

Proyecto Final Análisis de Supervivencia

Análisis de Supervivencia para fallas de motor

Víctor Samayoa - 175750

Saúl Caballero - 133930

Delia Del Águila - 167188

1. Introducción

La base de datos se obtuvo en la competencia de desafío de pronóstico en la Conferencia Internacional sobre pronóstico y gestión de la salud ¹. El objetivo de la competencia era estimar en qué momento y bajo qué condiciones un motor falla.

La base de datos contiene información acerca de los motores en cada unidad de tiempo medida. La última unidad medida representa cuando el motor se le dio mantenimiento o hasta la última unidad medida de tiempo para el motor (datos censurados). Para representar que cada motor inicia con diferentes grados de desgaste inicial y variación de fabricación se tienen tres diferentes variables de configuración inicial y 21 medidas de sensores en cada ciclo.

El motor funciona de manera regular al inicio de cada serie de tiempo y comienza a degradarse en algún momento durante la serie. El objetivo es estimar la función de supervivencia para el tiempo de fallo de los motores y ver en cuanto afectan las distintas mediciones de los sensores sobre el tiempo de fallo.

1.1. Objetivos

Los objetivos de este trabajo son:

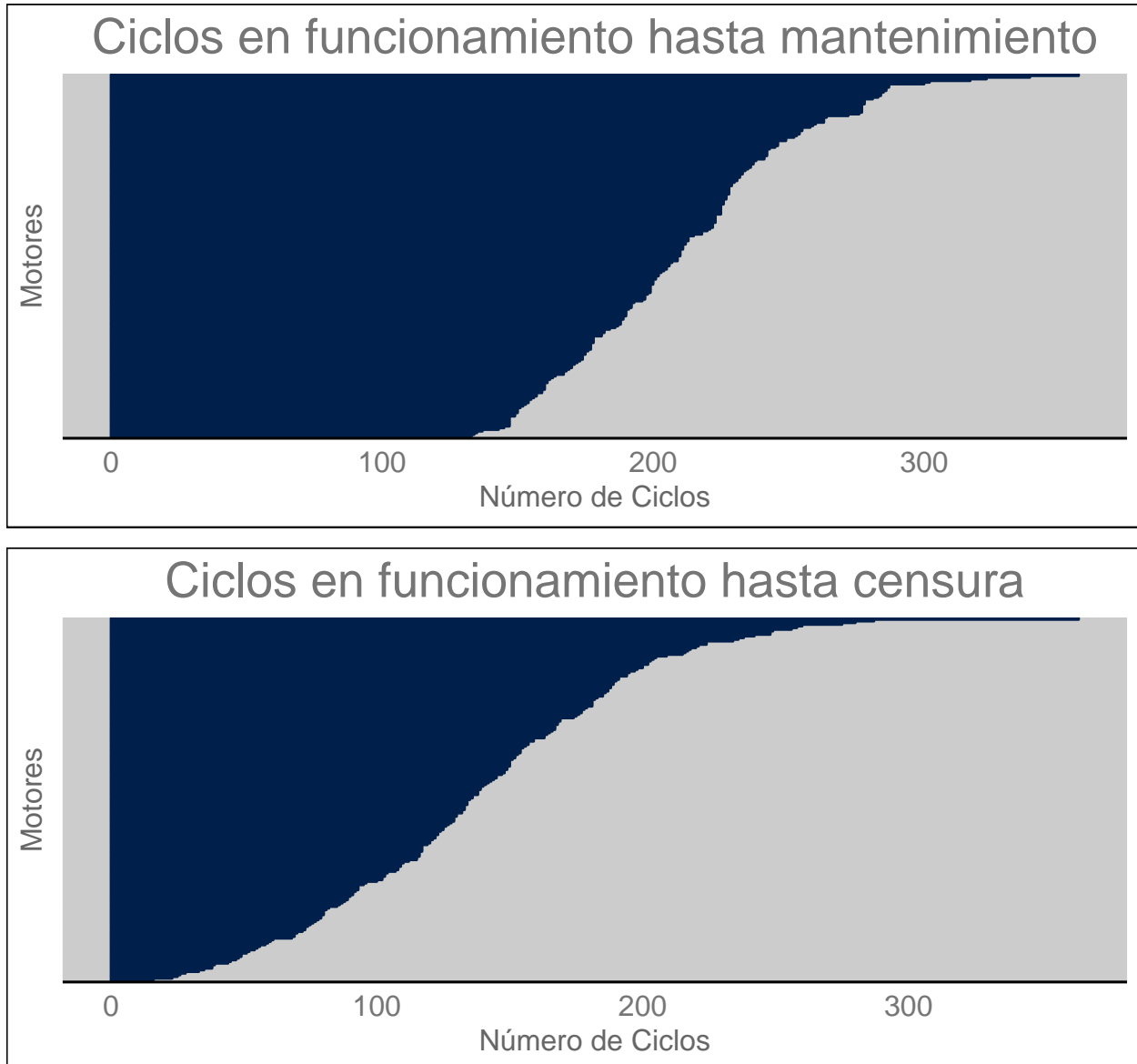
1. Estimar la función de supervivencia para los motores donde el evento de falla será cuando el motor no pueda seguir funcionando y tenga que ser mandado a mantenimiento.
2. Entender si las configuraciones y las lecturas de sensor ayudan a explicar la falla del motor.
3. Construir un modelo predictivo que permita estimar el ciclo previo a la falla.

¹<https://ti.arc.nasa.gov/tech/dash/groups/pcoe/prognostic-data-repository/>

2. Análisis exploratorio de datos

La base de datos cuenta con 75,738 registros correspondientes a 436 motores. Cada registro corresponde a un ciclo de un motor en específico e incluye las configuraciones del ciclo así como las mediciones de los sensores. El 50 % de los motores en la base tienen censura por la derecha, el otro 50 % tiene la última medición antes de ser llevado a mantenimiento.

Para observar qué tanta censura tienen los motores, se generan las siguientes distribuciones de tiempo de falla para motores sin censura y con censura.



Las gráficas muestran que la distribución de fallas de motor sin censura tiende a acumular fallas a partir del periodo 120 y los motores censurados dejan de tener observaciones a partir del periodo 20. Esto se considerará en la construcción de la verosimilitud de los distintos modelos.

La base de datos incluye 3 configuraciones iniciales a cada periodo de los motores. Cada configuración tiene un rango distinto. Para mostrar el comportamiento de esta variable se muestra la siguiente gráfica con las configuraciones a lo largo del tiempo para un motor en particular *e5*:

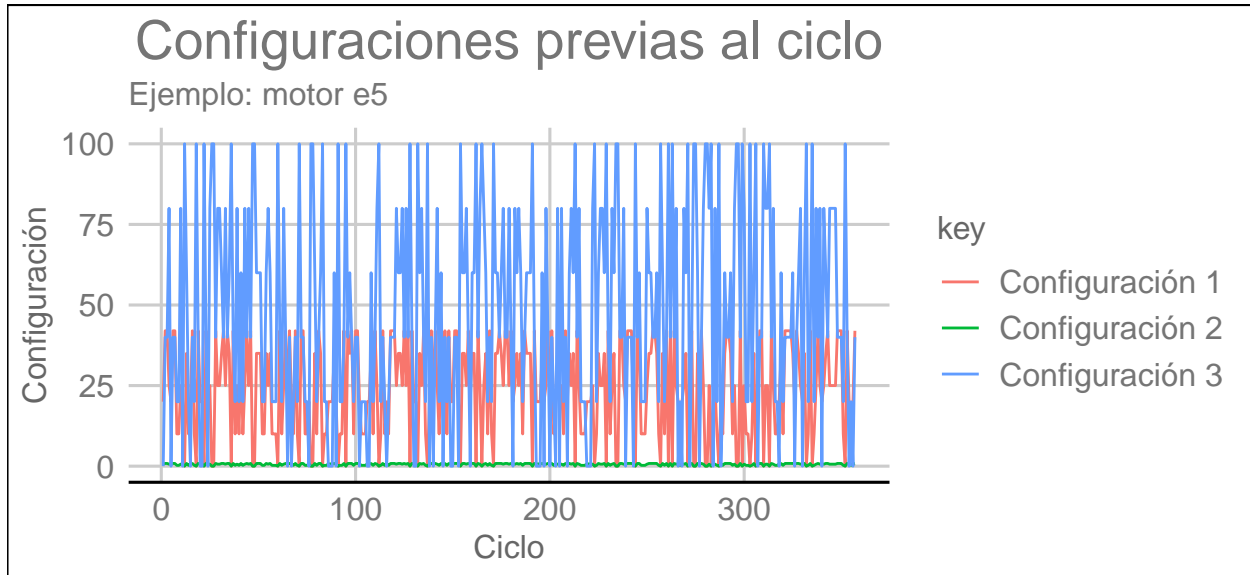
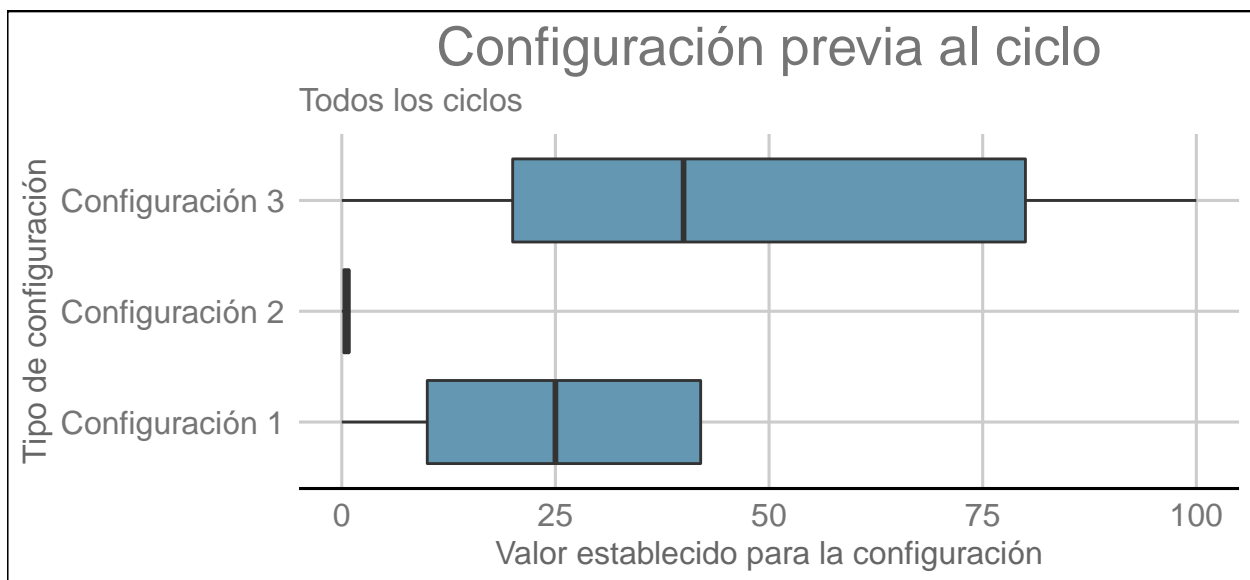


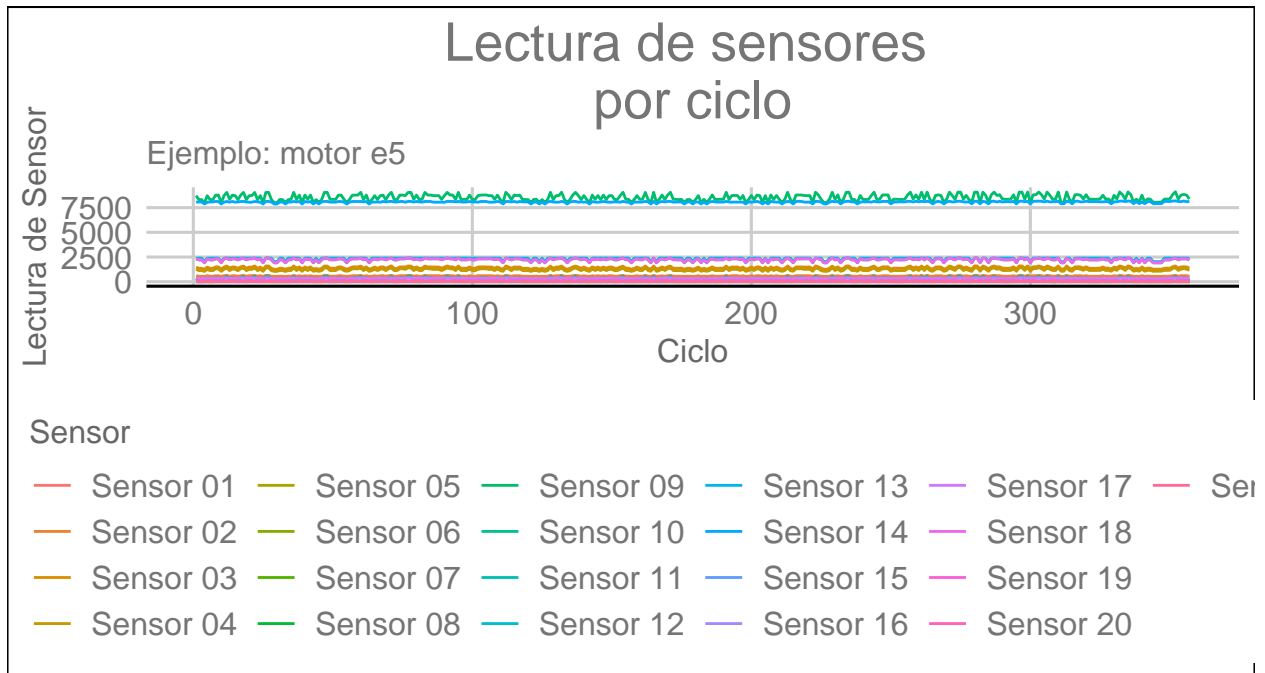
Fig. Configuraciones por ciclo para motor e5

