.	Compresor dental	4.1	1.6	3	4	12.2	3	10	11
3.	Desfibrilador	3.2	1.2	3	3	11.5	3.4	10	10
4.	Detector ultrasónico de latido fetal	2.2	1.5	1	2	7.9	2.3	8	8
5.	Electrocardiógrafo	3.1	1.33	2	3	10.2	3.7	10	10
6.	Electrocauterio	2.7	1.3	2	2	10.6	3.7	10	10
7.	Electroestimulador para fisioterapia	2.6	1.4	2	2	8.9	2.3	10	10
8.	Equipo de aire acondicionado tipo ventana	2.7	1.5	2	2	10.9	3.5	10	10
9.	Refrigerador de banco de sangre	3.6	1.5	3	3	13.5	4	15	13.5
10.	Esterilizador a vapor	3.2	1.5	3	3	12.5	2.9	10	12
11.	Incubadora de transporte	2.5	1.2	2	2	10.4	2.4	10	10
12.	Lampara de fototerapia	1.9	1.4	1	1	9.9	3.2	10	10
13.	Lámpara quirúrgica	2.5	1.4	2	2	12.2	3.1	10	12
14.	Mesa de operación	3.2	1.7	2	2.5	13.8	3.2	15	15
15.	Mesa Ginecológica	4.1	2.2	2	4	12.1	3.5	15	12
16.	Microscopio	2.4	1.5	3	2.5	10.2	2.1	10	10
17.	Monitor de signos vitales	2	0.8	2	2	9.1	2.5	10	10
18.	Nebulizador	1.7	1	1	1	7.4	2.2	8	8
19.	Planchador secador de rodillo	3.3	1.2	3	3	14.9	4.9	15	15
20.	Refrigerador	5.2	2.1	5	5	11.9	4.1	10	12
21.	Secadora rotativa	3.6	1.7	3	3	13.2	5.3	12	12
22.	Sierra para cortar yeso	1.8	1.1	1	2	7.8	2.1	8	8
23.	Unidad dental	2.6	2.2	2	2	12.2	4.2	10	10
24.	Ventilador de volumen	1.9	0.8	2	2	9.5	2.8	10	10

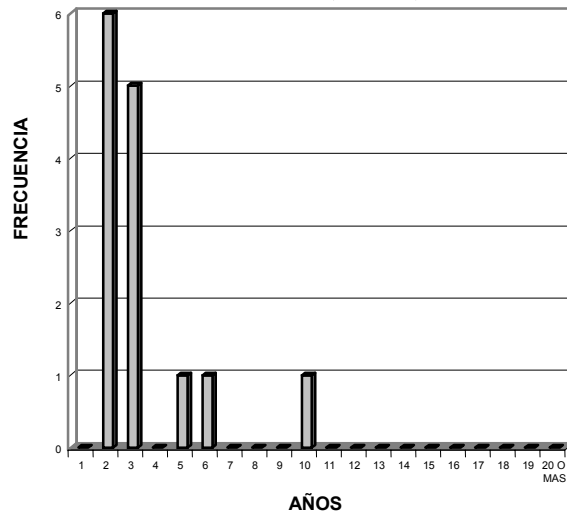
## ANEXO 2.2 Distribuciones y parámetros estadísticos de estimación de vida útil de Equipos

### 2.2.1 BAÑO DE MARIA

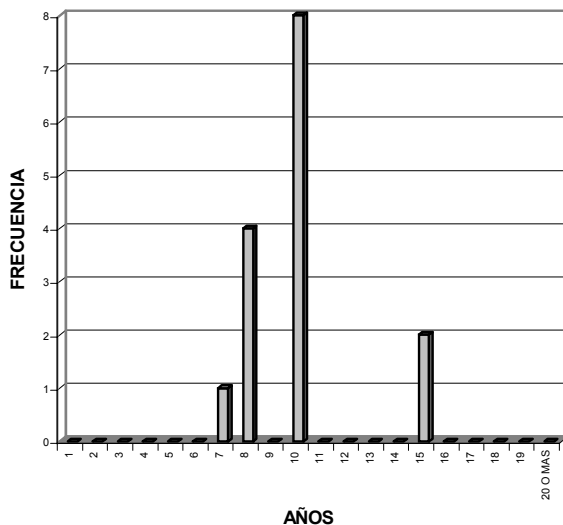
**Cuadro No. 2.2.1** Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Baño de María

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.7	3.4	3.2	9.9	10.3	9.9
DESVIACION	2.7	2.1	2.3	4.2	2.7	2.3
MODA	3	3	2	10	10	10
MEDIANA	3	3	3	10	10	10

**Figura No. 2.2.1.1** Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)



**Figura No. 2.2.1.2** Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)

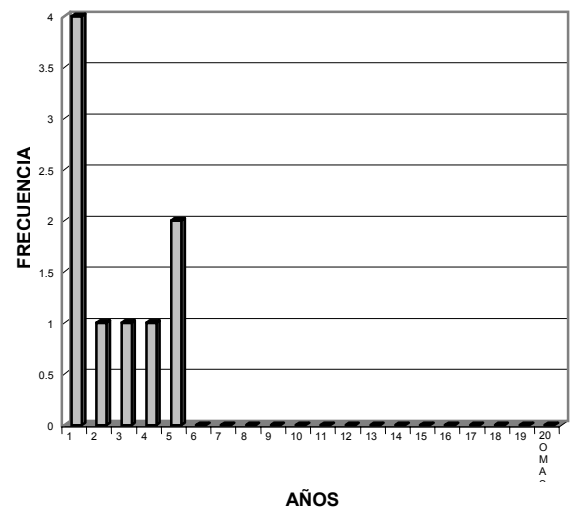


### 2.2.2 BOMBA DE INFUSION

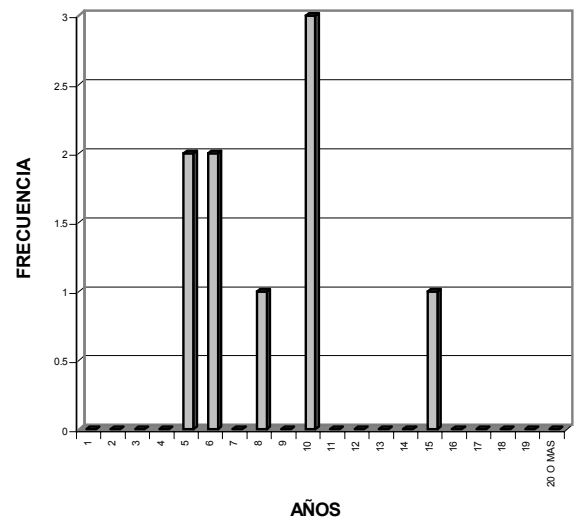
**Cuadro No. 2.2.2** Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Bomba de infusión

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	2.2	2.8	2.6	7.4	9.2	8.3
DESVIACION	1.4	1.5	1.7	2.7	2.8	3.3
MODA	2	1	1	5	10	10
MEDIANA	2	3	2	6	10	8

