

# **Identificación de patrones en datos de aceleración obtenidos mediante el celular**

## **Análisis de patrones de movimiento**

Sofía Duque Rendón      Melany Franco Marin      Juan David Trejos

Miguel Ángel Vargas Valencia

viernes, 13 de junio de 2025

## **Tabla de contenidos**

<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Descripción y recolección de los datos</b>	<b>2</b>
timestamp . . . . .	2
AccX . . . . .	2
AccY . . . . .	2
AccZ . . . . .	2
<b>Gráficas exploratorias de X, Y y Z</b>	<b>3</b>
Gráfica X, Y y Z número 1, datos de Sofía . . . . .	3
Análisis de los intervalos de tiempo del sensor para los datos de Sofía. . . . .	4
Gráfica X, Y y Z número 2, datos de Melany . . . . .	5
Gráfica X, Y y Z número, datos de Juan . . . . .	7
Gráfica X, Y y Z número, datos de Miguel . . . . .	9
Gráfica grabación en conjunto . . . . .	10
Gráfica de la aceleración total. . . . .	11
Resumen de todos los datos de aceleración . . . . .	14
Identificación actividad . . . . .	15
Suavizar datos por intervalos . . . . .	15
Inferencia de actividades . . . . .	16
Detección de patrones para los datos de Juan . . . . .	17
Detección de patrones para los datos de Sofía . . . . .	18
Detección de patrones para los datos de Miguel . . . . .	19
Conclusiones: . . . . .	19

Recomendaciones: . . . . .	20
Bibliografía y Cibergrafía . . . . .	20

## Introducción

### Descripción y recolección de los datos

Los datos fueron recolectados utilizando la aplicación *Arduino Science Journal*, que emplea los sensores del teléfono móvil para registrar las aceleraciones en los ejes X, Y y Z. Para este análisis se realizaron cuatro mediciones, de las cuales dos se llevaron a cabo mientras se ejecutaban las mismas actividades.

#### **timestamp**

Marca temporal que indica el momento exacto en que fue tomada cada medición. Se encuentra en formato de milisegundos desde la época UNIX (1 de enero de 1970).

#### **AccX**

Aceleración medida en el eje **X** del dispositivo móvil. Representa la fuerza de aceleración detectada en la dirección horizontal (izquierda-derecha) y se mide en metros por segundo al cuadrado ( $\text{m/s}^2$ ).

#### **AccY**

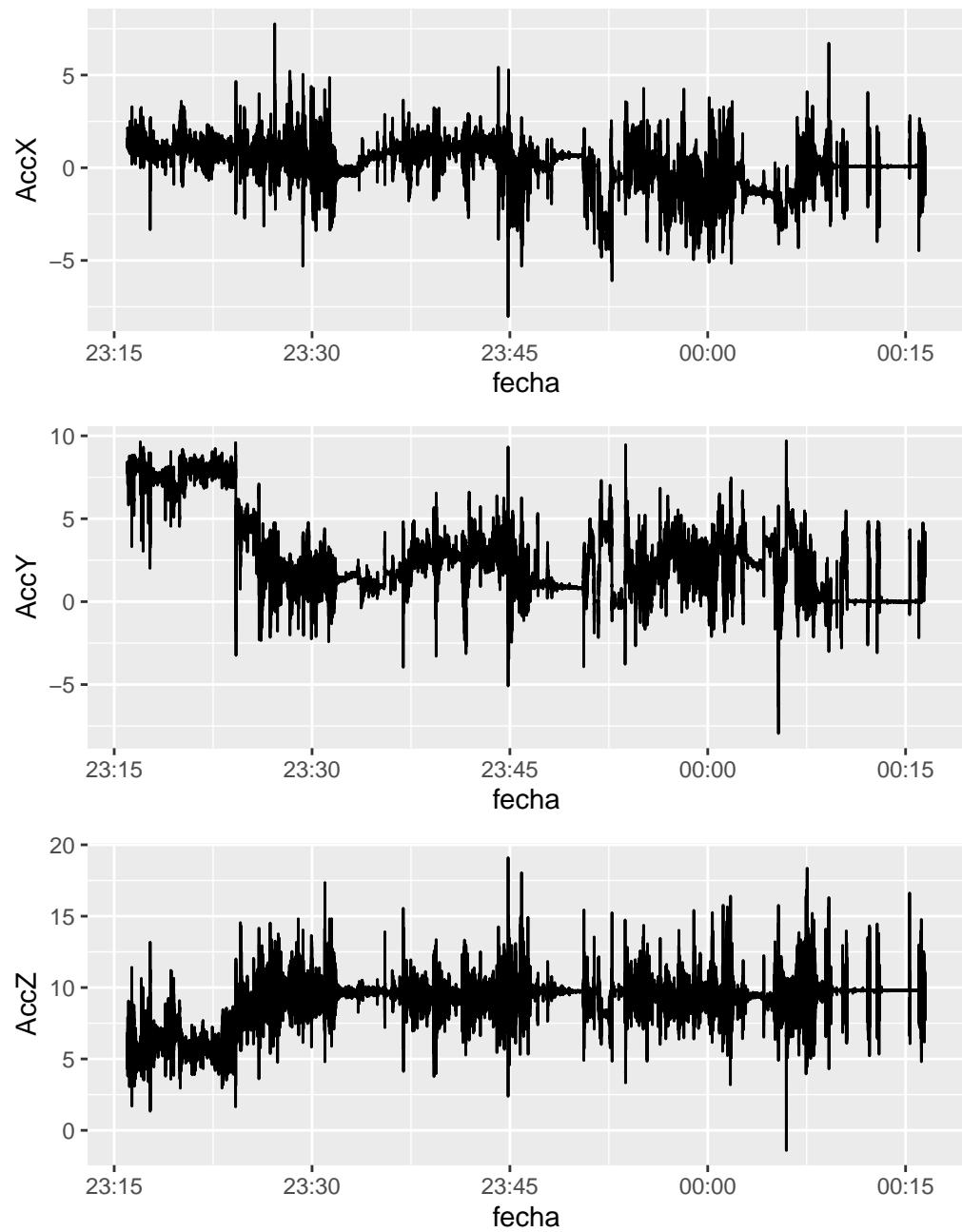
Aceleración medida en el eje **Y** del dispositivo móvil. Representa la fuerza de aceleración en la dirección vertical (arriba-abajo), también en unidades de  $\text{m/s}^2$ .

#### **AccZ**

Aceleración medida en el eje **Z** del dispositivo móvil. Corresponde a la aceleración perpendicular a la pantalla del dispositivo (profundidad), medida igualmente en  $\text{m/s}^2$ .