Cada configuración tiene mediciones en la siguiente escala:

- Configuración 1: De 0 a 42.1
- Configuración 2: De 0 a 0.842
- Configuración 3: Valores discretos de 0 a 100 con saltos de 20 puntos

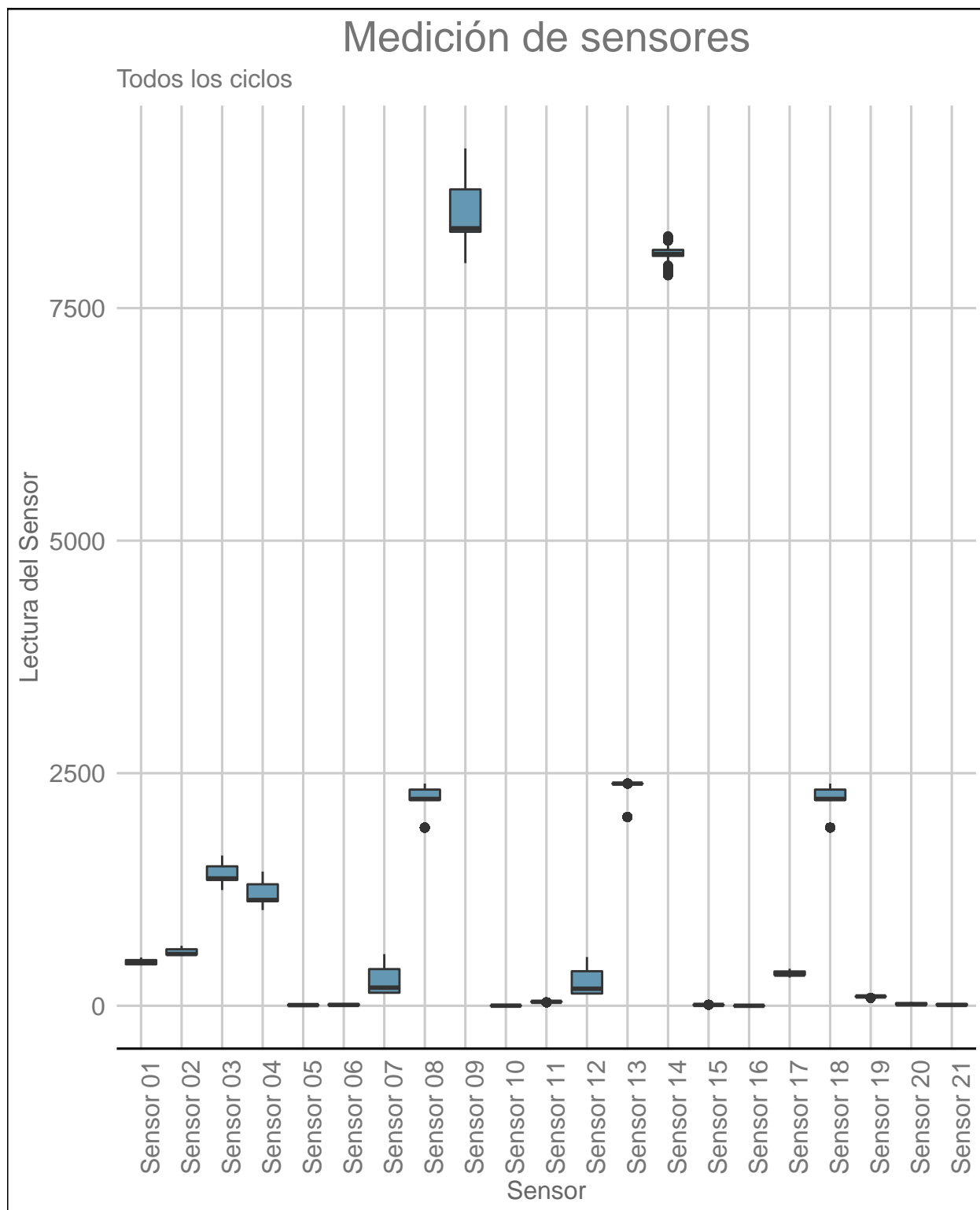


Además contamos con las lecturas de 21 sensores en cada ciclo. La siguiente gráfica muestra de nuevo el ejemplo del motor e5 pero con las distintas lecturas de los sensores en cada ciclo.



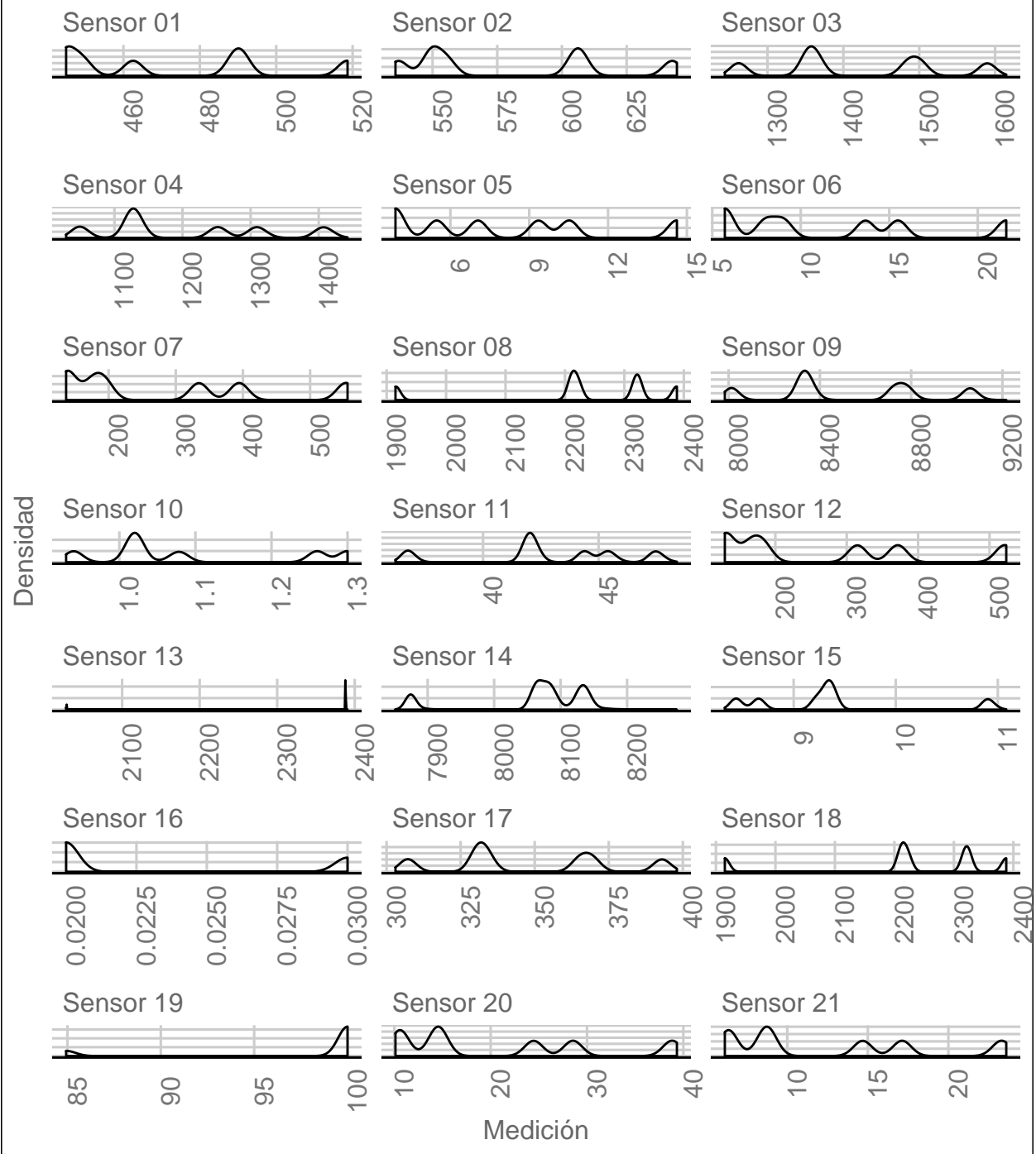
En general cada sensor tiene mediciones en la siguiente escala:

- Sensor 16: Cuenta con dos valores 0.02 y 0.03
- Sensor 10: De 0.93 a 1.3
- Sensores 5, 6 y 15: De 3.91 a 21.61
- Sensores 11, 20 y 21: De 6.124 a 48.39
- Sensor 19: Cuenta con sólo dos valores 84.93 y 100
- Sensores 1, 2, 7 y 12: De 129.2 a 644.4
- Sensor 17: Con valores enteros entre 303 y 398
- Sensores 3 y 4: De 1029 a 1615
- Sensores 8 y 13: De 1915 a 2391
- Sensor 18: Con valores enteros entre 1915 y 2388
- Sensores 9 y 14: De 7852 a 9217

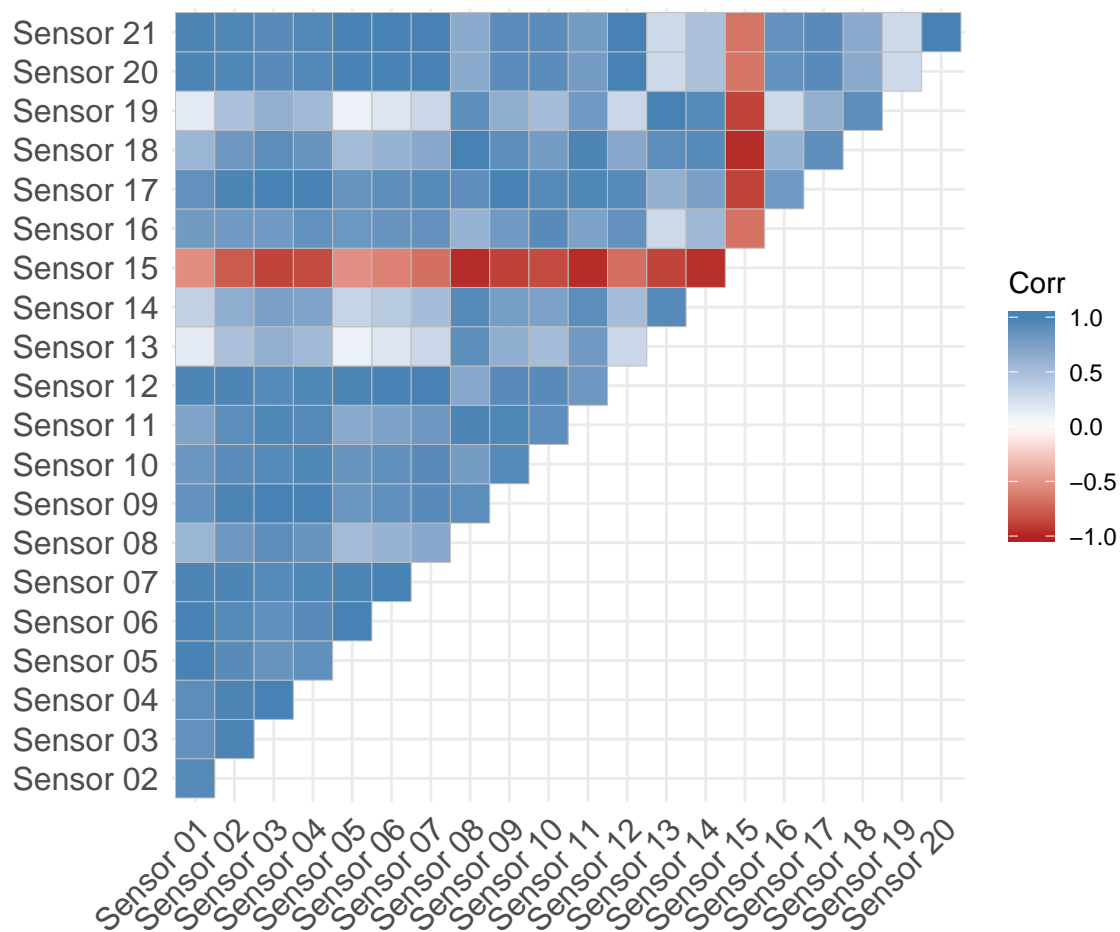


A continuación se muestran las densidades de los valores que toman cada uno de los sensores en los datos observados. Se logra apreciar que existen sensores que tienen una densidad muy parecida aunque con distinta escala, por ejemplo, los sensores 3 y 9, y los sensores 20 y 21.