**Figura No. 2.2.2.1** Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)



**Figura No. 2.2.2.2** Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)

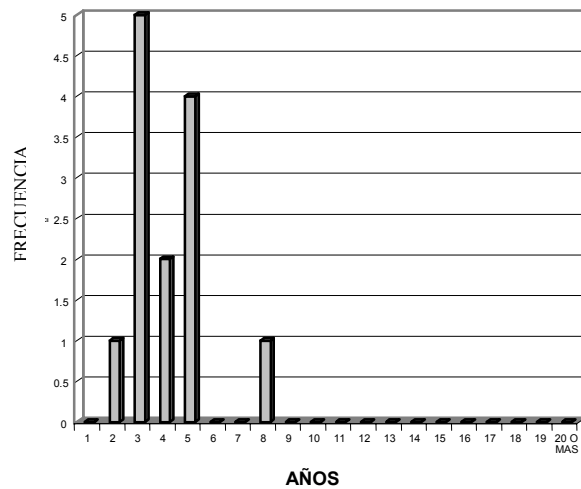


## 2.2.3 COMPRESOR DENTAL

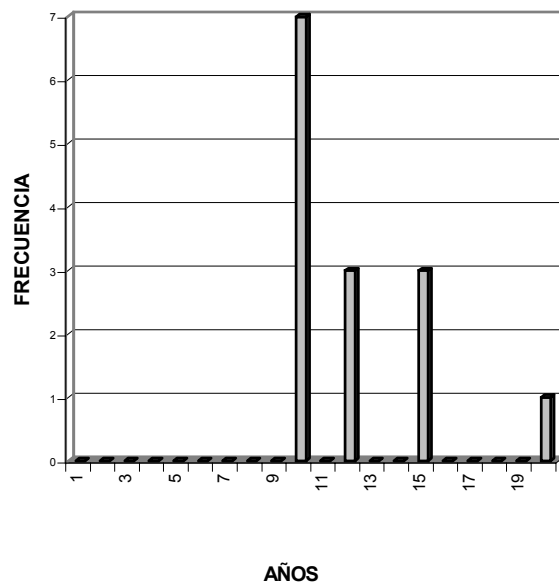
**Cuadro No. 2.2.3** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Compresor dental*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	4.7	4.1	4.1	13.2	12.8	12.2
DESVIACION	3.2	2.57	1.6	5.4	4.6	3.0
MODA	5	3	3	10	10	10
MEDIANA	5	3	4	12	10	11

**Figura No. 2.2.3.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.3.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

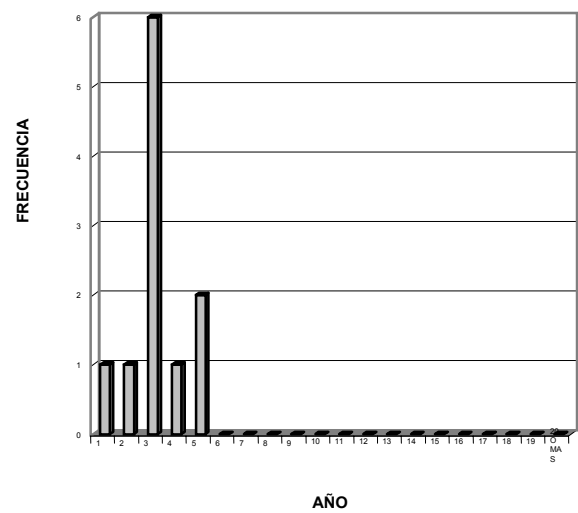


## 2.2.4 DESFIBRILADOR

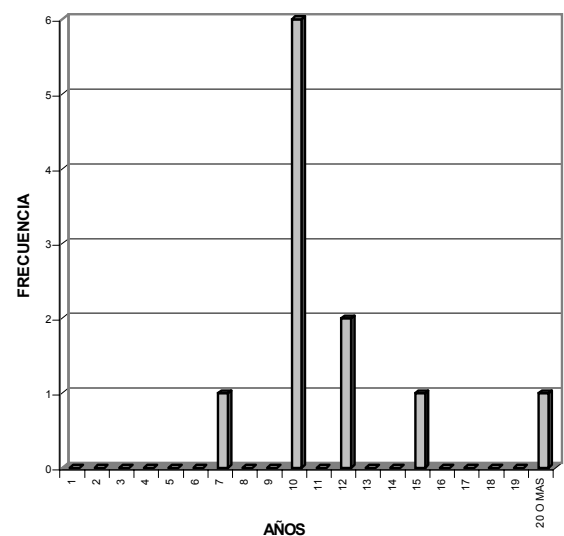
**Cuadro No. 2.2.4** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Desfibrilador*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.4	3	3.2	10.8	11	11.5
DESVIACION	1.5	1.7	1.2	3.8	3.5	3.4
MODA	3	3	3	10	10	10
MEDIANA	3	3	3	10	10	10

**Figura No. 2.2.4.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.4.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*



2.2.5 DETECTOR ULTRASONICO DE LATIDO FETAL

Cuadro No. 2.2.5 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Detector ultrasónico de latido fetal

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	2.4	2.1	2.2	7.5	7.1	7.9
DESVIACION	1.8	1.4	1.5	3.5	2.6	2.3
MODA	2	1	1	8	8	8
MEDIANA	2	1	2	8	8	8

Figura No. 2.2.5.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)

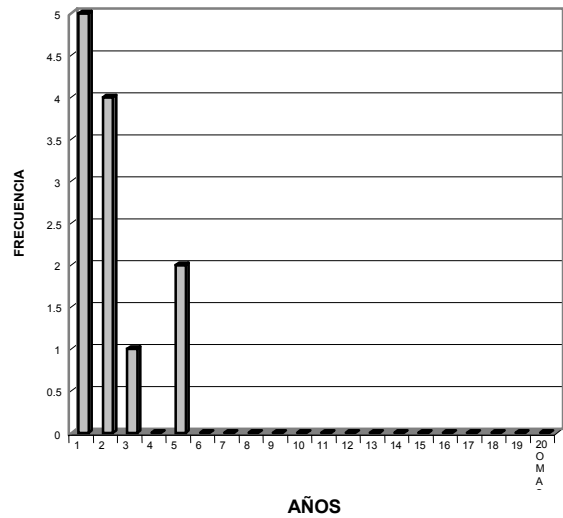
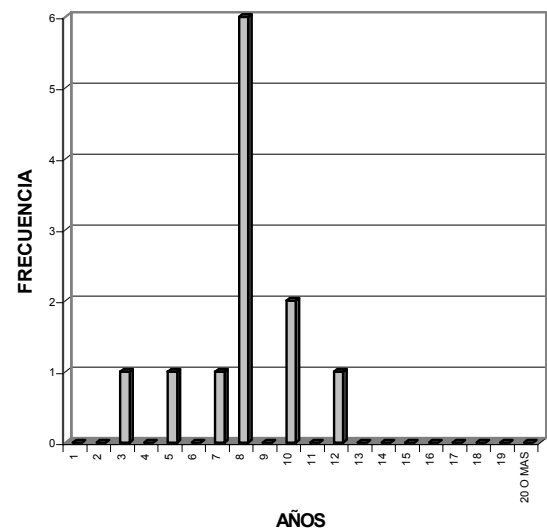


Figura No. 2.2.5.2 Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)



2.2.6 ELECTROCARDIOGRAFO

Cuadro No. 2.2.6 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Electrocardiógrafo

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.7	3.1	3.1	9.9	9.53	10.2
DESVIACION	2.2	1.51	1.33	3.8	3.7	3.7
MODA	2	2	2	10	10	10
MEDIANA	3	3	3	10	10	10

Figura No. 2.2.6.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)