## Gráficas exploratorias de X, Y y Z

Gráfica X, Y y Z número 1, datos de Sofia



### Análisis de los intervalos de tiempo del sensor para los datos de Sofía.

```
resultadosSofia <- analizar_intervalos_sensor(datosSofia)
```

```
[1] "----- Resumen numérico de los intervalos de tiempo (segundos) -----"
```

```
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.  
0.02600 0.06600 0.06700 0.06667 0.06700 0.09700
```

```
--- Detección de Interrupciones ---
```

```
Umbral (Percentil 95 %): 0.069 segundos
```

```
Número de interrupciones detectadas: 1855
```

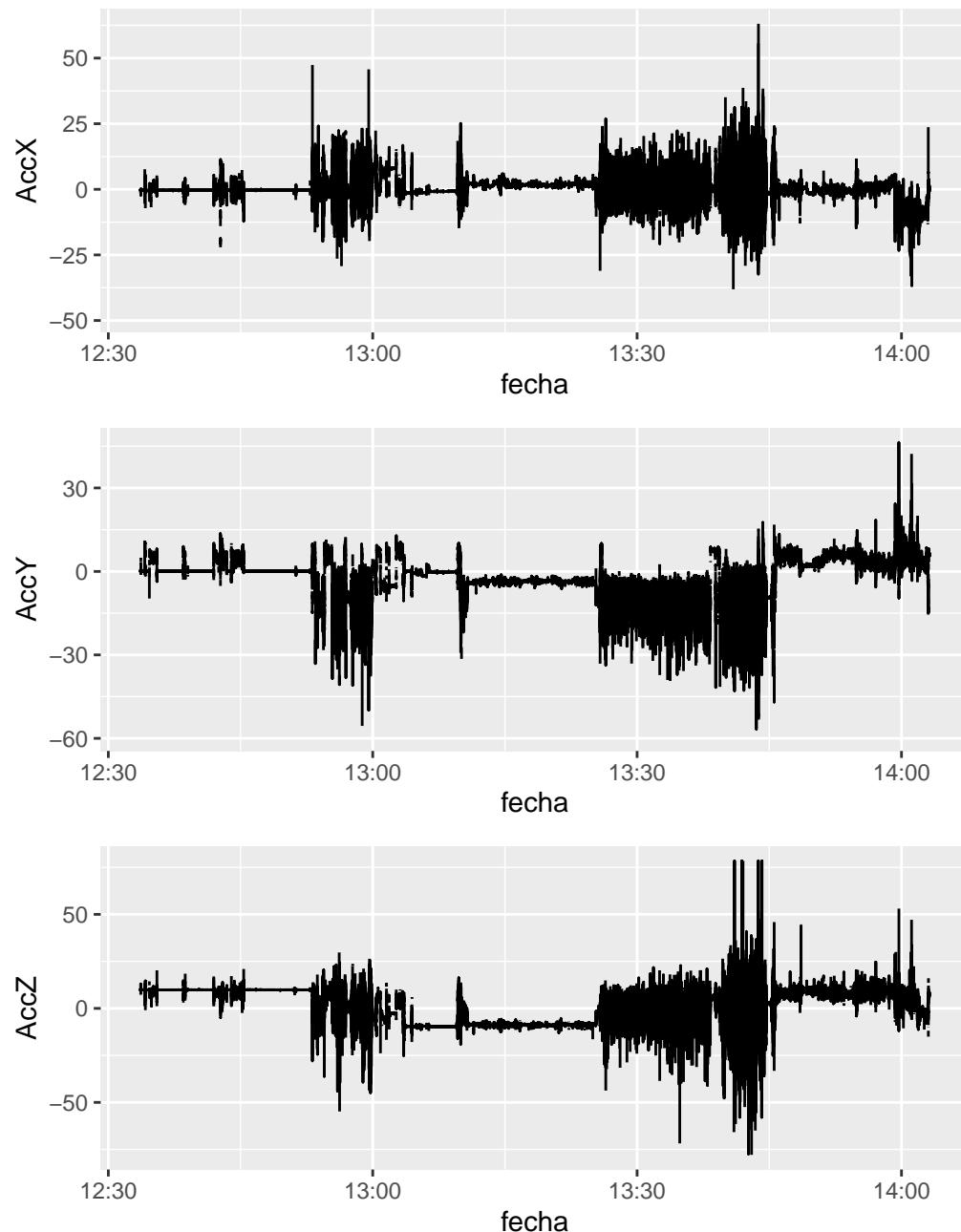
```
Porcentaje de interrupciones sobre el total de mediciones: 3.41 %
```

El análisis de los intervalos de tiempo para los datos de Sofía revela que el sensor operó con una **alta consistencia**. La mediana del intervalo entre mediciones fue de **0.067 segundos** por cada dato de aceleración para cada eje.

Se definió un umbral de **0.069 segundos** (el percentil 95) para identificar las pausas más significativas. Se detectaron 1855 intervalos (el 5% más largo) que superaron este umbral, con una pausa máxima registrada de 0.097 segundos. La estabilidad del muestreo es notable, ya que el 96% de los datos se registraron con un intervalo de 0.069 segundos o menos.

Estas pausas más largas, aunque presentes, son infrecuentes y probablemente se deban a procesos del sistema operativo del móvil. Dada la alta consistencia general, estas irregularidades no deberían impactar de forma significativa el análisis posterior.

## Gráfica X, Y y Z número 2, datos de Melany



```
[1] "----- Resumen numérico de los intervalos de tiempo (segundos) -----"  
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
```