Distribuciones para los parámetros de configuración



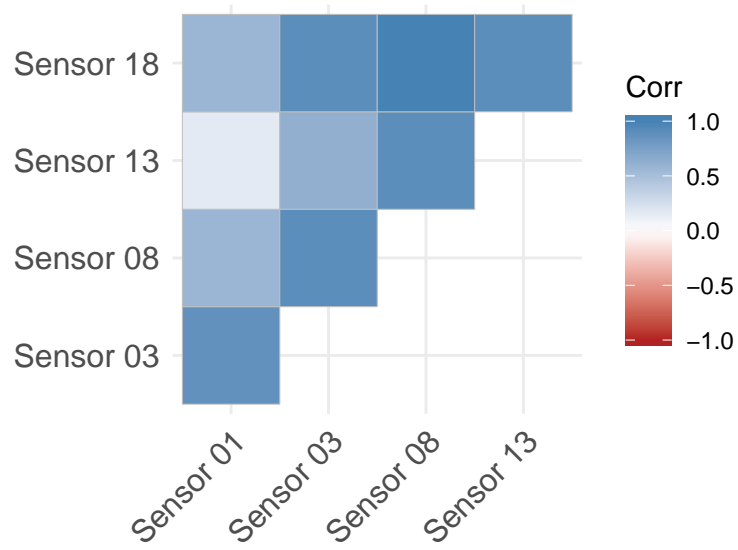
Dado lo anterior se analizó la correlación entre las mediciones de los sensores para determinar cuáles están altamente correlacionados y retirar dichas variables dentro de los modelos de vida acelerada para no sufrir de problemas de estimación.



Dadas las correlaciones mostradas se decide dejar solamente una variable de aquellos pares que tengan una correlación arriba 0.90. De esta forma las variables finales son:

- Sensor 01
- Sensor 03
- Sensor 08
- Sensor 13
- Sensor 18

Quedando así la siguiente matriz de correlaciones:

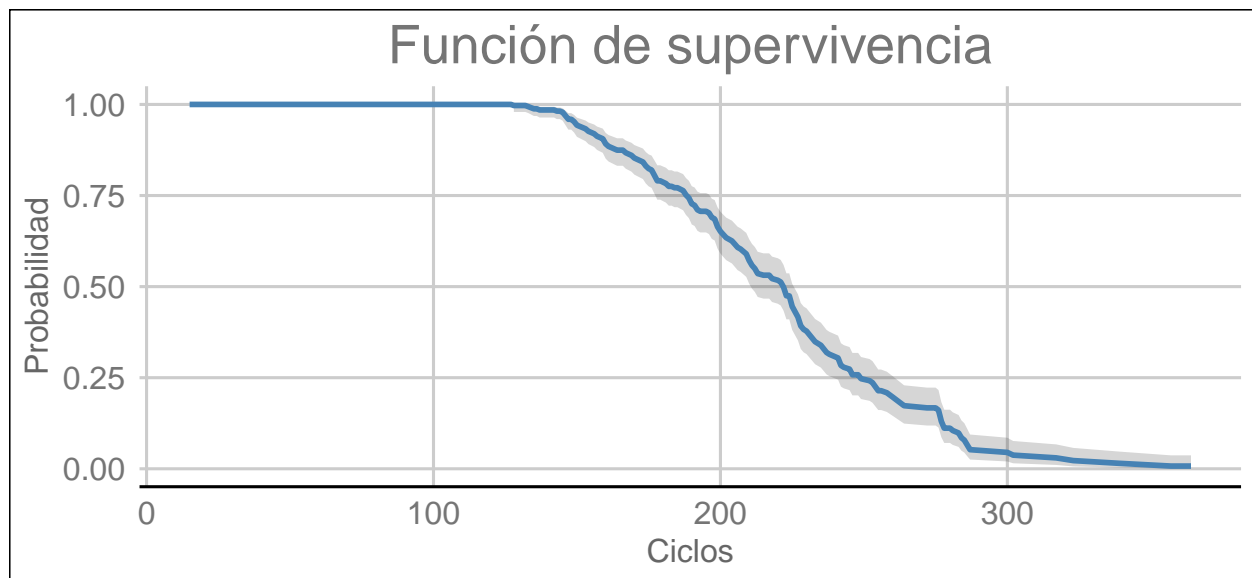


3. Análisis inferencial

Lo primero que se realiza es una estimación no paramétrica para tener un punto de comparación de la función de supervivencia. Posteriormente se comparan distintos modelos paramétricos para ver cuáles de las especificaciones es la mejor y poder usarlo en un modelo de vida acelerada.

3.1. Estimador Kaplan Meier

Se procede a obtener el estimador Kaplan Meier para la función de supervivencia y mostrar la estimación no paramétrica de la función de supervivencia. La función de supervivencia con el estimador de Kaplan Meier se comporta de la siguiente forma:



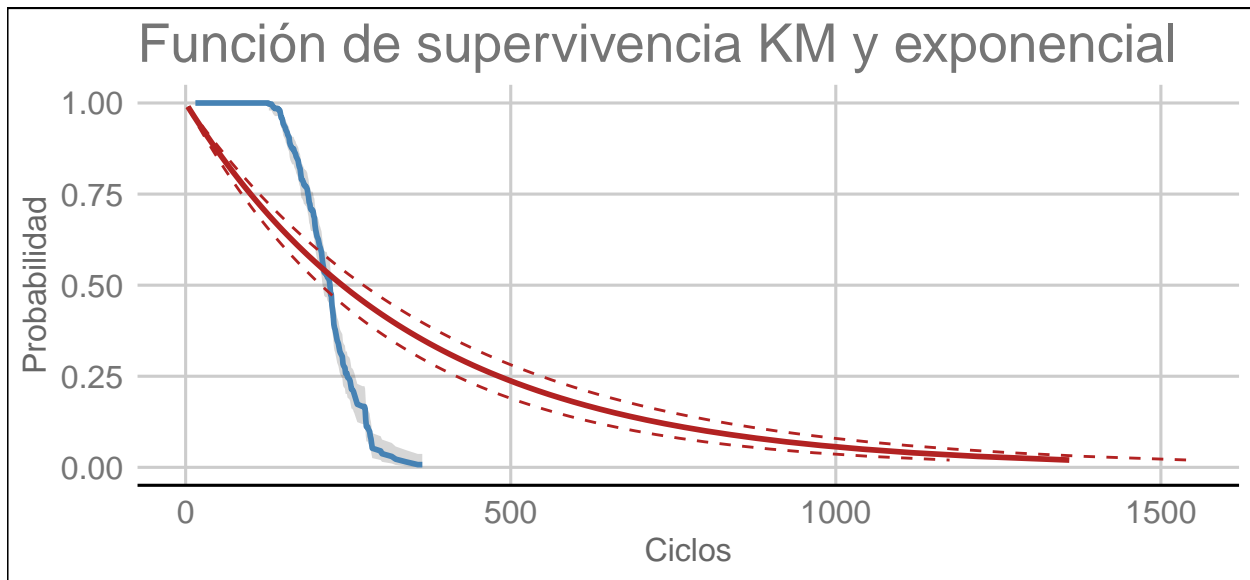
Una vez contamos con la estimación de la función de supervivencia, podemos obtener valores como son los cuantiles:

Cuadro 1: Tabla de cuantiles Kaplan-Meier

Cuantil	Valor	Intervalo de confianza	
		Inferior	Superior
0.25	189	178	197
0.5	222	211	226
0.75	249	241	263

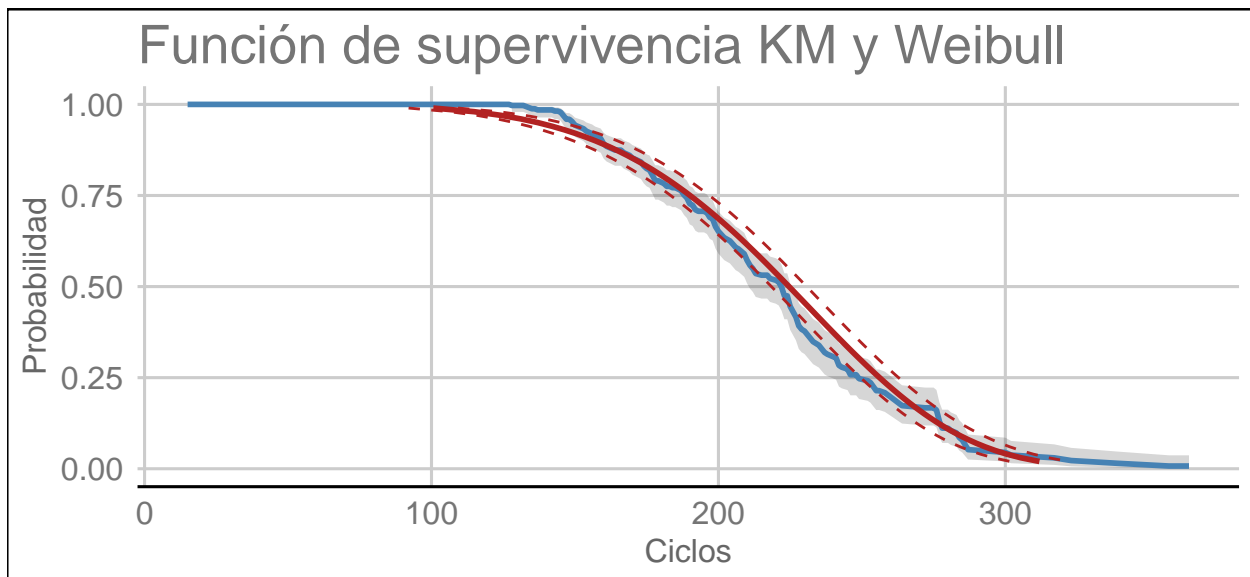
Ahora procedemos a comparar la estimación de la función de supervivencia con modelos paramétricos para determinar si es posible utilizar algún modelo paramétrico.

3.1.1. Comparación con el modelo Exponencial



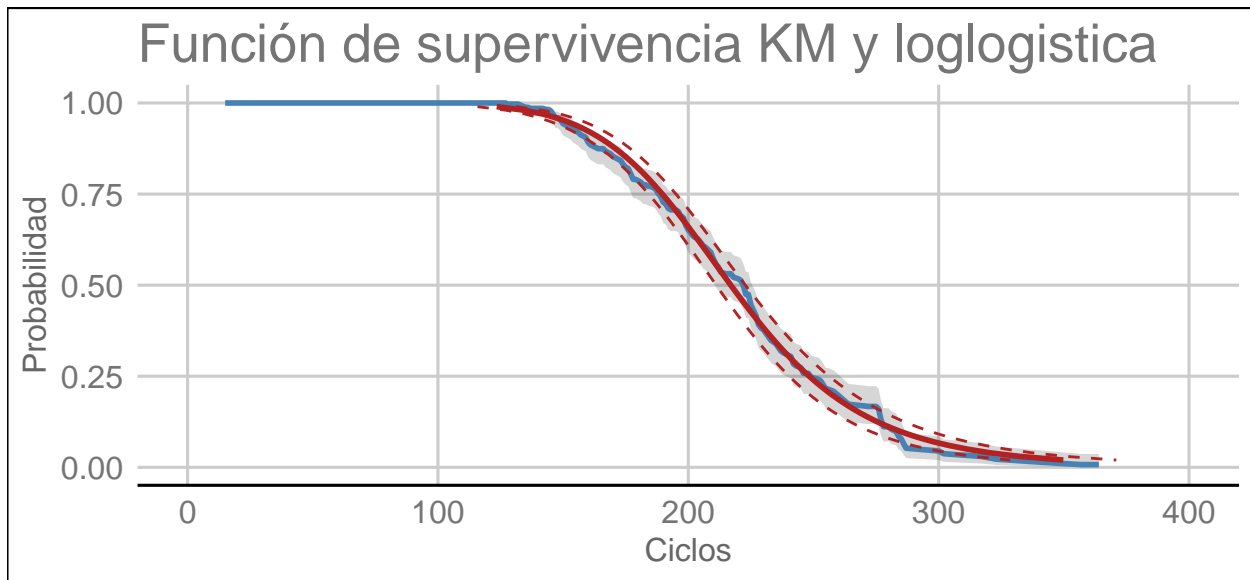
Se observa que el modelo paramétrico exponencial no ajusta de manera adecuada al estimador Kaplan-Meier.