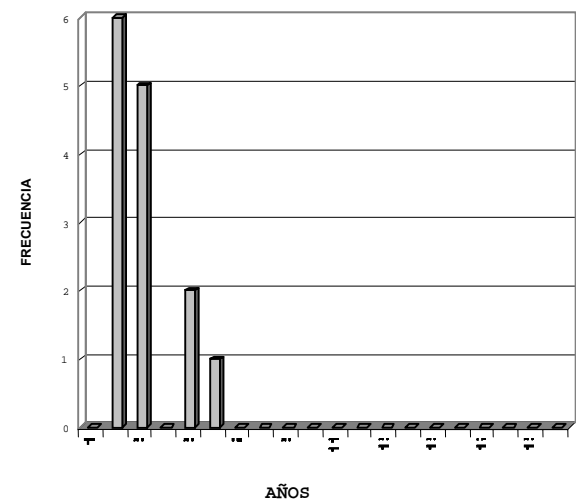
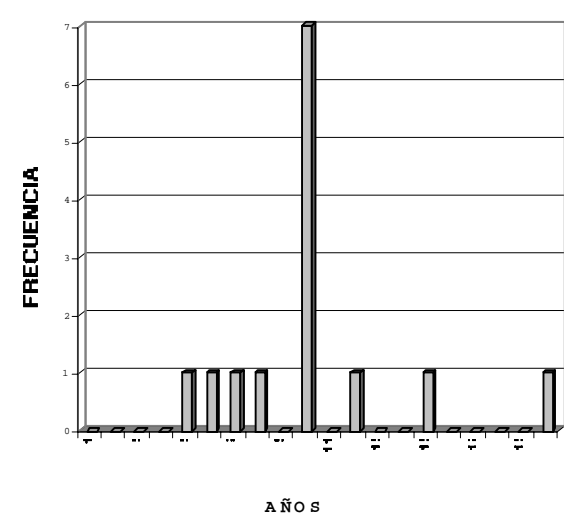


Figura No. 2.2.6.2 Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)

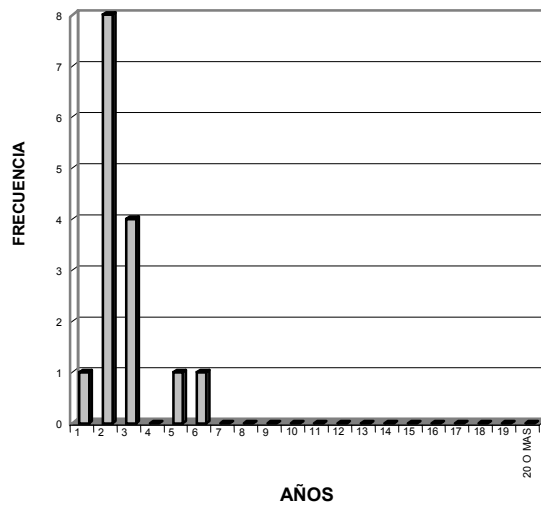


## 2.2.7 ELECTROCAUTERIO

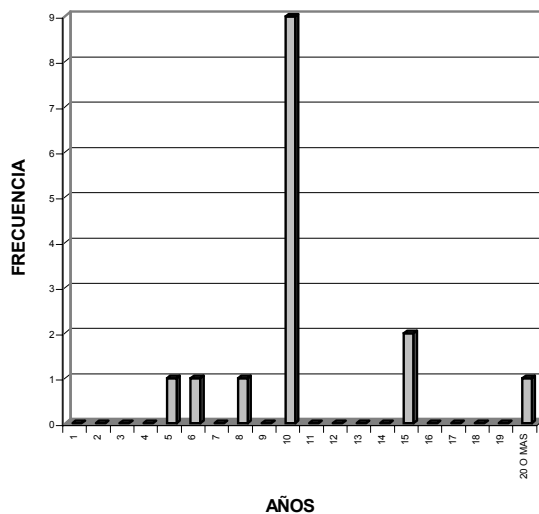
**Cuadro No. 2.2.7** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Electrocauterio*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.1	2.6	2.7	9.7	10.2	10.6
DESVIACION	2.7	1.6	1.3	3.6	4.1	3.7
MODA	2	2	2	10	10	10
MEDIANA	2	2	2	10	10	10

**Figura No. 2.2.7.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.7.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

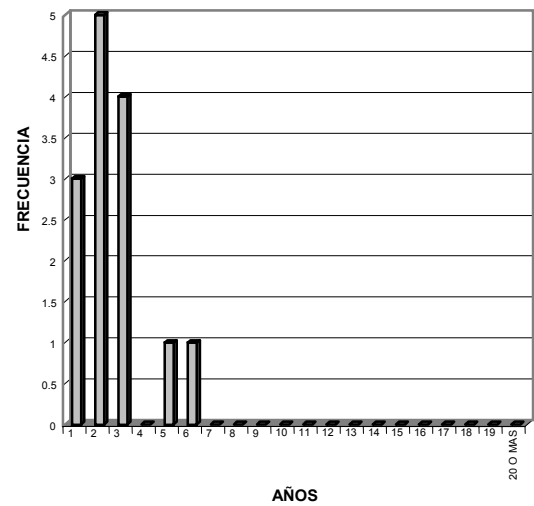


## 2.2.8 ELECTROESTIMULADOR PARA FISIOTERAPIA

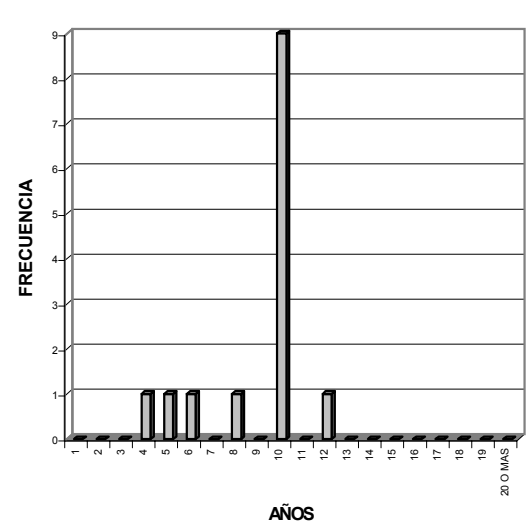
**Cuadro No. 2.2.8** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Electroestimulador para fisioterapia*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.1	2.6	2.6	9.4	7.9	8.9
DESVIACION	1.7	1.6	1.4	3.5	3.0	2.3
MODA	3	2	2	10	10	10
MEDIANA	3	2	2	10	10	10

**Figura No. 2.2.8.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.8.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