0.00100 0.00100 0.01900 0.01334 0.02000 0.29300

--- Detección de Interrupciones ---

Umbral (Percentil 95 %): 0.021 segundos

Número de interrupciones detectadas: 7535

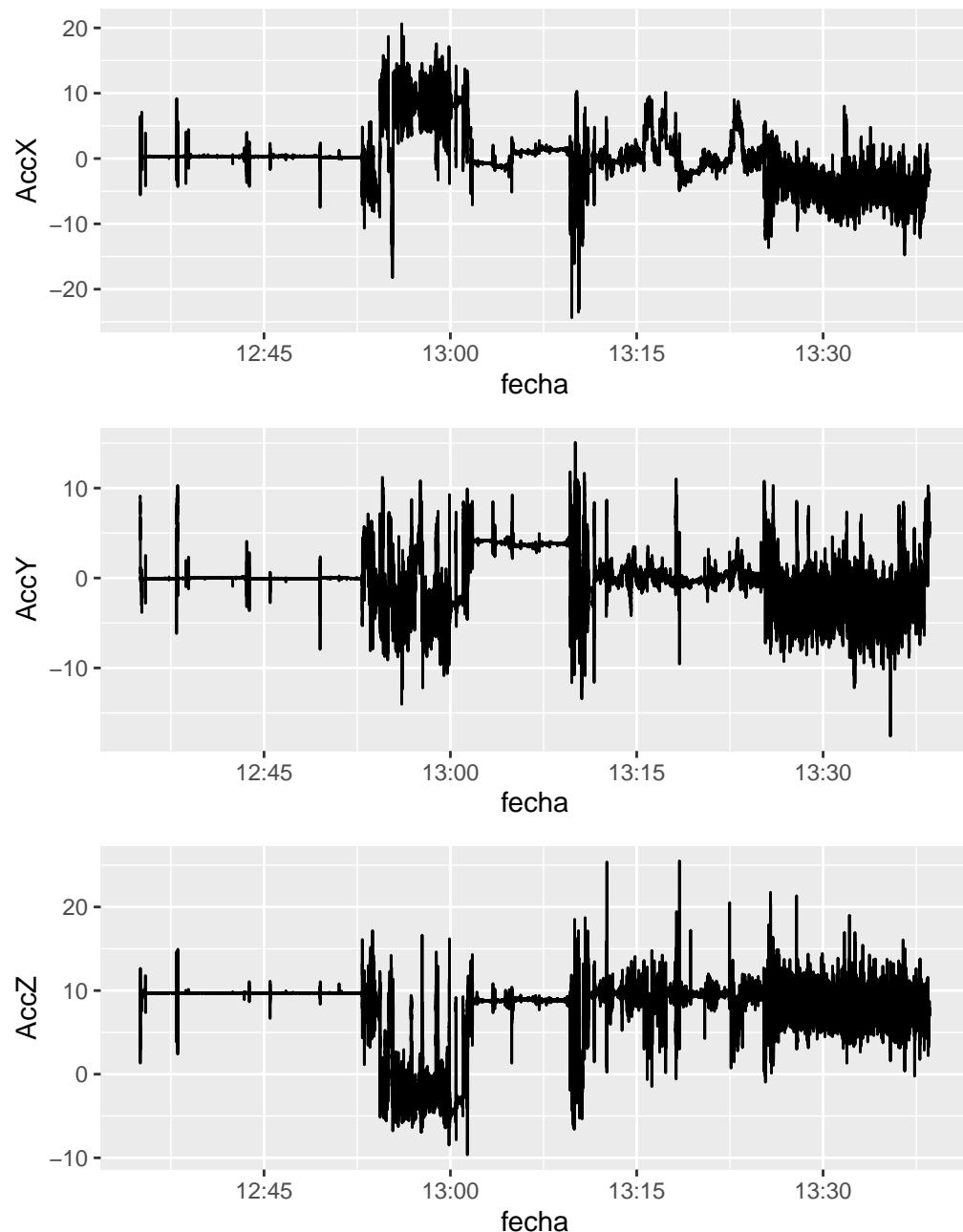
Porcentaje de interrupciones sobre el total de mediciones: 1.87 %

El análisis de los intervalos de tiempo para los datos de Melany revela que el sensor operó con una **excelente consistencia**. La mediana del intervalo entre mediciones fue de **0.019 segundos** por cada dato de aceleración para cada eje.

Se definió un umbral de **0.021 segundos** (el percentil 95) para identificar las pausas más significativas. Se detectaron 1855 intervalos (el 5% más largo) que superaron este umbral, con una pausa máxima registrada de 0.293 segundos. La estabilidad del muestreo es notable, ya que el 98% de los datos se registraron con un intervalo de 0.021 segundos o menos.

Estas pausas más largas, aunque presentes, son infrecuentes y probablemente se deban a procesos del sistema operativo del móvil. Dada la alta consistencia general, estas irregularidades no deberían impactar de forma significativa el análisis posterior.

### Gráfica X, Y y Z número, datos de Juan



```
[1] "----- Resumen numérico de los intervalos de tiempo (segundos) -----"  
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
```

0.00600 0.06500 0.06700 0.06672 0.06800 0.77000

--- Detección de Interrupciones ---

Umbral (Percentil 95 %): 0.072 segundos

Número de interrupciones detectadas: 2598

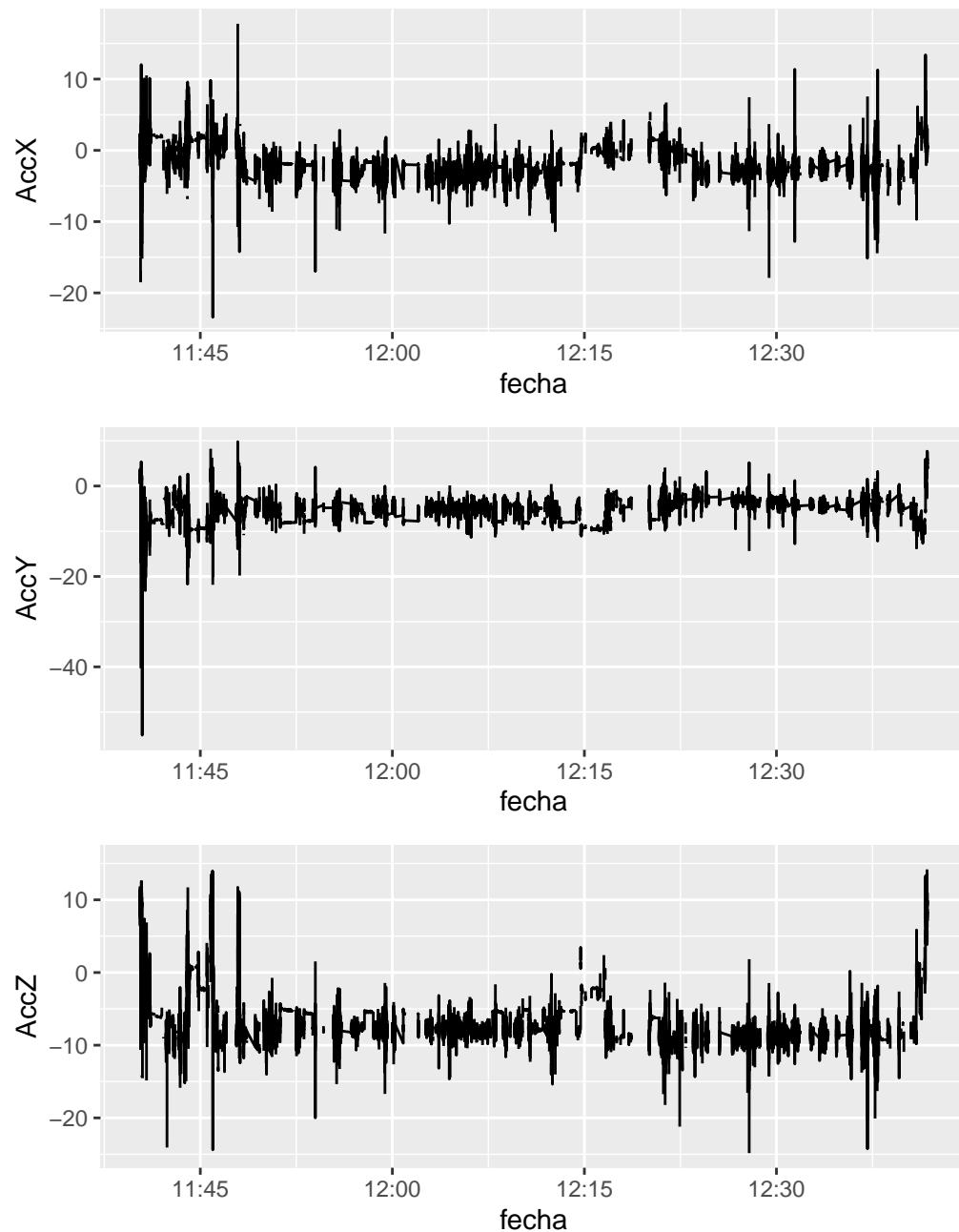
Porcentaje de interrupciones sobre el total de mediciones: 4.55 %