3.1.2. Comparación con el modelo Weibull:



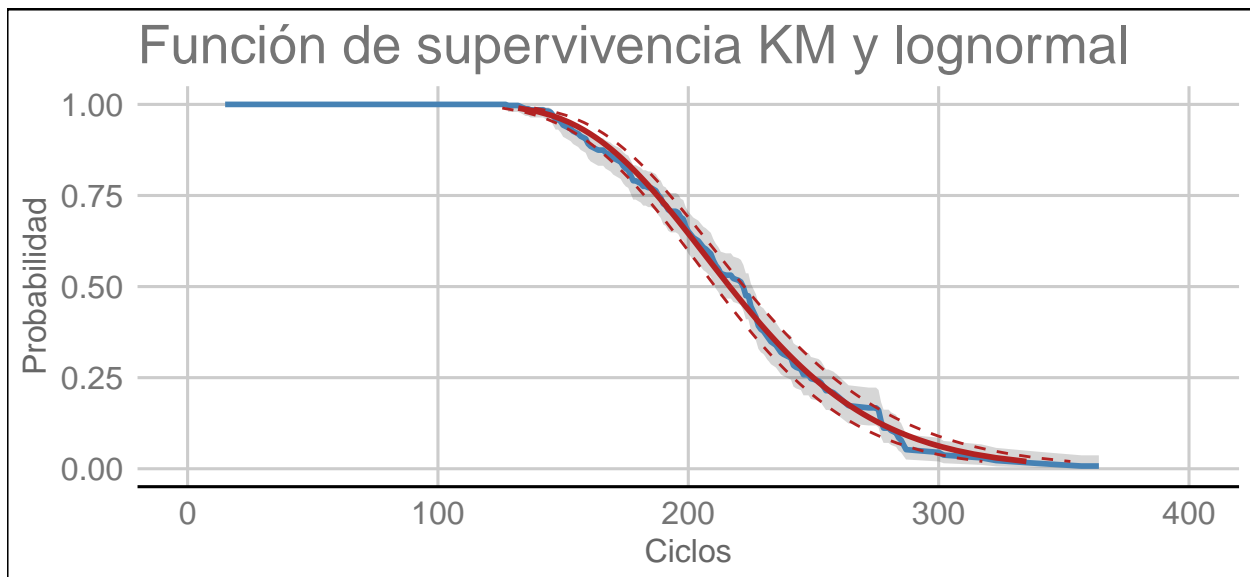
Se observa que el modelo paramétrico Weibull se ajusta de forma adecuada a un estimador Kaplan-Meier. Sin embargo, se aprecia que al inicio el modelo subestima la función de supervivencia y después el cuantil 50% el modelo tiende a sobreestimar la función de supervivencia.

3.1.3. Comparación con el modelo Loglogístico:



Se observa que un modelo paramétrico loglogístico se ajusta de forma adecuada al estimador Kaplan-Meier.

3.1.4. Comparación con el modelo Lognormal:



Se observa que un modelo paramétrico lognormal se ajusta de forma adecuada al estimador Kaplan-Meier.

3.1.5. Cuantiles

De las gráficas previas se logra apreciar que los modelos lognormal y loglogístico son los que mejor aproximan al estimador Kaplan-Meier, aunque el modelo Weibull también tiene una aproximación apropiada.

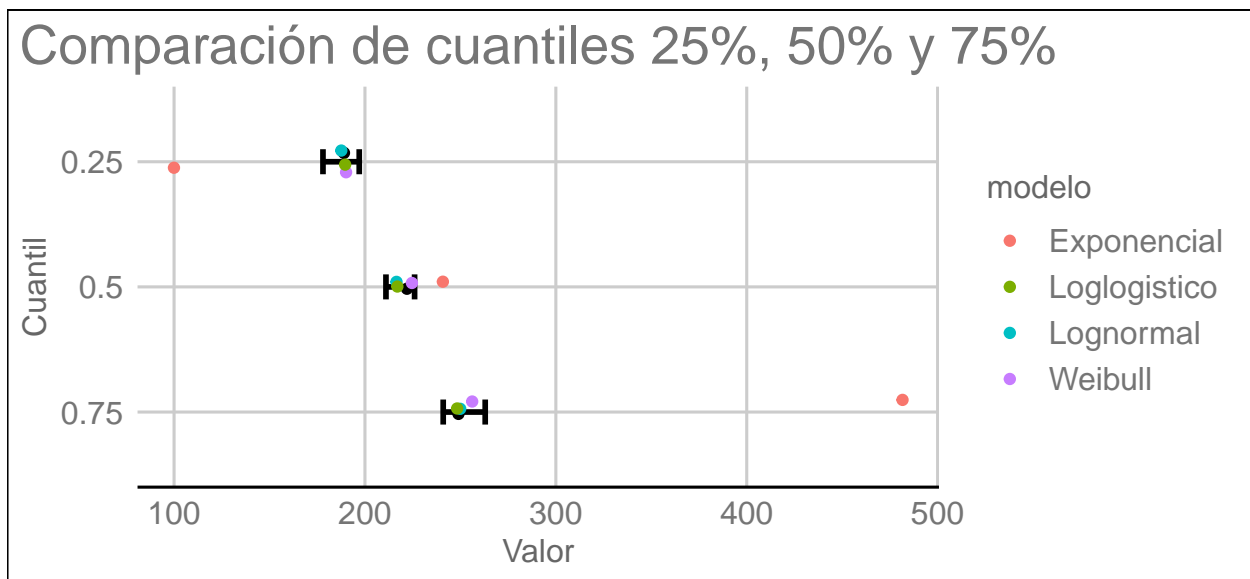
Comparando los cuantiles de los modelos presentados previamente se obtiene la siguiente tabla:

Cuadro 2: Tabla de cuantiles

Modelo	Cuantiles		
	0.25	0.25	0.75
Exponencial	99.947	240.815	481.629
Weibull	190.106	224.611	256.169
Lognormal	187.604	216.525	249.905
Loglogístico	189.618	216.983	248.297

Como puede apreciarse, los cuantiles de los modelos lognormal y loglogístico son muy similares, lo cual es consistente con la observación previa de que las gráficas son muy similares.

Comparando los cuantiles de las distribuciones paramétricas respecto a los cuantiles obtenidos con el estimador Kaplan-Meier, se observa el siguiente comportamiento:



En este caso, se observa que incluso los cuantiles de la distribución Weibull caen dentro del intervalo de confianza para el estimador Kaplan-Meier.

3.2. Modelos de vida acelerada

Con base en las gráficas anteriores, observamos que el estimador de la función de supervivencia se ajusta tanto a un modelo loglogístico como lognormal. Por tal motivo se procede a ajustar modelos de regresión para ambas distribuciones.

3.2.1. Loglogístico

Se comienza el análisis incluyendo todas las covariables elegidas en el análisis exploratorio.

Cuadro 3: Resultados del modelo de regresión

Coefficientes	Valor	Error estandar	Estadístico Z	p-value
Intercepto	-381.787	335.472	-1.138	0.255
Configuración 1	-0.039	0.039	-1.023	0.307
Configuración 2	0.597	0.668	0.893	0.372
Configuración 3	-0.007	0.005	-1.232	0.218
Sensor 01	0.852	0.731	1.165	0.244
Sensor 03	-0.010	0.003	-3.240	0.001
Sensor 08	-0.295	0.312	-0.945	0.345
Sensor 13	0.332	0.292	1.138	0.255
Sensor 18	-0.054	0.025	-2.162	0.031
Log(scale)	-2.127	0.054	-39.324	0.000

Se puede notar que no todas las variables tienen un efecto significativo con significancia $\alpha = 0.05$, por lo que se necesitan descartar variables. Esto se realiza quitando una variable la que mayor *p-value* tenga en la regresión y se llegó a una especificación:

Cuadro 4: Resultados del modelo de regresión

Coefficientes	Valor	Error estandar	Estadístico Z	p-value
Intercepto	-57.363	21.934	-2.615	0.009
Configuración 3	-0.002	0.001	-2.046	0.041
Sensor 01	0.144	0.048	2.982	0.003
Sensor 03	-0.009	0.002	-4.096	0.000
Sensor 13	0.050	0.018	2.690	0.007
Sensor 18	-0.049	0.020	-2.507	0.012
Log(scale)	-2.127	0.054	-39.451	0.000

este modelo tiene todas sus variables significativas y log-verosimilitud -1166.4 que es lo que nos ayudará a comparar contra el modelo lognormal.

3.2.2. Lognormal

Se comienza el análisis incluyendo todas las covariables elegidas en el análisis exploratorio.

Cuadro 5: Resultados del modelo de regresión

Coeficientes	Valor	Error estandar	Estadístico Z	p-value
Intercepto	-379.195	343.086	-1.105	0.269
Configuración 1	-0.039	0.039	-0.997	0.319
Configuración 2	0.589	0.679	0.867	0.386
Configuración 3	-0.006	0.005	-1.198	0.231
Sensor 01	0.846	0.748	1.132	0.258
Sensor 03	-0.010	0.003	-3.384	0.001
Sensor 08	-0.280	0.319	-0.876	0.381
Sensor 13	0.330	0.298	1.105	0.269
Sensor 18	-0.066	0.024	-2.716	0.007
Log(scale)	-1.586	0.047	-33.534	0.000

Se puede notar que no todas las variables tienen un efecto significativo con significancia $\alpha = 0.05$, por lo que se necesitan descartar variables. Esto se realiza quitando una variable la que mayor *p-value* tenga en la regresión y se llegó a una especificación:

Cuadro 6: Resultados del modelo de regresión

Coeficientes	Valor	Error estandar	Estadístico Z	p-value
Intercepto	9.005	0.906	9.938	0.000
Sensor 03	-0.009	0.002	-4.477	0.000
Sensor 08	0.082	0.024	3.451	0.001
Sensor 13	-0.007	0.002	-4.118	0.000
Sensor 18	-0.070	0.023	-3.055	0.002
Log(scale)	-1.582	0.047	-33.582	0.000

La log-verosimilitud de este modelo es: -1161.21 por lo que se prefiere este modelo sobre el log-normal y se comenzará la interpretación.

Dado que las variables están estandarizadas, se interpretarán los cambios como un aumento en 1 desviación estándar de la variable de interes.

- Un aumento de una desviación estándar del sensor 3 resulta en una disminución del 0.89 % del tiempo de vida.
- Un aumento de una desviación estándar del sensor 8 resulta en un aumento del 8.54 % del tiempo de vida.
- Un aumento de una desviación estándar del sensor 13 resulta en una disminución del

- 0.69 % del tiempo de vida.
- Un aumento de una desviación estándar del sensor 18 resulta en una disminución del 6.76 % del tiempo de vida.

4. Conclusiones

- Se encontró un buen ajuste de la función de supervivencia con Kaplan-Meier.
- Se encontró que los modelos paramétricos loglogístico o lognormal podían ajustar bien al estimador de Kaplan-Meier.
- Se generaron modelos con ambas distribuciones y se encontró que el mejor ajuste lo tenía el modelo lognormal.
- Se interpretaron los coeficientes y los sensores que mayor impacto tienen sobre la supervivencia son el 8 y el 18.
- Se generó el modelo predictivo con el modelo lognormal.

5. Apéndice

5.1. Análisis de Datos

Contamos con 75,738 registros de ciclos de motores

```
## [1] 75738
```

No tenemos registros con NA's

```
## # A tibble: 0 x 27
## # ... with 27 variables: id <chr>, ciclo <int>, conf_1 <dbl>,
## #   conf_2 <dbl>, conf_3 <dbl>, sensor_01 <dbl>, sensor_02 <dbl>,
## #   sensor_03 <dbl>, sensor_04 <dbl>, sensor_05 <dbl>, sensor_06 <dbl>,
## #   sensor_07 <dbl>, sensor_08 <dbl>, sensor_09 <dbl>, sensor_10 <dbl>,
## #   sensor_11 <dbl>, sensor_12 <dbl>, sensor_13 <dbl>, sensor_14 <dbl>,
## #   sensor_15 <dbl>, sensor_16 <dbl>, sensor_17 <int>, sensor_18 <int>,
## #   sensor_19 <dbl>, sensor_20 <dbl>, sensor_21 <dbl>, delta <int>
```

Tampoco tenemos registros duplicados

```
## # A tibble: 0 x 27
## # ... with 27 variables: id <chr>, ciclo <int>, conf_1 <dbl>,
## #   conf_2 <dbl>, conf_3 <dbl>, sensor_01 <dbl>, sensor_02 <dbl>,
## #   sensor_03 <dbl>, sensor_04 <dbl>, sensor_05 <dbl>, sensor_06 <dbl>,
## #   sensor_07 <dbl>, sensor_08 <dbl>, sensor_09 <dbl>, sensor_10 <dbl>,
## #   sensor_11 <dbl>, sensor_12 <dbl>, sensor_13 <dbl>, sensor_14 <dbl>,
## #   sensor_15 <dbl>, sensor_16 <dbl>, sensor_17 <int>, sensor_18 <int>,
## #   sensor_19 <dbl>, sensor_20 <dbl>, sensor_21 <dbl>, delta <int>
```

Nuestro archivo cuenta con 29 columnas:

- ID: El identificador único por motor

- Ciclo: Indica de qué ciclo son las lecturas pertenecientes a la motor indicada en el campo "ID"
- Conf_[n]: Con $n = 1, 2, 3$. Configuración hecha por el operador al inicio del ciclo de la motor
- Sensor_[m]: Con $m = 1, 2, \dots, 21$. Lectura de sensores
- Delta: Indica si los registros contienen censura (0) o no (1)

```
## Observations: 75,738
```

```
## Variables: 27
```

```
## $ id      <chr> "e1", "e1", "e1", "e1", "e1", "e1", "e1", "e1", "e1"...
## $ ciclo   <int> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 1...
## $ conf_1   <dbl> 10.0047, 0.0015, 34.9986, 20.0031, 42.0041, 20.0032,...
## $ conf_2   <dbl> 0.2501, 0.0003, 0.8401, 0.7005, 0.8405, 0.7017, 0.84...
## $ conf_3   <dbl> 20, 100, 60, 0, 40, 0, 40, 100, 100, 40, 80, 60, 40,...
## $ sensor_01 <dbl> 489.05, 518.67, 449.44, 491.19, 445.00, 491.19, 445....
## $ sensor_02 <dbl> 604.13, 642.13, 555.42, 607.03, 549.52, 607.37, 549....
## $ sensor_03 <dbl> 1499.45, 1584.55, 1368.17, 1488.44, 1354.48, 1480.46...
## $ sensor_04 <dbl> 1309.95, 1403.96, 1122.49, 1249.18, 1124.32, 1258.90...
## $ sensor_05 <dbl> 10.52, 14.62, 5.48, 9.35, 3.91, 9.35, 3.91, 14.62, 1...
## $ sensor_06 <dbl> 15.49, 21.61, 8.00, 13.65, 5.71, 13.65, 5.71, 21.61,...
## $ sensor_07 <dbl> 394.88, 553.67, 194.93, 334.82, 138.24, 334.51, 139....
## $ sensor_08 <dbl> 2318.87, 2388.01, 2222.86, 2323.85, 2211.80, 2323.94...
## $ sensor_09 <dbl> 8770.20, 9045.76, 8343.91, 8721.53, 8314.56, 8711.44...
## $ sensor_10 <dbl> 1.26, 1.30, 1.02, 1.08, 1.02, 1.08, 1.02, 1.30, 1.30...
## $ sensor_11 <dbl> 45.40, 47.29, 41.92, 44.26, 41.79, 44.40, 42.09, 47....
## $ sensor_12 <dbl> 372.15, 521.81, 183.26, 314.84, 130.44, 315.36, 130....
## $ sensor_13 <dbl> 2388.13, 2388.15, 2387.95, 2388.07, 2387.89, 2388.05...
## $ sensor_14 <dbl> 8120.83, 8132.87, 8063.84, 8052.30, 8083.67, 8053.17...
## $ sensor_15 <dbl> 8.6216, 8.3907, 9.3557, 9.2231, 9.2986, 9.2276, 9.37...
## $ sensor_16 <dbl> 0.03, 0.03, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.03...
## $ sensor_17 <int> 368, 391, 334, 364, 330, 364, 331, 391, 392, 330, 30...
## $ sensor_18 <int> 2319, 2388, 2223, 2324, 2212, 2324, 2212, 2388, 2388...
## $ sensor_19 <dbl> 100.00, 100.00, 100.00, 100.00, 100.00, 100.00, 100....
## $ sensor_20 <dbl> 28.58, 38.99, 14.83, 24.42, 10.99, 24.44, 10.53, 38....
## $ sensor_21 <dbl> 17.1735, 23.3619, 8.8555, 14.7832, 6.4025, 14.7019, ...
## $ delta    <int> 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1...
```

Analizando cada variable.

ID: Nuestra base cuenta con registros de 436 motores

```
## [1] 436
```

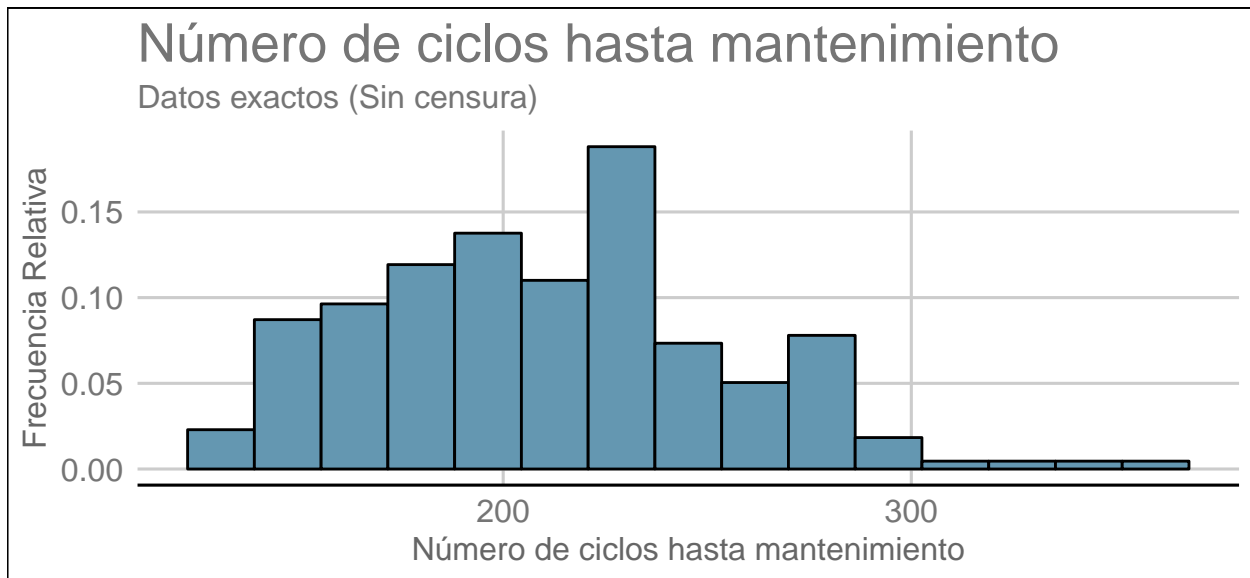
Delta: De las 436 motores, el 50% (218) cuenta con censura a la derecha y el otro 50% de motores tiene datos exactos

```
## maquinas
```

```
## 1      218
```

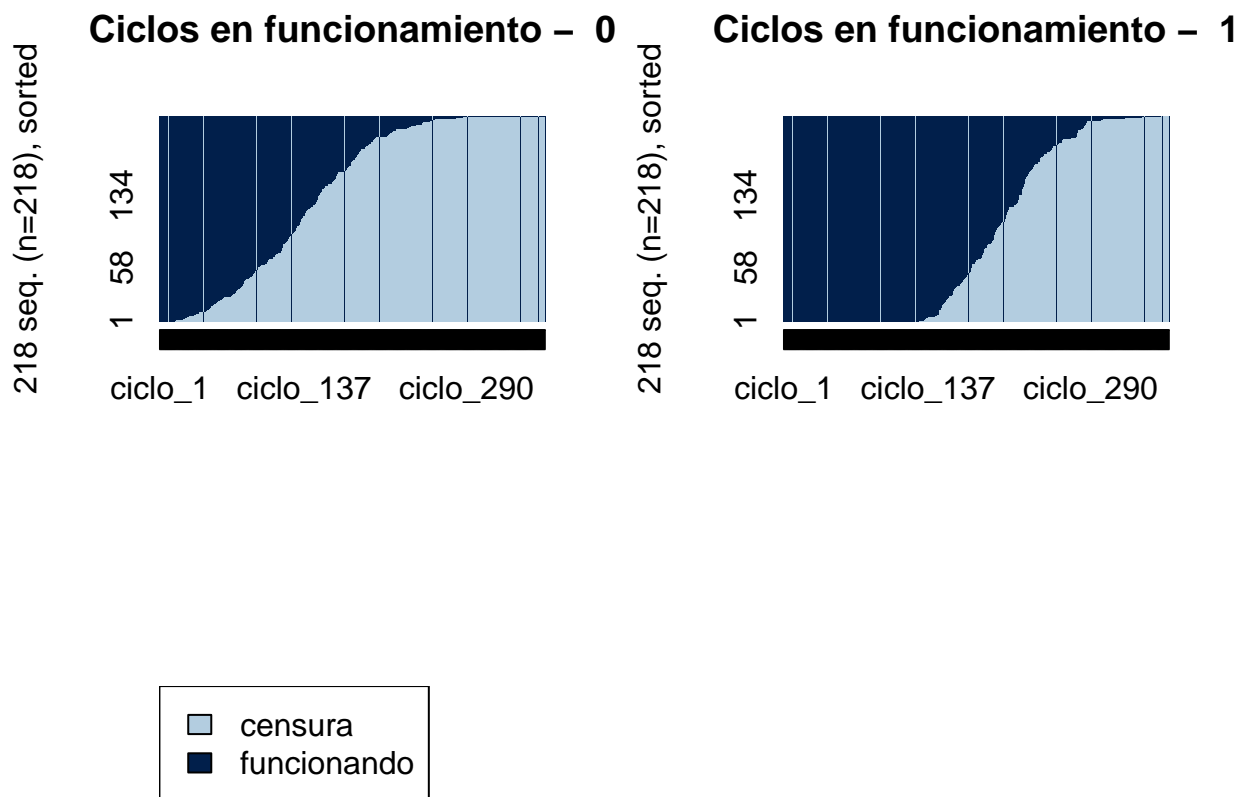
Ciclo: Analizando solo los datos exactos vemos que la cantidad mínima de ciclos es 128 y la máxima es 357, además su distribución está sesgada a la derecha alrededor de 209 ciclos

```
##      maquina      ciclos
## e1      : 1   Min.    :128.0
## e10     : 1   1st Qu.:177.0
## e100    : 1   Median :209.5
## e101    : 1   Mean   :210.6
## e102    : 1   3rd Qu.:236.0
## e103    : 1   Max.    :357.0
## (Other):212
```



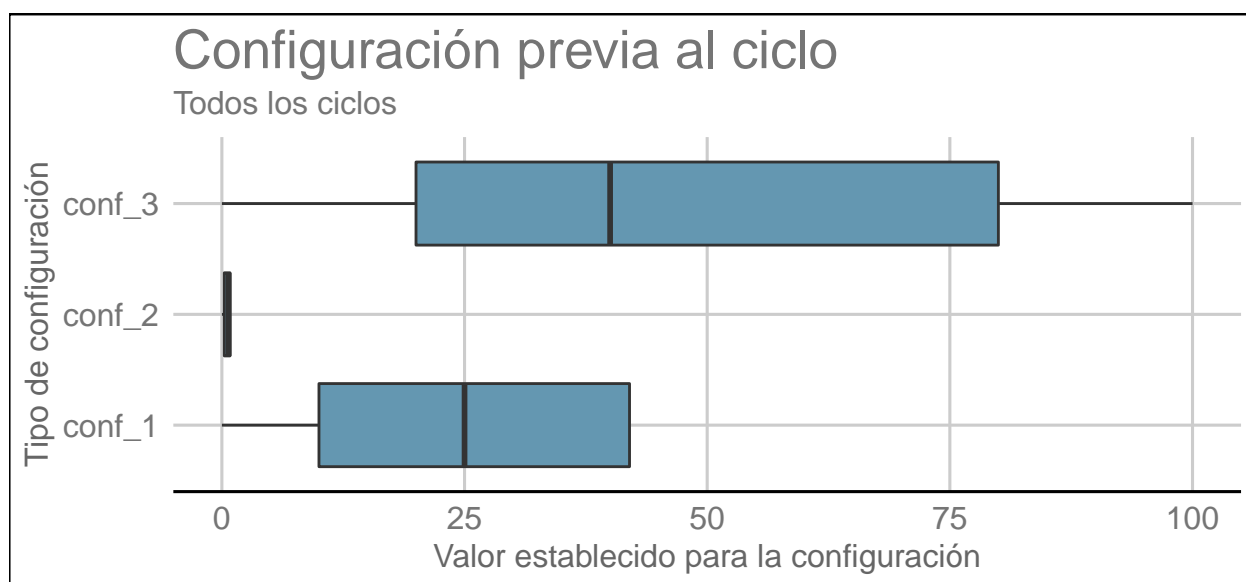
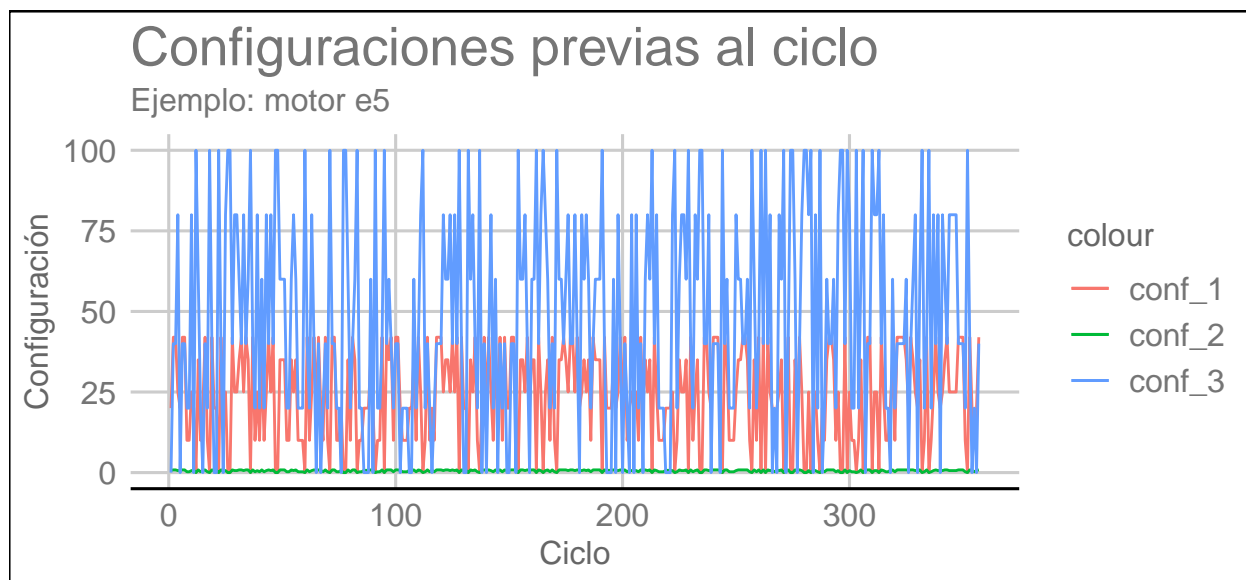
Veamos que como es esperado las maquinas con censura tienen una cantidad de ciclos menor a la de los registros sin censura