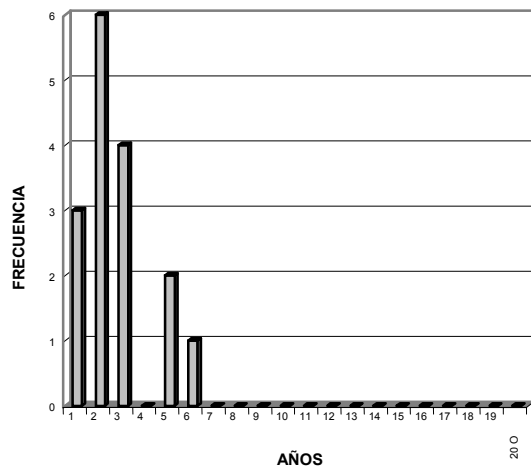


## 2.2.9 EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO TIPO VENTANA

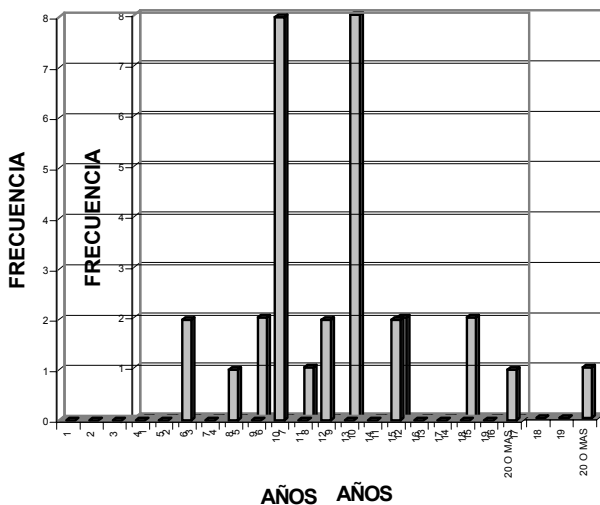
**Cuadro No. 2.2.9** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Equipo de aire acondicionado tipo ventana*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.1	2.8	2.7	11.1	10.5	10.9
DESVIACION	3.0	1.6	1.5	4.0	2.8	3.5
MODA	1	3	2	10	10	10
MEDIANA	2.5	3	2	10	10	10

**Figura No. 2.2.9.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.9.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

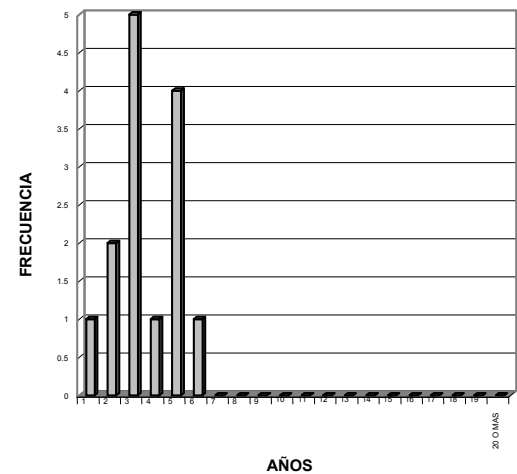


## 2.2.10 REFRIGERADOR DE BANCO DE SANGRE

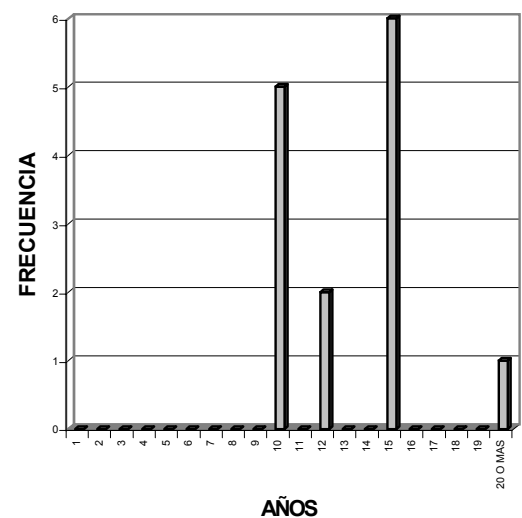
**Cuadro No. 2.2.10** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Equipo de Banco de sangre*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	4.3	3.5	3.6	12.9	12.7	13.5
DESVIACION	3.4	1.8	1.5	4.6	3.7	4.0
MODA	5	5	3	15	10	15
MEDIANA	3.5	3	3	13.5	12	13.5

**Figura No. 2.2.10.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.10.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

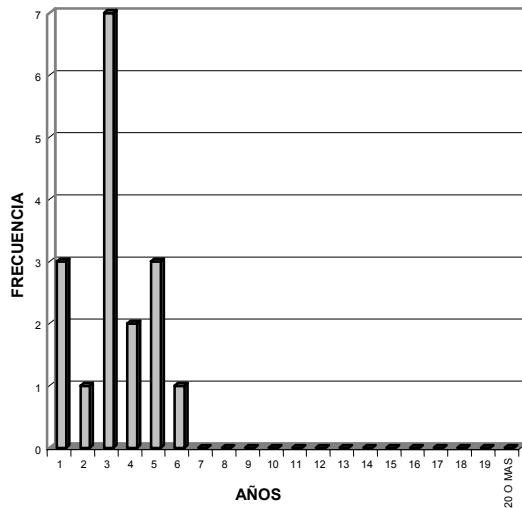


## 2.2.11 ESTERILIZADOR A VAPOR

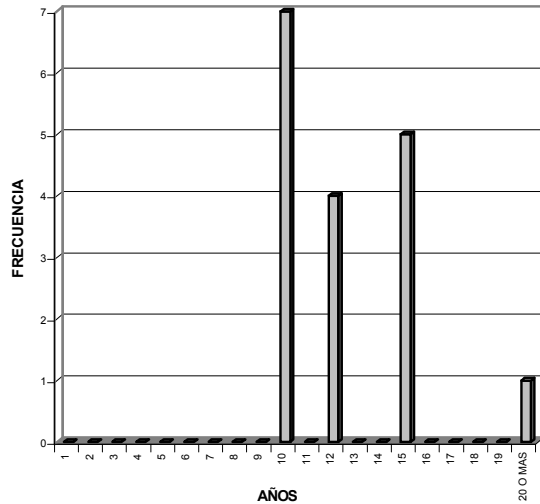
**Cuadro No. 2.2.11** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Esterilizador a vapor*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	4.6	3.5	3.2	14.1	12.8	12.5
DESVIACION	3.4	1.9	1.5	4.5	2.9	2.9
MODA	2	5	3	10	15	10
MEDIANA	4	3	3	13.5	12	12

**Figura No. 2.2.11.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.11.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

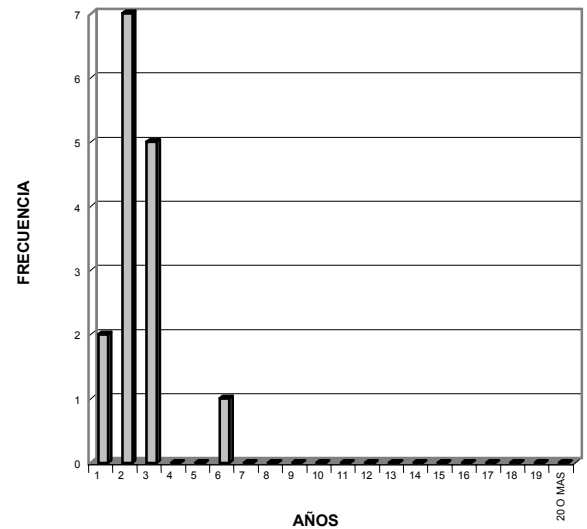


## 2.2.12 INCUBADORA DE TRANSPORTE

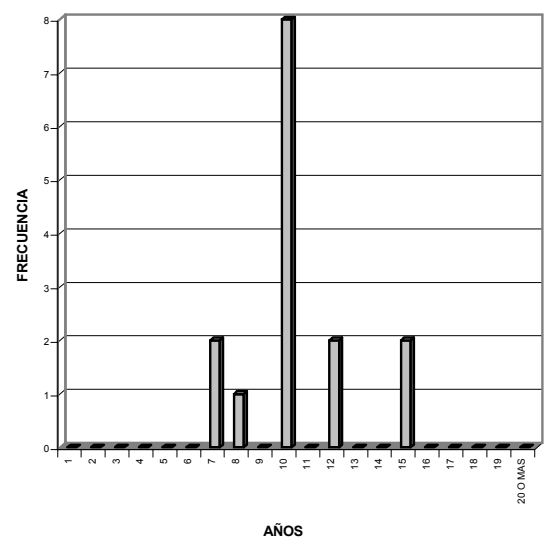
**Cuadro No. 2.2.12** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Incubadora de transporte*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.3	2.8	2.5	11.3	11.1	10.4
DESVIACION	2.7	1.5	1.2	3.0	2.2	2.4
MODA	2	3	2	10	10	10
MEDIANA	3	3	2	10	10	10