El análisis de los intervalos de tiempo para los datos de Juan revela que el sensor operó con una **buena consistencia**. La mediana del intervalo entre mediciones fue de **0.067 segundos** por cada dato de aceleración para cada eje.

Se definió un umbral de **0.072 segundos** (el percentil 95) para identificar las pausas más significativas. Se detectaron 2598 intervalos (el 5% más largo) que superaron este umbral, con una pausa máxima registrada de 0.77 segundos. La estabilidad del muestreo es notable, ya que el 98% de los datos se registraron con un intervalo de 0.072 segundos o menos.

Estas pausas más largas, aunque presentes, son infrecuentes y probablemente se deban a procesos del sistema operativo del móvil. Dada la alta consistencia general, estas irregularidades no deberían impactar de forma significativa el análisis posterior.

## Gráfica X, Y y Z número, datos de Miguel



```
[1] "----- Resumen numérico de los intervalos de tiempo (segundos) -----"  
Min. 1st Qu. Median Mean 3rd Qu. Max.
```

0.0010 0.0010 0.0650 0.1042 0.0670 83.2090

--- Detección de Interrupciones ---

Umbral (Percentil 95 %): 0.069 segundos

Número de interrupciones detectadas: 1070

Porcentaje de interrupciones sobre el total de mediciones: 3.02 %

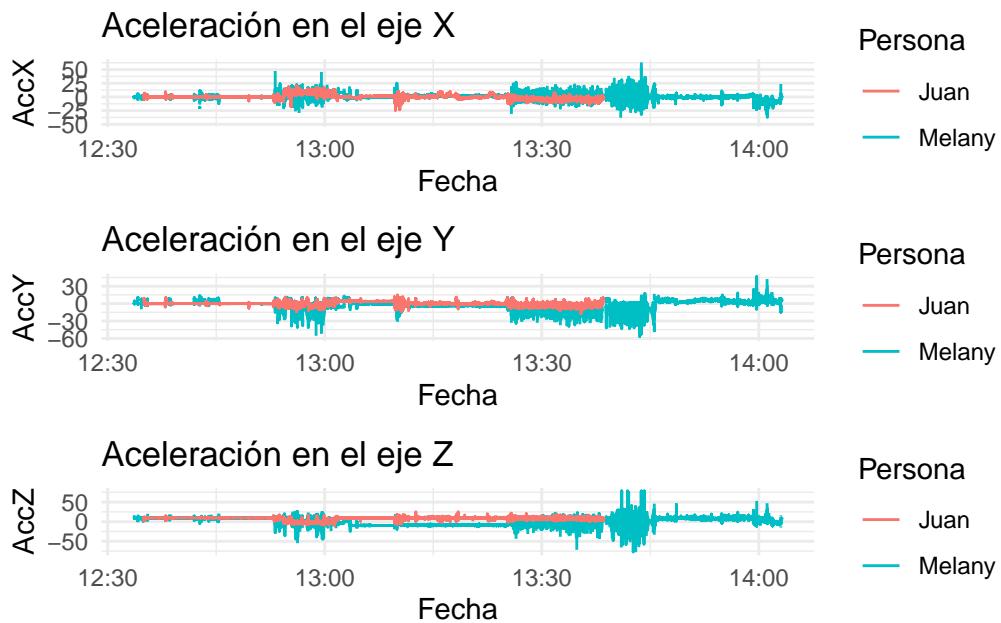
El análisis de los intervalos de tiempo para esta toma de datos revela un comportamiento dual: periodos de muestreo consistente afectados por interrupciones significativas y anomalías. La mediana del intervalo entre mediciones fue de **0.065 segundos**

Sin embargo, la integridad de la serie se ve comprometida por pausas extremas. Se definió un umbral de 0.069 segundos (el percentil 95) para identificar las interrupciones más notables. Aunque el 96% de los intervalos están por debajo de este valor, el 3.02% restante contiene valores atípicos extremos, incluyendo una pausa máxima registrada de 83.2 segundos. Esta interrupción de más de un minuto no es una simple pausa, sino que divide la grabación en, al menos, dos sesiones independientes.

Adicionalmente, se observa un comportamiento anómalo en los intervalos más cortos, con un primer cuartil de solo 0.001 segundos, lo que sugiere posibles errores de medición o un modo de operación del sensor no uniforme.