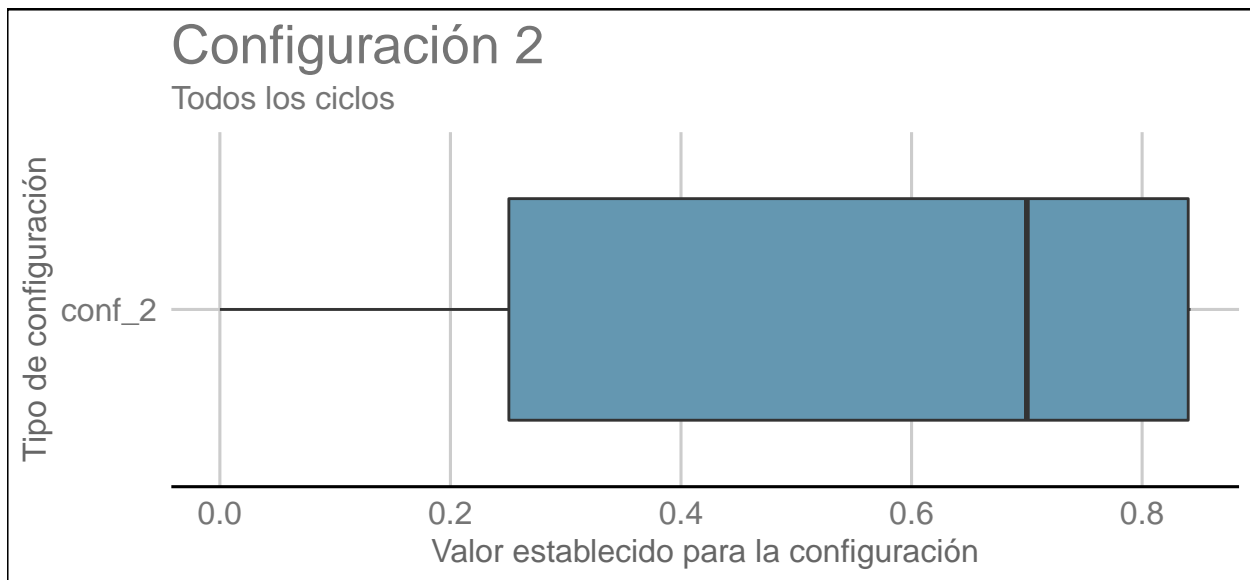
```
##  [>] 2 distinct states appear in the data:
##      1 = 0
##      2 = 1
##  [>] state coding:
##      [alphabet] [label] [long label]
##      1  0      0      censura
##      2  1      1      funcionando
##  [>] 436 sequences in the data set
##  [>] min/max sequence length: 364/364
```



Conf__[n]: Los operadores realizan tres configuraciones antes de cada ciclo.

##	conf_1	conf_2	conf_3
##	Min. : 0.00	Min. :0.0000	Min. : 0.00
##	1st Qu.:10.00	1st Qu.:0.2507	1st Qu.: 20.00
##	Median :25.00	Median :0.7000	Median : 40.00
##	Mean :24.04	Mean :0.5720	Mean : 49.08
##	3rd Qu.:42.00	3rd Qu.:0.8400	3rd Qu.: 80.00
##	Max. :42.01	Max. :0.8420	Max. :100.00





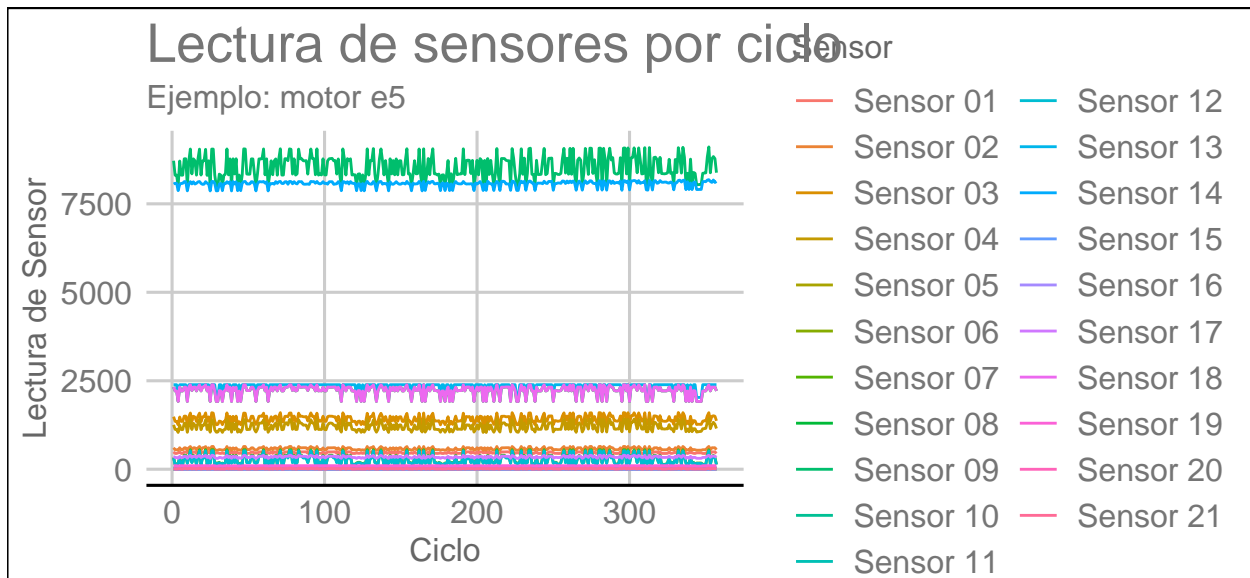
5.1.1. Sensores

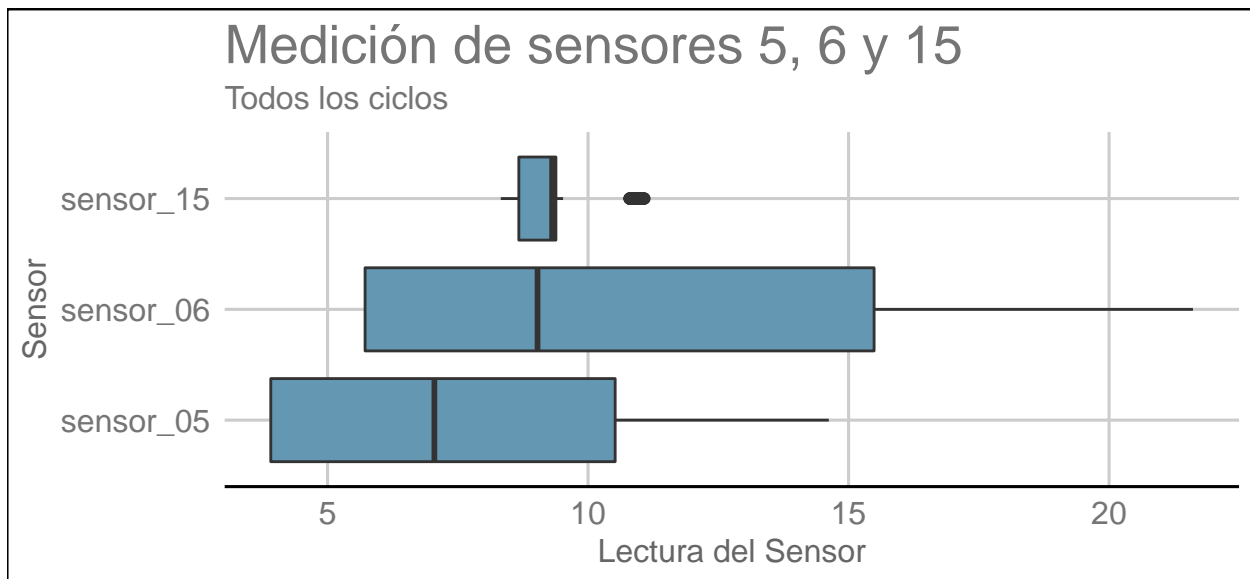
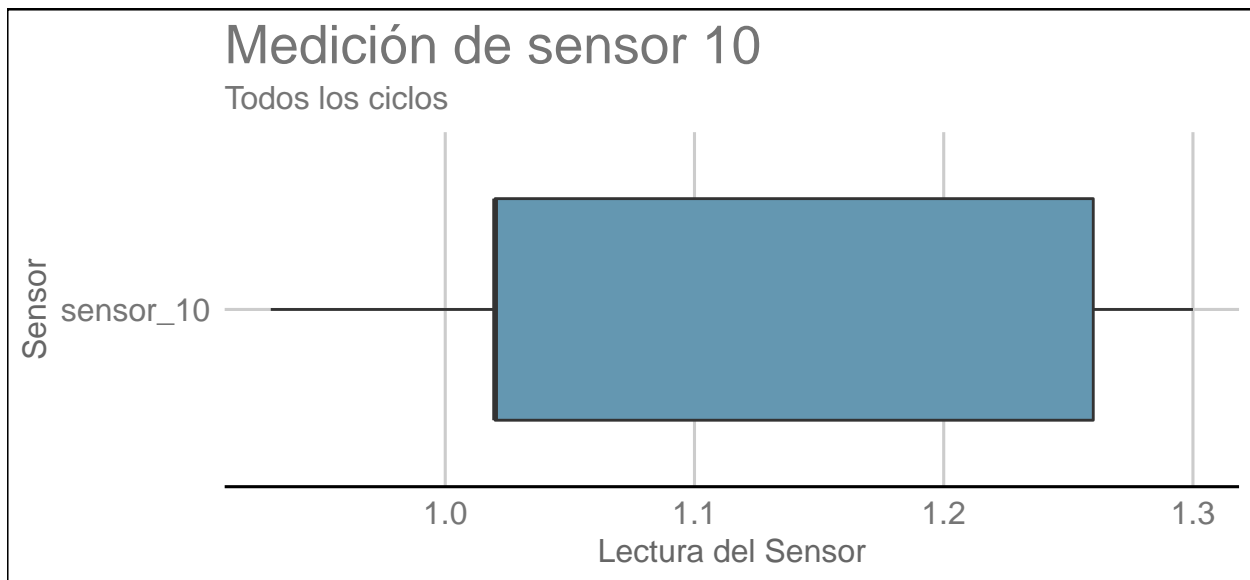
##	sensor_01	sensor_02	sensor_03	sensor_04
##	Min. :445.0	Min. :535.6	Min. :1244	Min. :1029
##	1st Qu.:445.0	1st Qu.:549.5	1st Qu.:1352	1st Qu.:1123
##	Median :462.5	Median :555.9	Median :1368	Median :1137
##	Mean :472.8	Mean :579.5	Mean :1419	Mean :1204
##	3rd Qu.:491.2	3rd Qu.:607.3	3rd Qu.:1499	3rd Qu.:1306
##	Max. :518.7	Max. :644.4	Max. :1615	Max. :1442
##	sensor_05	sensor_06	sensor_07	sensor_08
##	Min. : 3.910	Min. : 5.71	Min. :136.8	Min. :1915
##	1st Qu.: 3.910	1st Qu.: 5.72	1st Qu.:139.7	1st Qu.:2212
##	Median : 7.050	Median : 9.03	Median :194.7	Median :2223
##	Mean : 8.024	Mean :11.59	Mean :282.3	Mean :2228
##	3rd Qu.:10.520	3rd Qu.:15.49	3rd Qu.:394.2	3rd Qu.:2324
##	Max. :14.620	Max. :21.61	Max. :555.7	Max. :2388
##	sensor_09	sensor_10	sensor_11	sensor_12
##	Min. :7983	Min. :0.930	Min. :36.21	Min. :129.2
##	1st Qu.:8321	1st Qu.:1.020	1st Qu.:41.90	1st Qu.:131.3
##	Median :8358	Median :1.020	Median :42.32	Median :183.2
##	Mean :8522	Mean :1.095	Mean :42.95	Mean :265.8
##	3rd Qu.:8777	3rd Qu.:1.260	3rd Qu.:45.34	3rd Qu.:371.3
##	Max. :9217	Max. :1.300	Max. :48.39	Max. :523.5
##	sensor_13	sensor_14	sensor_15	sensor_16
##	Min. :2028	Min. :7852	Min. : 8.325	Min. :0.02000
##	1st Qu.:2388	1st Qu.:8061	1st Qu.: 8.671	1st Qu.:0.02000
##	Median :2388	Median :8081	Median : 9.310	Median :0.02000
##	Mean :2334	Mean :8065	Mean : 9.326	Mean :0.02325