**Figura No. 2.2.12.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.12.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*



2.2.13 LAMPARA DE FOTOTERAPIA

Cuadro No. 2.2.13 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Lampara de fototerapia

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	2.4	2.1	1.9	10.4	9.9	9.9
DESVIACION	2.2	1.8	1.4	4.7	3.5	3.2
MODA	1	1	1	12	10	10
MEDIANA	1	1	1	10	10	10

Figura No. 2.2.13.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)

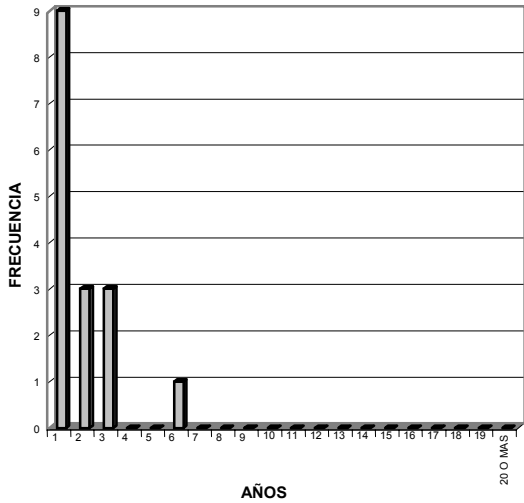
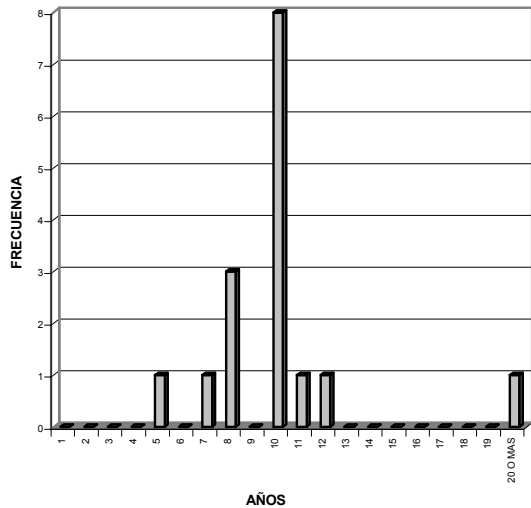


Figura No. 2.2.13.2 Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)



2.2.14 LAMPARA QUIRURGICA

Cuadro No. 2.2.14 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Lampara quirúrgica

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.2	2.9	2.5	14.2	13.2	12.2
DESVIACION	2.4	1.8	1.4	5.4	3.7	3.1
MODA	1	2	2	10	15	10
MEDIANA	2	2	2	13	13	12

Figura No. 2.2.14.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)

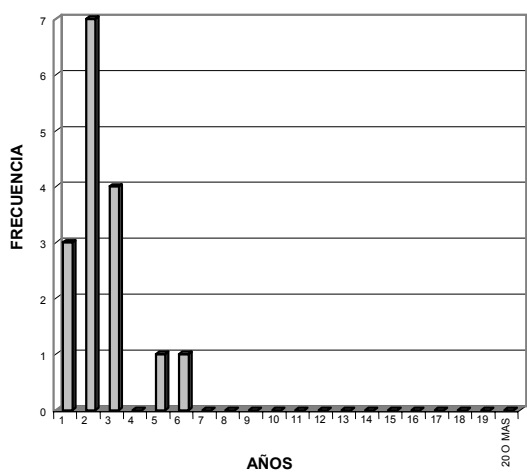
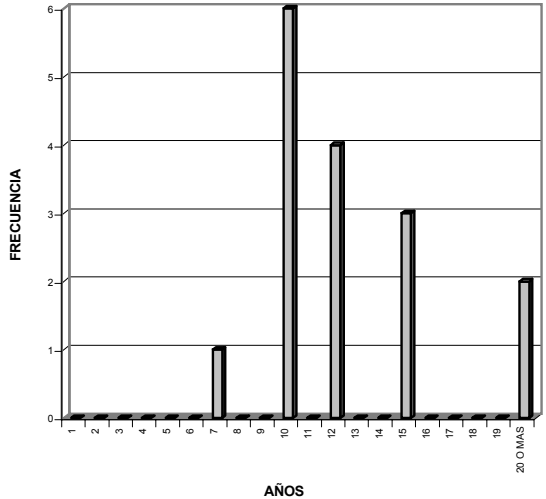


Figura No. 2.2.14.2 Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)





2.2.15 MESA DE OPERACION

Cuadro No. 2.2.15 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Mesa de operación

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.6	4.2	3.2	14.4	14	13.8
DESVIACION	2.4	2.7	1.7	4.6	3.2	3.2
MODA	2	2	2	15	15	15
MEDIANA	3	4	2.5	15	15	15

Figura No. 2.2.15.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)

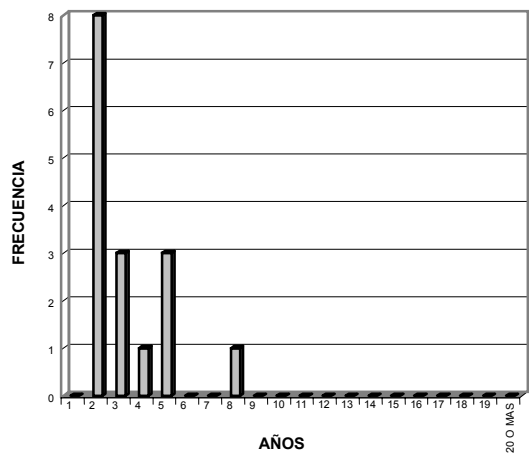
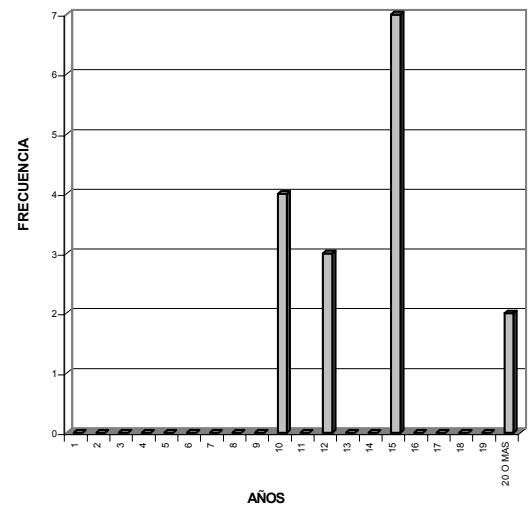


Figura No. 2.2.15.2 Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)



2.2.16 MESA GINECOLOGICA

Cuadro No. 2.2.16 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Mesa Ginecológica

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.5	3.9	4.1	11.2	10.9	12.1
DESVIACION	2.5	2.6	2.2	4.4	3.3	3.5
MODA	1	5	2	10	10	15
MEDIANA	3	4	4	10	10	12