### **Gráfica grabación en conjunto**

Las grabaciones que se realizaron en conjunto fueron la número 2 y 3



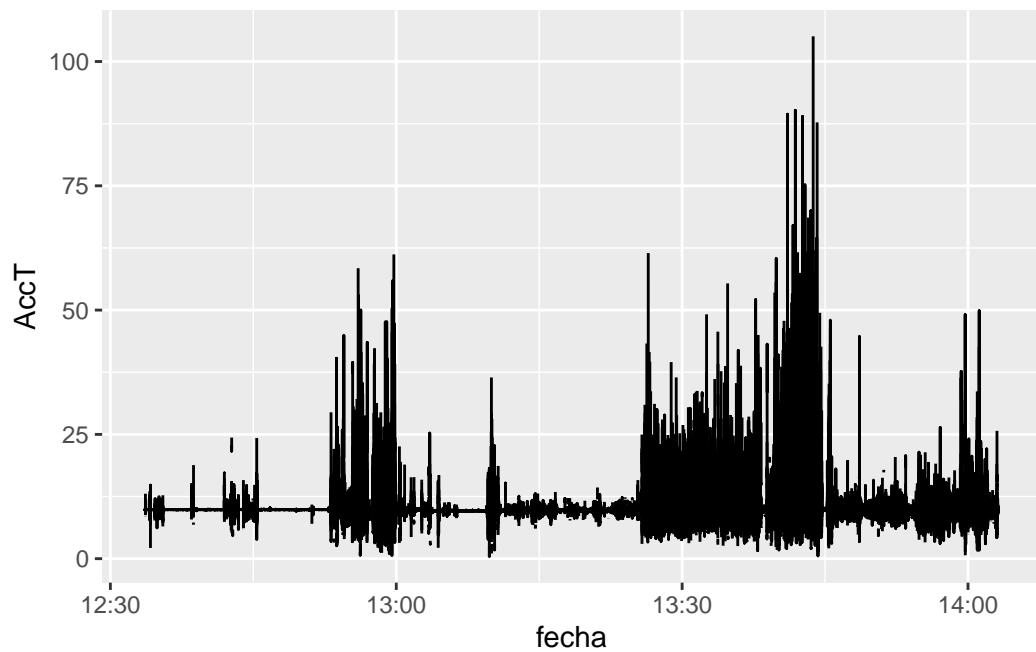
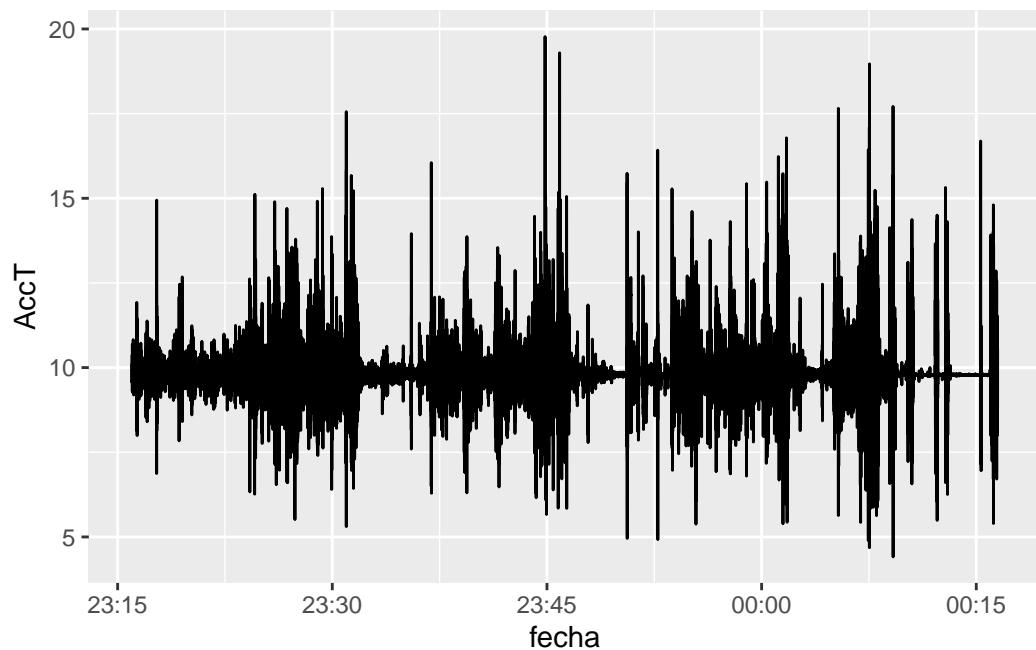
En las mediciones realizadas de manera simultánea por Melany y Juan, se observa una notable correspondencia en los patrones de aceleración registrados en los tres ejes (X, Y y Z). Sin embargo, en varias secciones de las gráficas se identifican valores similares pero en dirección opuesta, lo que sugiere que uno de los celulares pudo haber estado orientado en sentido inverso al otro durante la grabación.

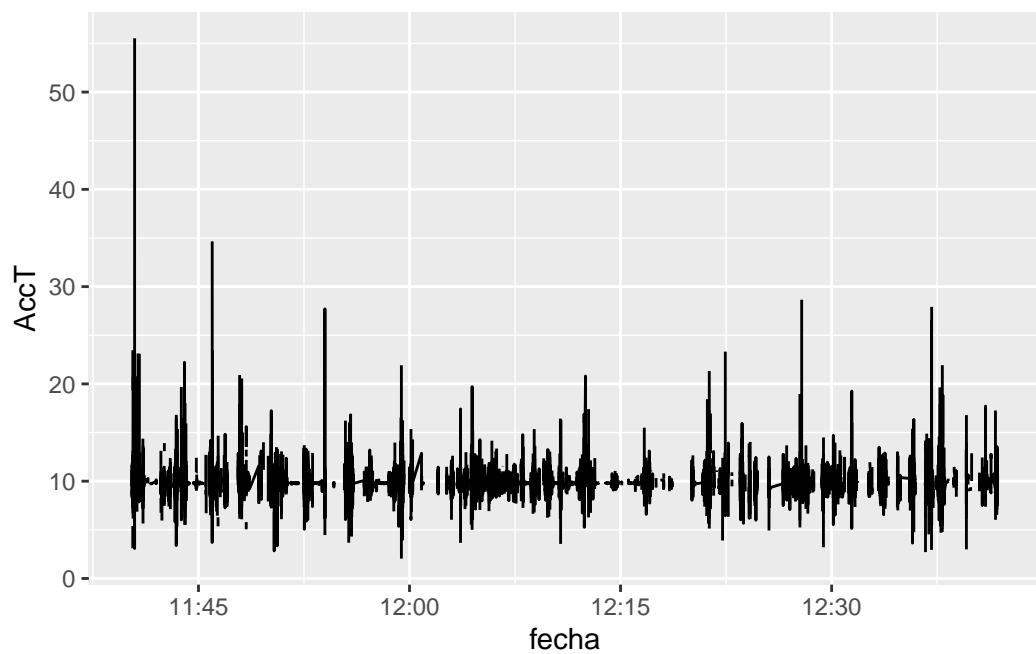
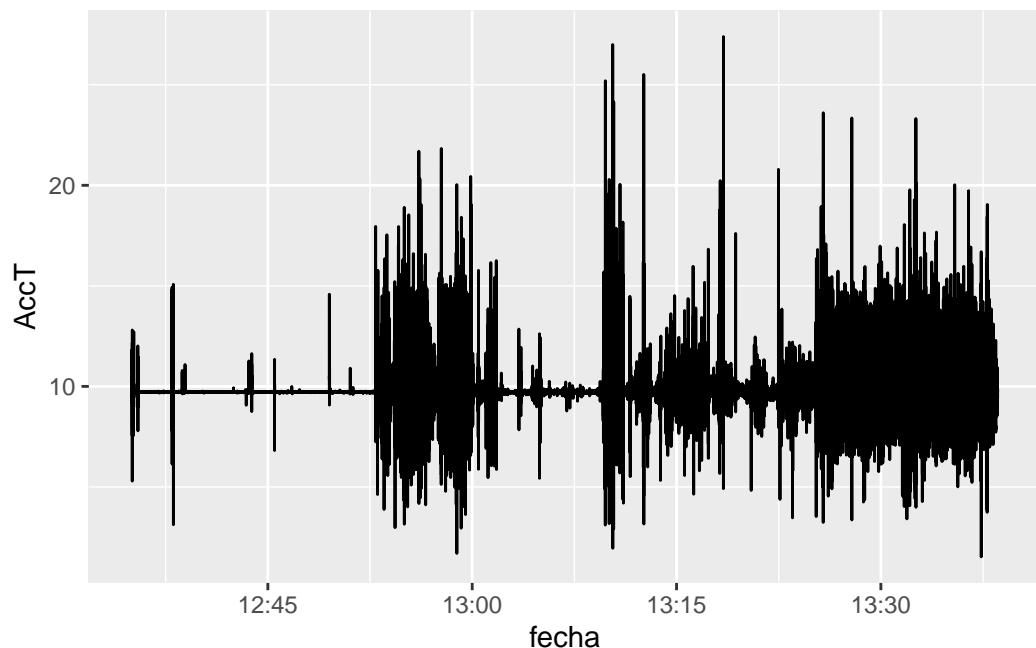
Adicionalmente, se evidencia que los datos recolectados por Melany presentan mayores variaciones en la aceleración, lo cual puede deberse a movimientos más intensos o bruscos durante la actividad registrada. A pesar de esta diferencia en la magnitud, ambas series mantienen cierta sincronía y regularidad en los cambios de dirección, lo que refuerza la idea de que ambos dispositivos estaban captando el mismo conjunto de eventos físicos, aunque desde posiciones o orientaciones distintas.