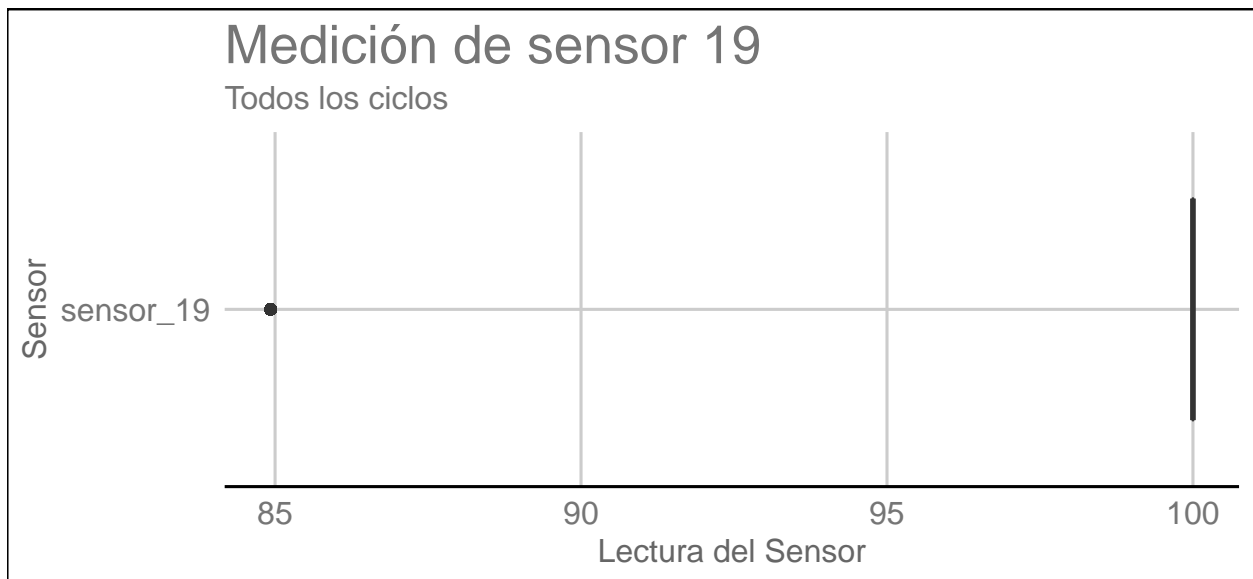
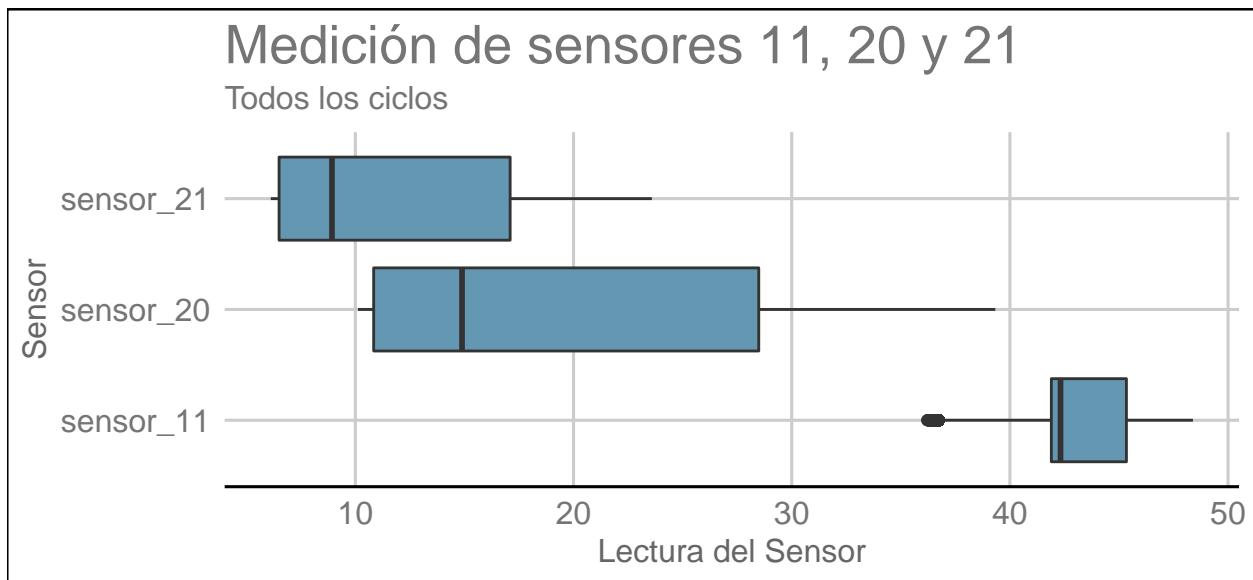
```

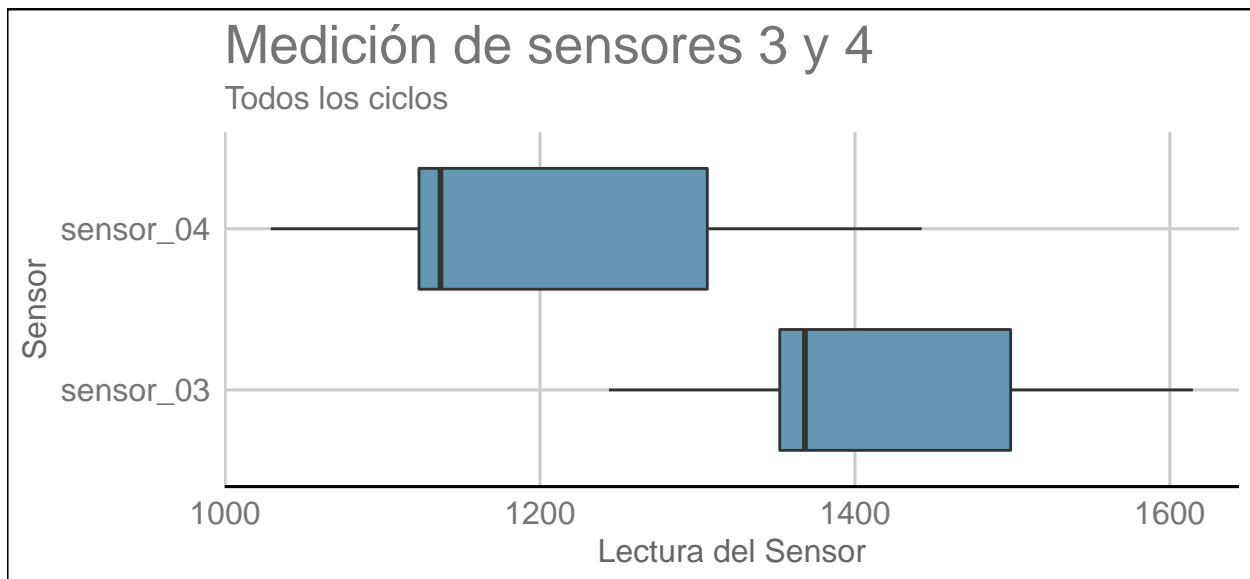
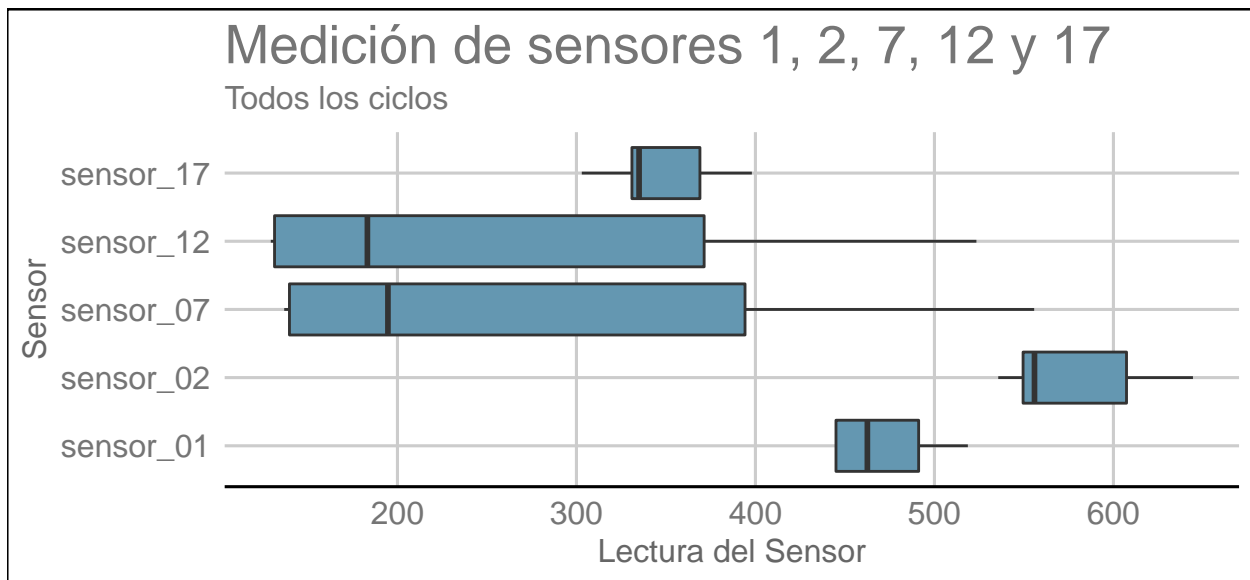
## 3rd Qu.:2388 3rd Qu.:8126 3rd Qu.: 9.383 3rd Qu.:0.03000
## Max. :2391 Max. :8275 Max. :11.083 Max. :0.03000
## sensor_17 sensor_18 sensor_19 sensor_20
## Min. :303.0 Min. :1915 Min. : 84.93 Min. :10.12
## 1st Qu.:331.0 1st Qu.:2212 1st Qu.:100.00 1st Qu.:10.84
## Median :335.0 Median :2223 Median :100.00 Median :14.89
## Mean :348.1 Mean :2228 Mean : 97.75 Mean :20.78
## 3rd Qu.:369.0 3rd Qu.:2324 3rd Qu.:100.00 3rd Qu.:28.49
## Max. :398.0 Max. :2388 Max. :100.00 Max. :39.33
## sensor_21
## Min. : 6.124
## 1st Qu.: 6.505
## Median : 8.929
## Mean :12.466
## 3rd Qu.:17.096
## Max. :23.592

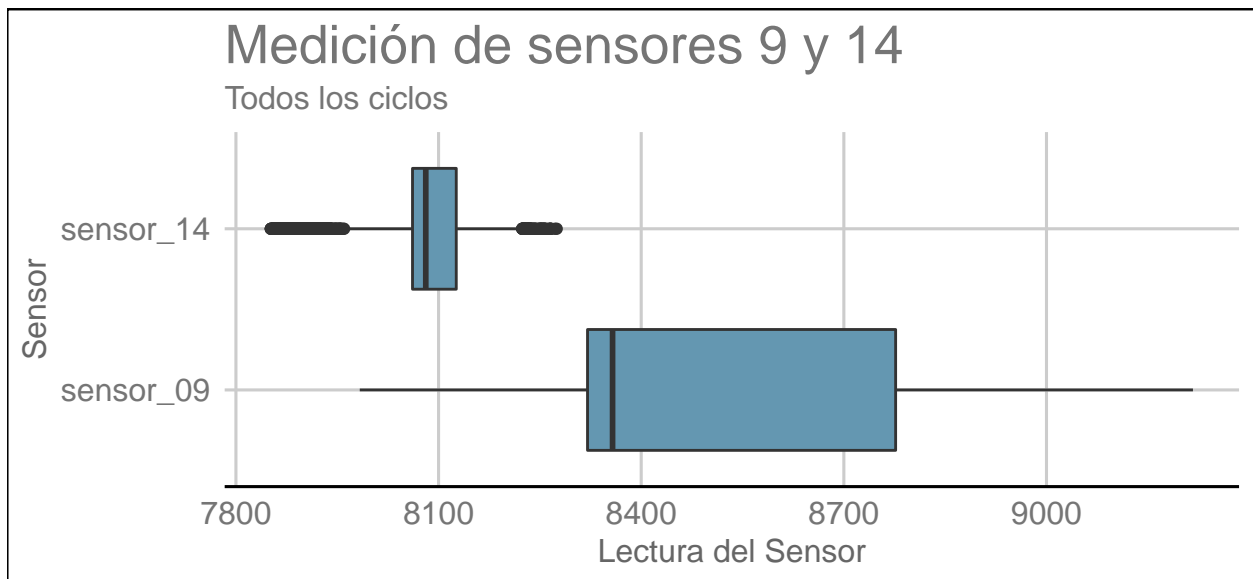
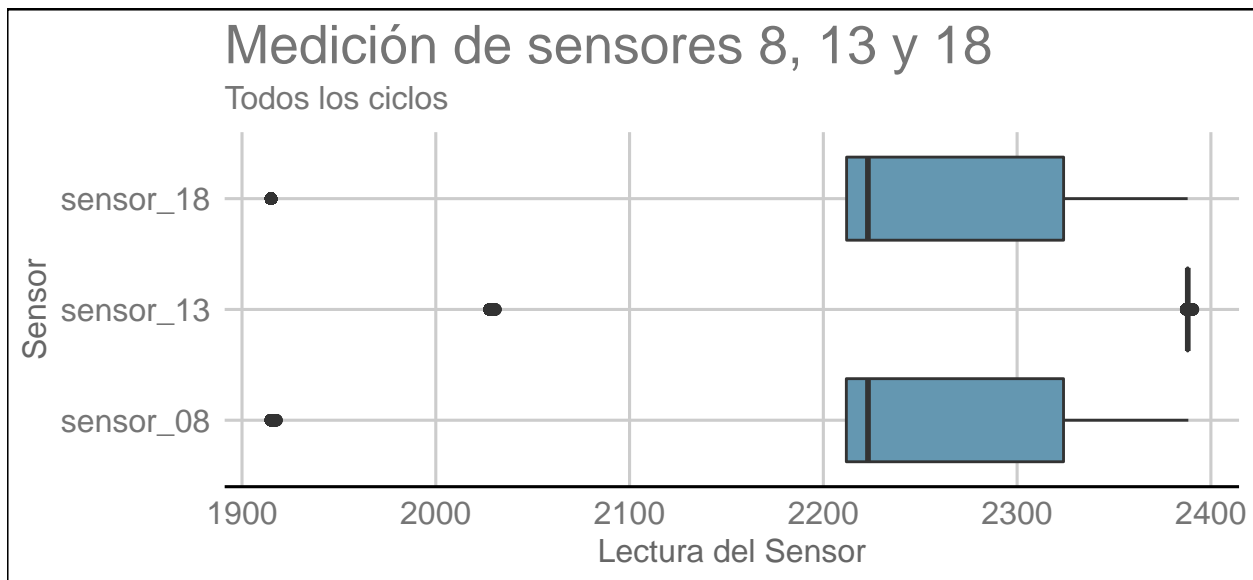
```