Figura No. 2.2.16.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)

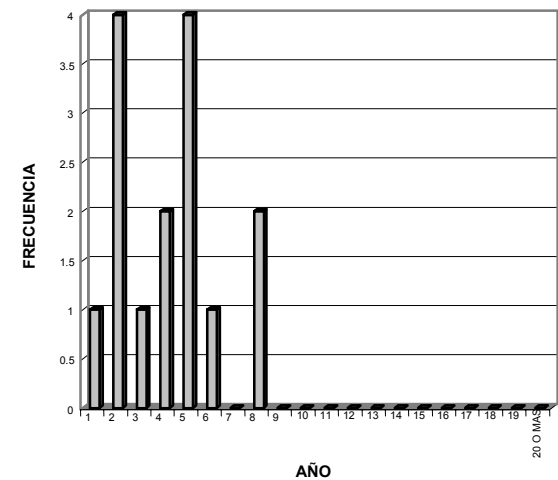
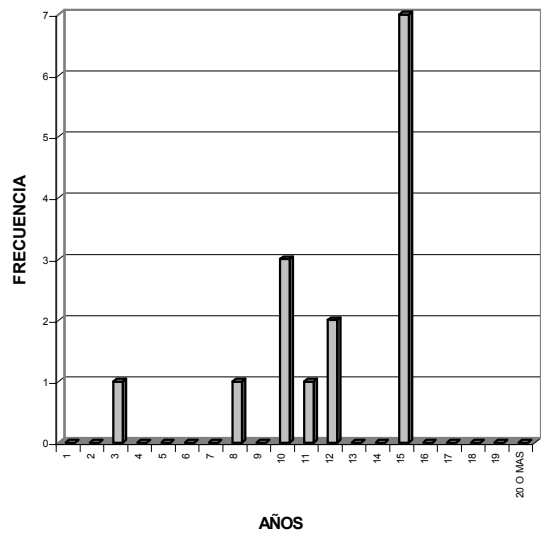


Figura No. 2.2.16.2 Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)



2.2.17 MICROSCOPIO

Cuadro No. A.17 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil  
vida útil  
para Microscopio

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	2.7	2.7	2.4	10.7	11.1	10.2
DESVIACION	1.3	1.5	1.5	2.5	2.3	2.1
MODA	2	3	3	10	10	10
MEDIANA	2.5	2.5	2.5	10	10	10

Figura No. 2.2.17.1  
Estimación de vida útil para opción  
sin mantenimiento (Ronda 3)

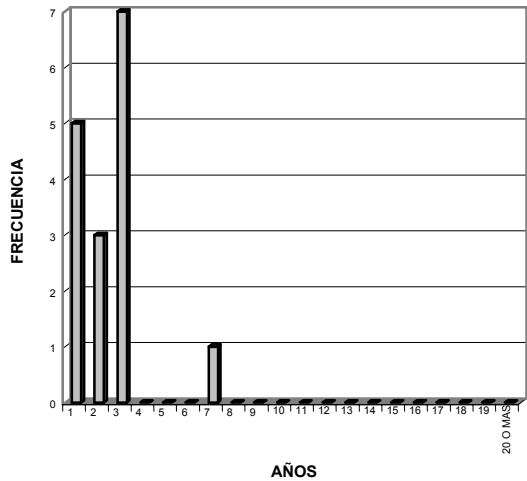
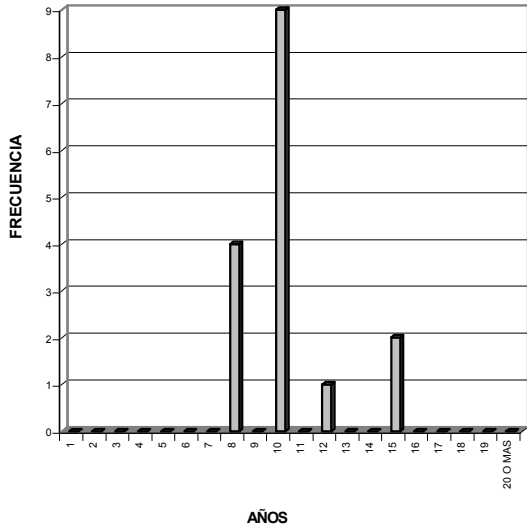


Figura No. 2.2.17.2 Estimación de vida útil para opción  
con mantenimiento (Ronda 3)



2.2.18 MONITOR DE SIGNOS VITALES

Cuadro No. A.18 Parámetros estadísticos del análisis de  
para Monitor de signos vitales

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	2.6	2.3	2	10.4	9.3	9.1
DESVIACION	1.3	1.3	0.8	3.6	2.8	2.5
MODA	1	1	2	10	10	10
MEDIANA	2.5	2	2	10	10	10

Estimación de vida útil para opción  
sin mantenimiento (Ronda 3)

Figura No. 2.2.18.1

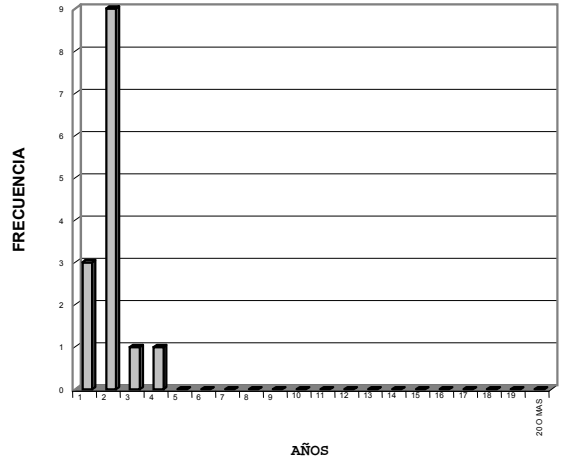
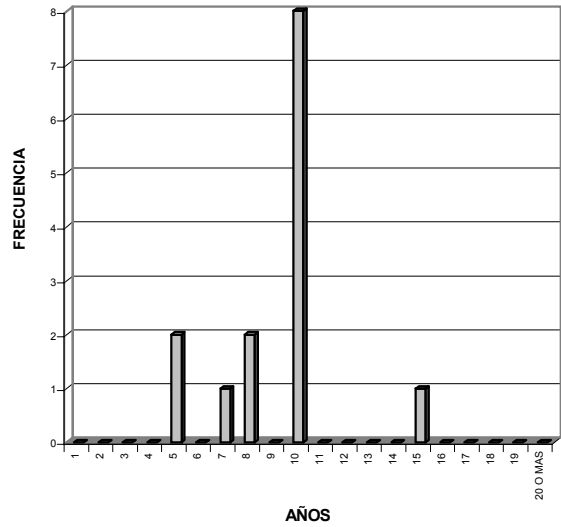


Figura No. 2.2.18.2 Estimación de vida útil para opción  
con mantenimiento (Ronda 3)



2.2.19 NEBULIZADOR

Cuadro No. 2.2.19 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil vida útil para Nebulizador

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	2.1	1.9	1.7	8	7.9	7.4
DESVIACION	1.5	1.1	1.0	3.6	2.9	2.2
MODA	1	1	1	10	8	8
MEDIANA	1	2	1	6	8	8

Figura No. 2.2.19.1 Estimación de vida útil para opción in mantenimiento (Ronda 3)