#### **Gráfica de la aceleración total.**

$$AccT = \sqrt{AccX^2 + AccY^2 + AccZ^2}$$

Las siguientes graficas corresponden a la aceleracion total de los datos tomados de Sofia, Melany, Juan y miguel respectivamente:





## Resumen de todos los datos de aceleración

timestamp	LinearAccelerometerSensor	AccX
Min. :1.75e+12	Min. :0.0001469	Min. :-8.0296
1st Qu.:1.75e+12	1st Qu.:0.0258557	1st Qu.:-0.3018
Median :1.75e+12	Median :0.0867111	Median : 0.2762
Mean :1.75e+12	Mean :0.1561730	Mean : 0.1770
3rd Qu.:1.75e+12	3rd Qu.:0.2099288	3rd Qu.: 0.9444
Max. :1.75e+12	Max. :4.7827266	Max. : 7.7667

AccY	AccZ	fecha
Min. :-7.9534	Min. :-1.411	Min. :2025-06-11 23:16:00
1st Qu.: 0.9264	1st Qu.: 8.702	1st Qu.:2025-06-11 23:31:07
Median : 2.0892	Median : 9.481	Median :2025-06-11 23:46:15
Mean : 2.6772	Mean : 8.956	Mean :2025-06-11 23:46:15
3rd Qu.: 3.6114	3rd Qu.: 9.781	3rd Qu.:2025-06-12 00:01:22
Max. : 9.7049	Max. :19.100	Max. :2025-06-12 00:16:29

AccT
Min. : 4.411
1st Qu.: 9.687
Median : 9.792
Mean : 9.813
3rd Qu.: 9.913
Max. :19.773

timestamp	AccX	AccY	AccZ
Min. :1.749e+12	Min. :-48.935	Min. :-59.251	Min. :-77.881
1st Qu.:1.749e+12	1st Qu.: -0.842	1st Qu.: -6.484	1st Qu.: -5.341
Median :1.749e+12	Median : -0.246	Median : -0.131	Median : 2.940
Mean :1.749e+12	Mean : 0.086	Mean : -2.131	Mean : 1.837
3rd Qu.:1.749e+12	3rd Qu.: 1.604	3rd Qu.: 2.272	3rd Qu.: 8.999
Max. :1.749e+12	Max. : 63.087	Max. : 46.402	Max. : 78.441
	NA's :131252	NA's :131802	NA's :131942

fecha	AccT
Min. :2025-06-03 12:33:36	Min. : 0.415
1st Qu.:2025-06-03 12:56:38	1st Qu.: 9.625
Median :2025-06-03 13:19:36	Median : 9.863
Mean :2025-06-03 13:19:00	Mean : 10.344
3rd Qu.:2025-06-03 13:41:07	3rd Qu.: 10.235
Max. :2025-06-03 14:03:10	Max. :105.063
	NA's :259295

timestamp	AccX	AccY	AccZ
-----------	------	------	------

```

Min.    :1.749e+12   Min.    :-24.3647   Min.    :-17.59591  Min.    :-9.641
1st Qu.:1.749e+12   1st Qu.: -1.6076   1st Qu.: -1.67966  1st Qu.: 7.772
Median  :1.749e+12   Median  :  0.2582   Median  : -0.05583  Median  : 9.255
Mean    :1.749e+12   Mean    :  0.1442   Mean    : -0.16191  Mean    : 7.771
3rd Qu.:1.749e+12   3rd Qu.:  0.9013   3rd Qu.:  0.68183  3rd Qu.: 9.715
Max.    :1.749e+12   Max.    : 20.6317   Max.    : 15.09252  Max.    :25.511

fecha                                AccT
Min.    :2025-06-03 12:35:01   Min.    : 1.522
1st Qu.:2025-06-03 12:50:54   1st Qu.: 9.647
Median  :2025-06-03 13:06:47   Median  : 9.721
Mean    :2025-06-03 13:06:48   Mean    : 9.813
3rd Qu.:2025-06-03 13:22:41   3rd Qu.: 9.828
Max.    :2025-06-03 13:38:34   Max.    :27.394

timestamp          AccX          AccY          AccZ
Min.    :1.749e+12   Min.    :-23.418   Min.    :-55.107   Min.    :-24.836
1st Qu.:1.749e+12   1st Qu.: -3.241   1st Qu.: -7.439   1st Qu.: -8.498
Median  :1.749e+12   Median  : -2.355   Median  : -4.935   Median  : -7.761
Mean    :1.749e+12   Mean    : -2.025   Mean    : -5.318   Mean    : -6.682
3rd Qu.:1.749e+12   3rd Qu.: -1.191   3rd Qu.: -3.819   3rd Qu.: -5.630
Max.    :1.749e+12   Max.    : 17.761   Max.    :  9.811   Max.    : 15.535
NA's    :10755       NA's    :6731      NA's    :11109

fecha                                AccT
Min.    :2025-06-07 11:40:16   Min.    : 2.040
1st Qu.:2025-06-07 11:52:53   1st Qu.: 9.534
Median  :2025-06-07 12:06:49   Median  : 9.810
Mean    :2025-06-07 12:07:45   Mean    : 9.918
3rd Qu.:2025-06-07 12:21:09   3rd Qu.:10.213
Max.    :2025-06-07 12:41:48   Max.    :55.521
NA's    :17738