5.2. Tabla de Kaplan Meier

Cuadro 7: Tabla del estimador Kaplan Meier

Tiempo	Riesgo	Eventos	Censurado	Supervivencia	Intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
15	436	0	1	1.000	NA	NA
16	435	0	1	1.000	NA	NA
23	434	0	1	1.000	NA	NA
25	433	0	1	1.000	NA	NA

Cuadro 7: Tabla del estimador Kaplan Meier (*continued*)

Tiempo	Riesgo	Eventos	Censurado	Supervivencia	Intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
26	432	0	1	1.000	NA	NA
28	431	0	1	1.000	NA	NA
33	430	0	1	1.000	NA	NA
35	429	0	1	1.000	NA	NA
38	428	0	2	1.000	NA	NA
39	426	0	1	1.000	NA	NA
44	425	0	1	1.000	NA	NA
45	424	0	1	1.000	NA	NA
47	423	0	1	1.000	NA	NA
48	422	0	1	1.000	NA	NA
49	421	0	2	1.000	NA	NA
51	419	0	1	1.000	NA	NA
52	418	0	1	1.000	NA	NA
54	417	0	1	1.000	NA	NA
55	416	0	1	1.000	NA	NA
56	415	0	1	1.000	NA	NA
58	414	0	1	1.000	NA	NA
59	413	0	1	1.000	NA	NA
60	412	0	1	1.000	NA	NA
61	411	0	1	1.000	NA	NA
68	410	0	1	1.000	NA	NA
69	409	0	2	1.000	NA	NA
70	407	0	1	1.000	NA	NA
72	406	0	1	1.000	NA	NA
73	405	0	2	1.000	NA	NA
74	403	0	1	1.000	NA	NA
75	402	0	1	1.000	NA	NA
76	401	0	1	1.000	NA	NA
77	400	0	1	1.000	NA	NA
78	399	0	1	1.000	NA	NA
79	398	0	2	1.000	NA	NA
80	396	0	3	1.000	NA	NA
81	393	0	1	1.000	NA	NA
82	392	0	1	1.000	NA	NA
85	391	0	1	1.000	NA	NA
86	390	0	1	1.000	NA	NA
87	389	0	1	1.000	NA	NA
88	388	0	1	1.000	NA	NA
89	387	0	2	1.000	NA	NA

Cuadro 7: Tabla del estimador Kaplan Meier (*continued*)

Tiempo	Riesgo	Eventos	Censurado	Supervivencia	Intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
90	385	0	1	1.000	NA	NA
91	384	0	2	1.000	NA	NA
92	382	0	1	1.000	NA	NA
93	381	0	3	1.000	NA	NA
95	378	0	1	1.000	NA	NA
96	377	0	1	1.000	NA	NA
100	376	0	1	1.000	NA	NA
102	375	0	2	1.000	NA	NA
103	373	0	2	1.000	NA	NA
104	371	0	1	1.000	NA	NA
107	370	0	1	1.000	NA	NA
108	369	0	2	1.000	NA	NA
109	367	0	2	1.000	NA	NA
110	365	0	1	1.000	NA	NA
112	364	0	1	1.000	NA	NA
115	363	0	2	1.000	NA	NA
116	361	0	3	1.000	NA	NA
117	358	0	4	1.000	NA	NA
119	354	0	1	1.000	NA	NA
120	353	0	2	1.000	NA	NA
121	351	0	1	1.000	NA	NA
122	350	0	2	1.000	NA	NA
123	348	0	2	1.000	NA	NA
124	346	0	1	1.000	NA	NA
125	345	0	2	1.000	NA	NA
126	343	0	1	1.000	NA	NA
127	342	0	1	1.000	NA	NA
128	341	1	1	0.997	0.979	1.000
129	339	0	3	0.997	0.979	1.000
130	336	0	2	0.997	0.979	1.000
132	334	0	2	0.997	0.979	1.000
133	332	1	3	0.994	0.976	0.999
134	328	1	3	0.991	0.972	0.997
135	324	1	1	0.988	0.968	0.995
136	322	0	2	0.988	0.968	0.995
137	320	1	0	0.985	0.964	0.994
138	319	0	3	0.985	0.964	0.994
139	316	0	2	0.985	0.964	0.994
140	314	0	1	0.985	0.964	0.994

Cuadro 7: Tabla del estimador Kaplan Meier (*continued*)

Tiempo	Riesgo	Eventos	Censurado	Supervivencia	Intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
141	313	0	1	0.985	0.964	0.994
142	312	0	1	0.985	0.964	0.994
143	311	1	1	0.982	0.960	0.992
144	309	0	1	0.982	0.960	0.992
145	308	1	2	0.979	0.955	0.990
147	305	6	1	0.959	0.931	0.976
148	298	0	2	0.959	0.931	0.976
149	296	2	2	0.953	0.923	0.971
150	292	3	4	0.943	0.911	0.964
151	285	1	1	0.940	0.907	0.961
152	283	1	2	0.936	0.903	0.959
153	280	1	1	0.933	0.899	0.956
154	278	2	3	0.926	0.891	0.950
155	273	1	1	0.923	0.887	0.948
156	271	1	1	0.920	0.883	0.945
157	269	2	2	0.913	0.875	0.939
159	265	2	2	0.906	0.867	0.934
160	261	4	0	0.892	0.851	0.922
161	257	2	0	0.885	0.843	0.916
162	255	1	0	0.882	0.839	0.913
163	254	1	2	0.878	0.836	0.910
164	251	1	1	0.875	0.832	0.907
165	249	0	1	0.875	0.832	0.907
166	248	0	1	0.875	0.832	0.907
167	247	2	3	0.867	0.824	0.901
168	242	1	2	0.864	0.820	0.898
169	239	1	2	0.860	0.816	0.895
170	236	2	0	0.853	0.807	0.889
171	234	1	0	0.849	0.803	0.885
172	233	1	0	0.846	0.799	0.882
173	232	1	0	0.842	0.795	0.879
174	231	3	1	0.831	0.783	0.869
175	227	2	1	0.824	0.775	0.863
176	224	1	1	0.820	0.771	0.860
177	222	4	2	0.805	0.755	0.846
178	216	4	1	0.790	0.739	0.833
179	211	0	1	0.790	0.739	0.833
181	210	2	4	0.783	0.731	0.826
182	204	2	1	0.775	0.722	0.819

Cuadro 7: Tabla del estimador Kaplan Meier (*continued*)

Tiempo	Riesgo	Eventos	Censurado	Supervivencia	Intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
183	201	0	1	0.775	0.722	0.819
184	200	1	0	0.771	0.718	0.816
185	199	0	2	0.771	0.718	0.816
186	197	1	1	0.767	0.714	0.812
187	195	1	2	0.763	0.710	0.809
188	192	3	2	0.752	0.697	0.798
189	187	2	2	0.744	0.688	0.791
190	183	4	1	0.727	0.671	0.776
191	178	1	2	0.723	0.666	0.772
192	175	3	0	0.711	0.653	0.761
193	172	1	0	0.707	0.649	0.757
194	171	0	2	0.707	0.649	0.757
195	169	0	1	0.707	0.649	0.757
196	168	1	0	0.702	0.644	0.753
197	167	3	1	0.690	0.631	0.741
198	163	1	1	0.686	0.626	0.737
199	161	5	0	0.664	0.604	0.718
200	156	3	2	0.652	0.591	0.706
201	151	2	0	0.643	0.582	0.698
202	149	2	2	0.634	0.573	0.689
203	145	1	1	0.630	0.568	0.685
204	143	1	1	0.625	0.564	0.681
205	141	2	1	0.617	0.554	0.673
206	138	2	0	0.608	0.545	0.664
207	136	1	0	0.603	0.540	0.660
209	135	3	1	0.590	0.527	0.647
210	131	4	0	0.572	0.508	0.630
211	127	3	0	0.558	0.494	0.617
212	124	2	0	0.549	0.485	0.609
213	122	3	0	0.536	0.472	0.596
215	119	1	1	0.531	0.467	0.591
216	117	0	1	0.531	0.467	0.591
217	116	0	1	0.531	0.467	0.591
218	115	2	1	0.522	0.458	0.582
220	112	1	1	0.517	0.453	0.578
221	110	1	1	0.513	0.448	0.573
222	108	3	0	0.498	0.434	0.560
223	105	5	0	0.475	0.410	0.536
224	100	0	2	0.475	0.410	0.536

Cuadro 7: Tabla del estimador Kaplan Meier (*continued*)

Tiempo	Riesgo	Eventos	Censurado	Supervivencia	Intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
225	98	6	0	0.446	0.381	0.508
226	92	3	0	0.431	0.367	0.494
227	89	3	0	0.417	0.353	0.479
228	86	5	0	0.392	0.329	0.455
229	81	2	0	0.383	0.320	0.445
230	79	1	0	0.378	0.315	0.440
231	78	2	0	0.368	0.306	0.431
232	76	2	0	0.358	0.296	0.421
233	74	2	0	0.349	0.287	0.411
234	72	1	1	0.344	0.282	0.406
235	70	1	0	0.339	0.278	0.401
236	69	2	1	0.329	0.268	0.391
237	66	2	0	0.319	0.259	0.381
238	64	1	1	0.314	0.254	0.376
241	62	2	0	0.304	0.245	0.366
242	60	4	1	0.284	0.226	0.345
243	55	1	0	0.279	0.221	0.339
245	54	1	0	0.273	0.216	0.334
246	53	3	0	0.258	0.201	0.318
248	50	0	2	0.258	0.201	0.318
249	48	2	1	0.247	0.192	0.307
252	45	1	0	0.242	0.186	0.301
253	44	1	0	0.236	0.181	0.295
254	43	2	0	0.225	0.171	0.284
255	41	2	0	0.214	0.161	0.272
256	39	0	1	0.214	0.161	0.272
258	38	1	1	0.209	0.156	0.267
259	36	1	0	0.203	0.151	0.260
260	35	1	1	0.197	0.146	0.254
263	33	3	0	0.179	0.129	0.236
264	30	1	0	0.173	0.124	0.229
272	29	1	0	0.167	0.119	0.223
275	28	0	1	0.167	0.119	0.223
276	27	1	0	0.161	0.113	0.216
277	26	5	0	0.130	0.086	0.183
278	21	3	0	0.111	0.071	0.162
280	18	0	1	0.111	0.071	0.162
281	17	1	0	0.105	0.065	0.155
283	16	1	0	0.098	0.060	0.148

Cuadro 7: Tabla del estimador Kaplan Meier (*continued*)

Tiempo	Riesgo	Eventos	Censurado	Supervivencia	Intervalo de confianza	
					Inferior	Superior
284	15	2	0	0.085	0.050	0.133
285	13	1	0	0.079	0.045	0.125
286	12	2	0	0.066	0.035	0.110
287	10	2	1	0.052	0.025	0.094
300	7	1	0	0.045	0.020	0.085
302	6	1	0	0.037	0.015	0.076
317	5	1	0	0.030	0.011	0.067
323	4	1	0	0.022	0.006	0.057
339	3	1	0	0.015	0.003	0.047
357	2	1	0	0.007	0.001	0.037
364	1	0	1	0.007	0.001	0.037