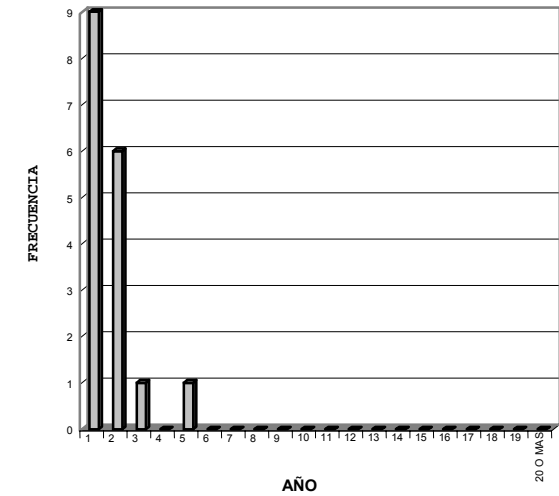
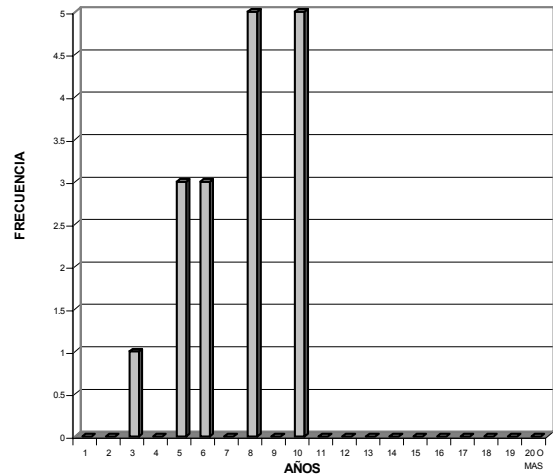


Figura No. 2.2.19.2 Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)



2.2.20 PLANCHADOR SECADOR DE RODILLO

Cuadro No. 2.2.20 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Planchador secador de rodillo

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.9	3.4	3.3	13.9	14.9	14.9
DESVIACION	2.8	1.6	1.2	5.3	5.2	4.9
MODA	5	5	3	15	15	15
MEDIANA	3	3	3	15	15	15

Figura No. 2.2.20.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)

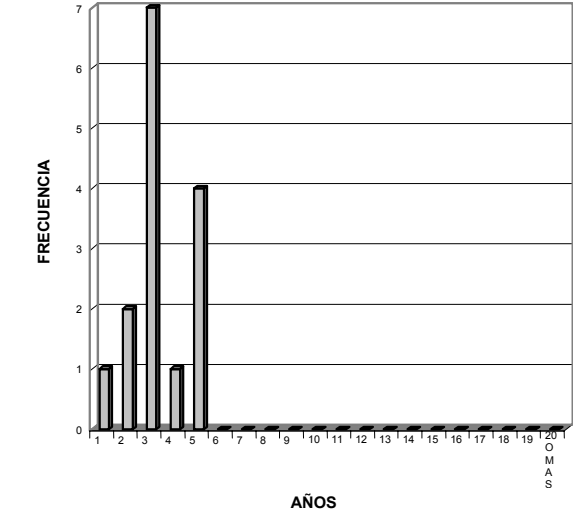
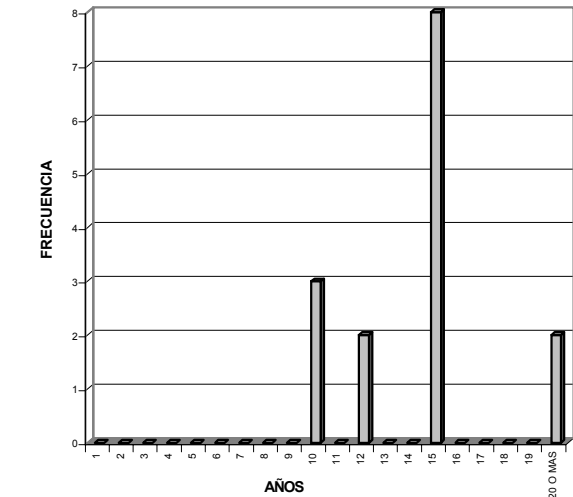


Figura No. 2.2.20.2 Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)



2.2.21 REFRIGERADOR

Cuadro No. 2.2.21 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Refrigerador

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	4.9	4.7	5.2	11.5	12.4	11.9
DESVIACION	2.5	2.0	2.1	3.3	3.3	4.1
MODA	5	5	5	12	15	10
MEDIANA	5	5	5	11.5	12	12

Figura No. 2.2.21.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)

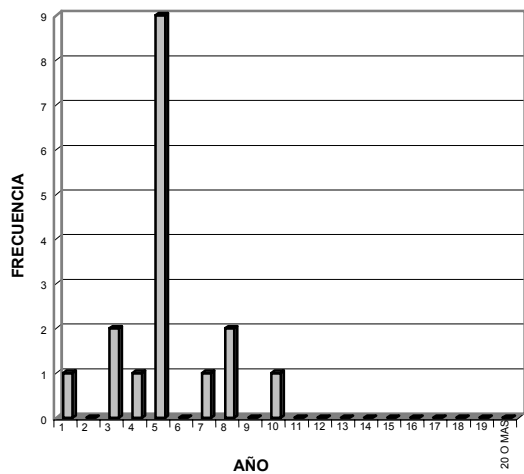
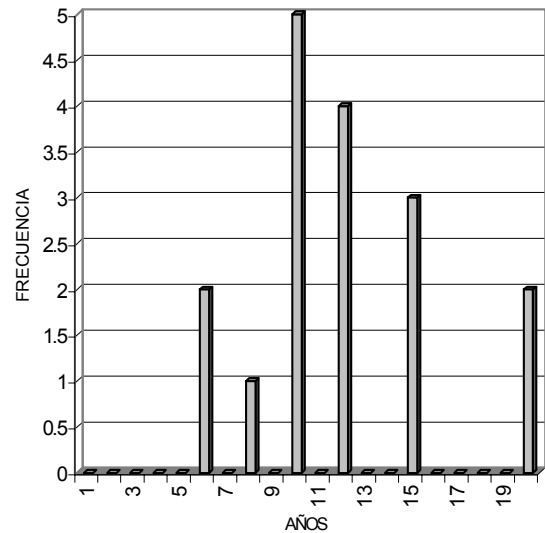


Figura No. 2.2.21.2 Estimación de vida útil para opción



con mantenimiento (Ronda 3)

2.2.22 SECADORA ROTATIVA

Cuadro No. 2.2.22 Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Secadora rotativa

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	4.4	3.8	3.6	13.6	13.1	13.2
DESVIACION	3.4	1.8	1.7	6.3	5.3	5.3
MODA	1	5	3	10	12	12
MEDIANA	3.5	4	3	11	12	12

Figura No. 2.2.22.1 Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)