```

## Identificación actividad

### Suavizar datos por intervalos

Aplicamos una media móvil para suavizar AccT y reducir ruido:

### Calcular diferencia entre segmentos

## Inferencia de actividades

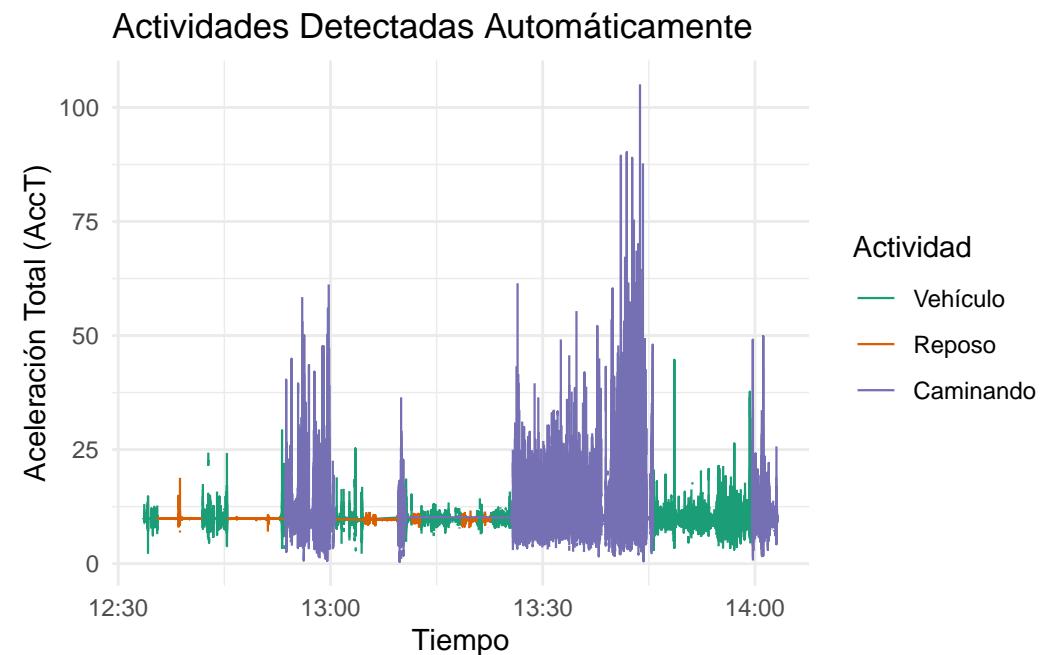
```
# A tibble: 90 x 4
  tiempo           media  varianza   rango
  <dttm>        <dbl>    <dbl>    <dbl>
1 2025-06-03 12:33:36 9.87  0.0546   4.09
2 2025-06-03 12:34:36 9.85  0.0792   2.93
3 2025-06-03 12:35:36 9.87  0.0000540 0.0465
4 2025-06-03 12:36:36 9.87  0.0000266 0.0490
5 2025-06-03 12:37:36 9.85  0.0196   2.21
6 2025-06-03 12:38:36 9.87  0.0171   2.29
7 2025-06-03 12:39:36 9.87  0.000284 0.201
8 2025-06-03 12:40:36 9.87  0.0000726 0.0668
9 2025-06-03 12:41:36 9.83  0.132    5.59
10 2025-06-03 12:42:36 9.89  0.694    14.9
# i 80 more rows
```

Basandonos en estas medidas del resumen se categoriza la posible actividad que se está realizando de la siguiente forma:

Mayor varianza -> caminando

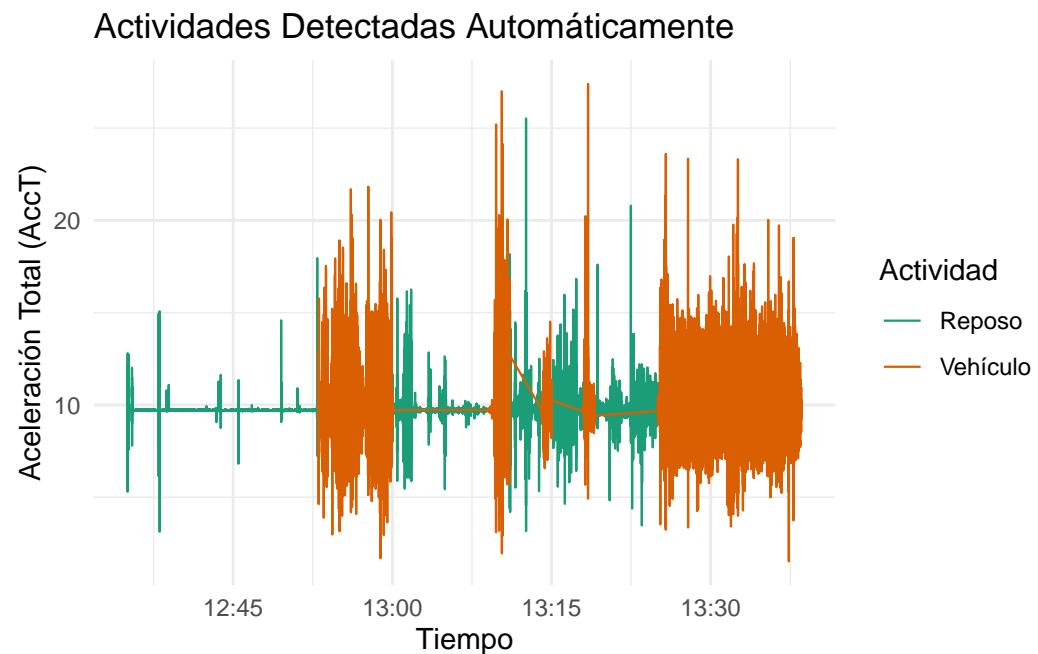
Varianza media-baja -> vehículo

Varianza cercana a cero -> en reposo

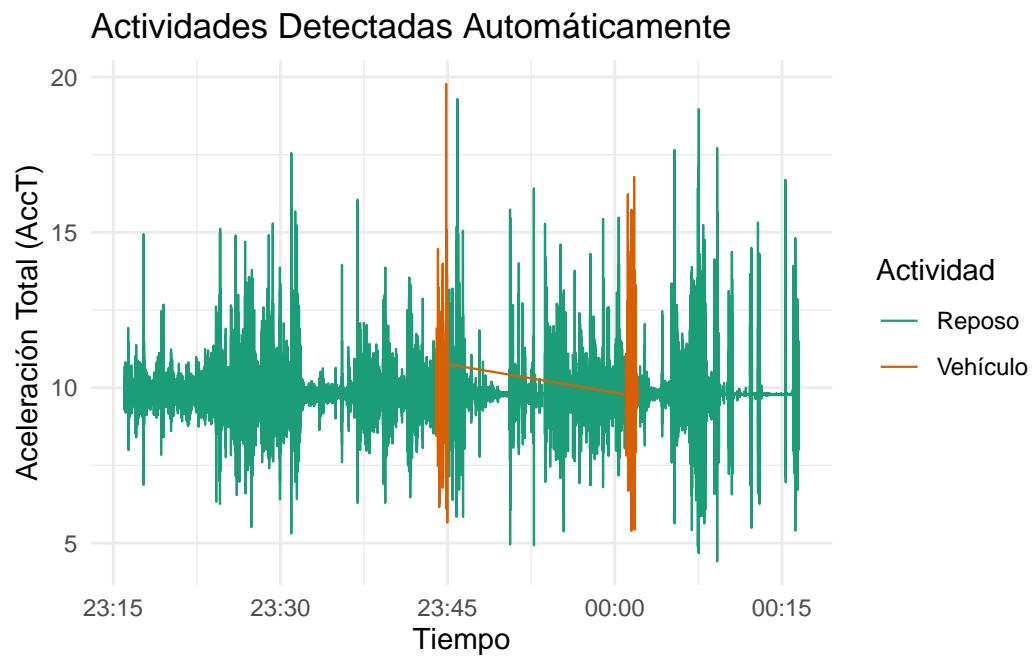


Definicion de función para aplicarla a otras grabaciones con los pasos ya hechos

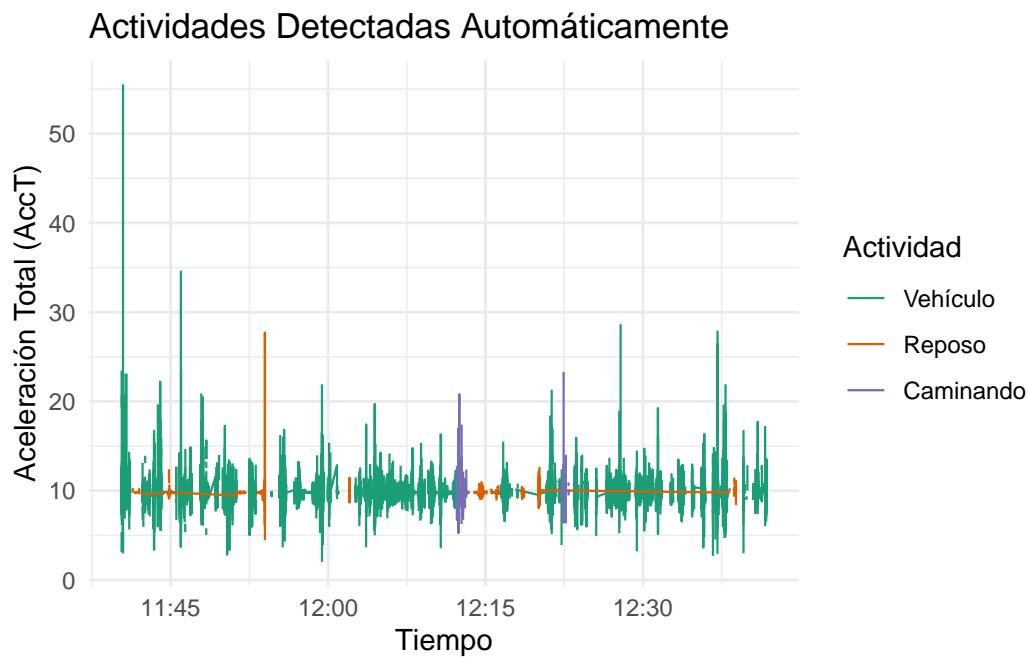
### Detección de patrones para los datos de Juan



## Detección de patrones para los datos de Sofia



## Detección de patrones para los datos de Miguel



### Conclusiones:

- La **media** permite observar el comportamiento general de los datos y facilita la identificación de los movimientos asociados a cada actividad.
- La **varianza** refleja la magnitud de las fluctuaciones en la aceleración, lo que permite distinguir actividades más dinámicas de otras más estables.
- Las **gráficas de aceleración** son herramientas clave para visualizar y reconocer patrones característicos de las distintas actividades
- Algunas actividades generan **mayor variabilidad** en los patrones de movimiento, lo cual se evidencia en cambios abruptos de aceleración
- Las **subidas y bajadas bruscas** en las señales suelen indicar un cambio de actividad o transición entre estados (por ejemplo, de estar quieto a caminar).
- Las actividades más tranquilas o estáticas presentan **patrones de aceleración más constantes** y menos dispersos.
- Las señales de los sensores de movimiento pueden variar dependiendo tanto de la **actividad realizada** como de la **posición del dispositivo móvil** durante la toma de datos.

## **Recomendaciones:**

- Tener en cuenta el **contexto en el que se realizan las actividades** al momento de recolectar los datos, ya que esto facilita una mejor interpretación de los patrones.
- Registrar datos durante un **tiempo suficiente** que permita identificar cambios, transiciones y patrones representativos de cada actividad.
- Utilizar **el mismo dispositivo móvil** en todas las mediciones para garantizar consistencia en la recolección de los datos.

## **Bibliografía y Cibergrafía**

- Wickham, H. et al. (2023). Tidyverse. Recuperado de: <https://www.tidyverse.org/>
- Auguie, B. (2017). gridExtra: Functions in Grid Graphics. Recuperado de: <https://cran.r-project.org/web/packages/gridExtra/gridExtra.pdf>
- Wilke, C. O. (2020). cowplot: Streamlined Plot Theme and Plot Annotations for ggplot2. Recuperado de: <https://cran.r-project.org/web/packages/cowplot/vignettes/introduction.html>
- Pedersen, T. L. (2020). Patchwork: The Composer of Plots. Recuperado de: <https://patchwork.readthedocs.io/en/latest/>
- Zeileis, A. & Grothendieck, G. (2005). zoo: S3 Infrastructure for Regular and Irregular Time Series. Recuperado de: <https://www.rdocumentation.org/packages/zoo/versions/1.8-12>
- Wickham, H. (2016). ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer.
- OpenAI (2025). ChatGPT. Modelo de lenguaje basado en inteligencia artificial.