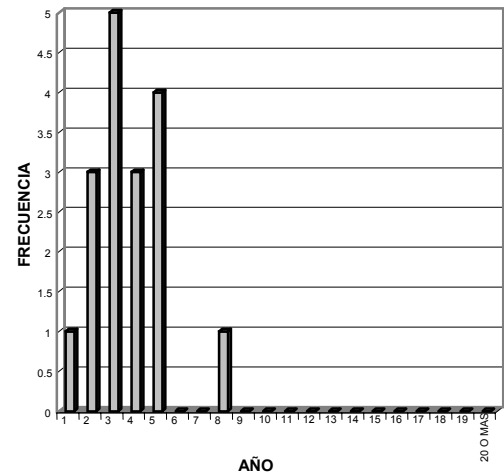
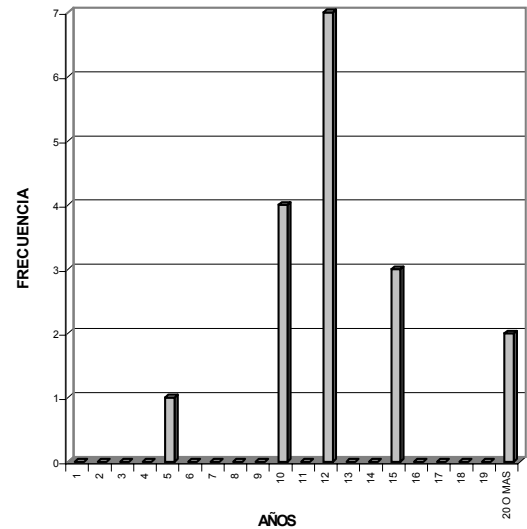


Figura No. 2.2.22.2 Estimación de vida útil para opción



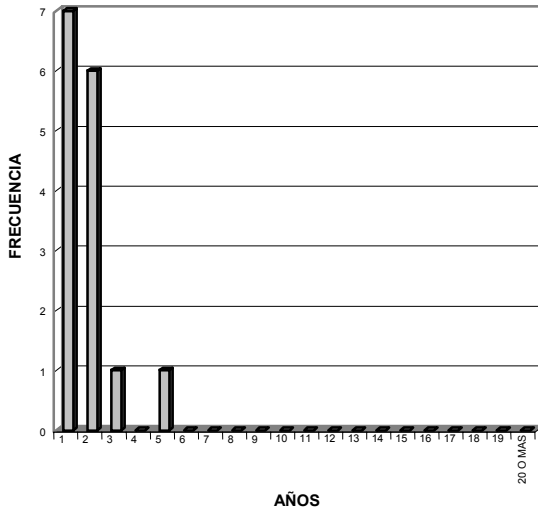
con mantenimiento (Ronda 3)

## 2.2.23 SIERRA PARA CORTAR YESO

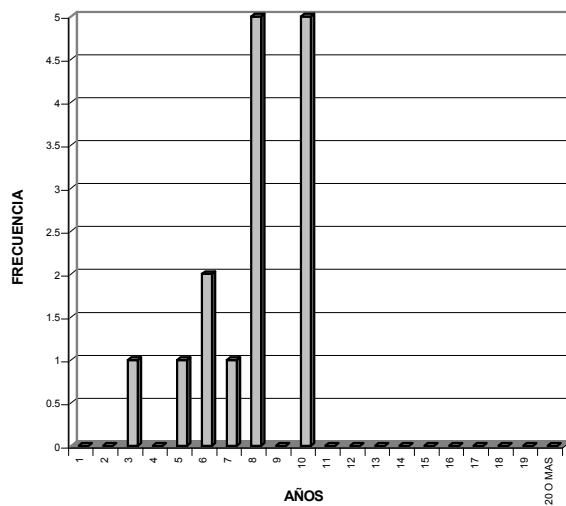
**Cuadro No. 2.2.23** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Sierra para cortar yeso*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	2	1.9	1.8	7.3	7.4	7.8
DESVIACION	1.4	1.0	1.1	3.2	2.2	2.1
MODA	1	2	1	10	10	8
MEDIANA	1.5	2	2	7.5	7.5	8

**Figura No. 2.2.23.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.23.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

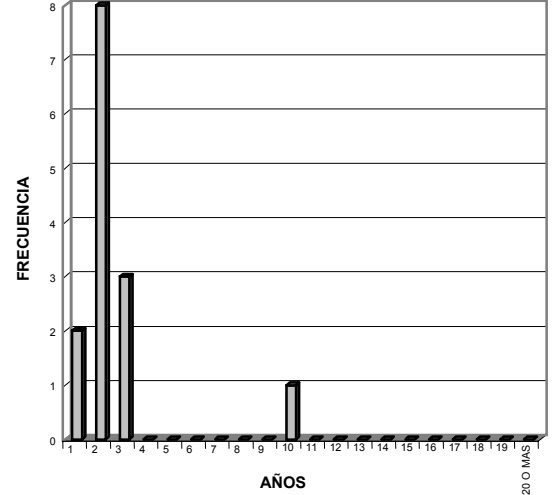


## 2.2.24 UNIDAD DENTAL

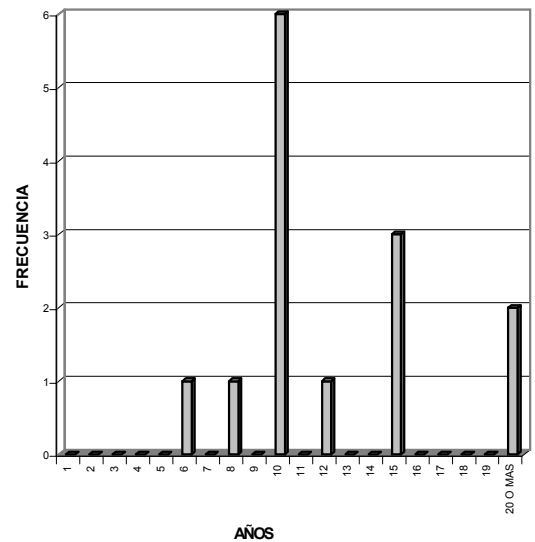
**Cuadro No. 2.2.24** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Unidad dental*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3.6	2.6	2.6	12.4	12.6	12.2
DESVIACION	3.6	1.8	2.2	5.3	4.1	4.2
MODA	2	2	2	10	10	10
MEDIANA	2.5	2	2	10	11	10

**Figura No. 2.2.24.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.24.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

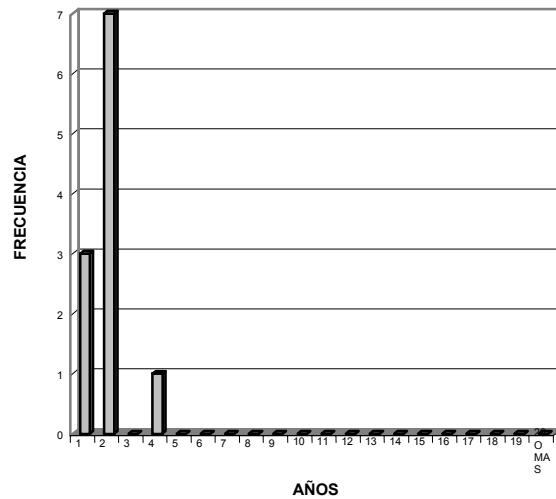


## A.25 VENTILADOR DE VOLUMEN

**Cuadro No. 2.2.25** *Parámetros estadísticos del análisis de vida útil para Ventilador de volumen*

	VIDA UTIL SIN MANTENIMIENTO			VIDA UTIL CON MANTENIMIENTO		
	RONDAS			RONDAS		
	1a.	2a.	3a.	1a.	2a.	3a.
MEDIA	3	2.9	1.9	11.7	11.2	9.5
DESVIACION	2.5	2.6	0.8	6.2	4.2	2.8
MODA	1	1	2	5	10	10
MEDIANA	2	2	2	10	10	10

**Figura No. 2.2.25.1** *Estimación de vida útil para opción sin mantenimiento (Ronda 3)*



**Figura No. 2.2.25.2** *Estimación de vida útil para opción con mantenimiento (Ronda 3)*

