

## Segundo informe anual comisión asesora

Una mirada de la influencia del entorno social sobre el comportamiento individual desde la perspectiva de un sistema complejo en aves de granja.

Lic. Rocio Guadalupe Fonseca

Directora: Dra Ana Georgina Flesia

Co-directora: Dra Jackelyn Kembro

---

### 1. Objetivos y estado de avance

El objetivo principal del doctorado es evaluar la dinámica temporal del comportamiento y uso espacial del individuo dentro de su entorno social, mediante la utilización de herramientas matemáticas provenientes del campo de estudio de análisis armónico computacional, principalmente análisis basado en descomposiciones tiempo-escala del tipo wavelets.

Se ha avanzado con el objetivo principal y principalmente en algunos de los objetivos específicos.

**Objetivo 1:** Estudiar las relaciones entre datos comportamentales (i.e. reproductivos, locomoción) obtenidos a partir de video grabaciones y datos recolectados mediante acelerómetros ubicados sobre el animal. Luego mediante, el diseño de características discriminativas desarrollar un sistema automático de detección de comportamientos de interés específicos a partir de registros de acelerómetros.

En este objetivo se estuvo trabajando durante el primer año de doctorado (en la primer reunión se discutió lo realizado para sincronizar las señales de aceleración y video-grabación) y también durante este segundo año, ver *sección 2 Datos*. En este año se realizaron experimentos para obtener nuevas bases de datos que combinan señales de aceleración y el etiquetado de los comportamientos observados efectivamente en las video-grabaciones. En la sección *2.1 Experimento* se volverá sobre este objetivo.

**Objetivo 2:** Utilizando herramientas de análisis armónico computacional, detectar y caracterizar ritmos y propiedades de autocorrelación (“complejidad fractal”) en los datos comportamentales obtenidos mediante acelerómetros. Evaluar su confianza estadística y anlaizar relaciones de tipo coherencia (sincronicidad) entre los diferentes ritmos biológicos detectados.

Sobre este objetivo se trabajó gran parte del segundo año de doctorado, utilizando heramientras del análisis armónico computacional como la transformada wavelet. Se estudió y se seguirá estudiando la presencia de ritmos utilizando series de tiempo de una semana de duración, Aún no se evaluó su confianza estadística pero es uno de los próximos objetivos a cumplir.

**Objetivo 3:** Determinar si individuos que pertenecen a entornos sociales (neutros o jerárquicos) y/o jerarquía social (dominantes/subordinados) divergentes, muestran diferencias en la dinámica temporal de su comportamiento dentro de los grupos sociales y cuantificar su confianza estadística.

En la segunda mitad del año 2023 se tienen previstos nuevos experimentos para estudiar baños de arena en grupos sociales a tiempos largos y se espera que estos experimentos nos permitan avanzar en el cumplimiento del objetivo 3.

**Objetivo 4:** Desarrollar un clasificador estadístico que permita discriminar un individuo dentro de su grupo como dominante, subordinado o neutro de manera no supervisado, a partir de las características recolectadas del detalle de la dinámica espacio-temporales que desarrolla dentro de su entorno social. Realizar una comparación de desempeño entre posibles clasificadores generales, como redes neuronales, regresión logística y bosques aleatorios.

Este objetivo podría ser reformulado, ya que considero que si nos centramos en los demás objetivos y nos dedicamos a extraer más de un comportamiento, siguiendo con la línea que se está trabajando hasta ahora, se pueden modificar el objetivo 4 por realizar una comparación entre modelos para detectar diferentes comportamientos y no para discriminar a un individuo dentro de su grupo como dominante, subordinado o neutro.

**Propuesta de nuevo objetivo:** Comparar diferentes modelos como las redes neuronales, árboles de decisión para detectar diferentes comportamientos.

**Objetivo 5:** Cuantificar el nivel de sincronización comportamental entre de los individuos dentro de un mismo grupo social y entre grupos sociales de diferentes características.

Sobre este objetivo y el objetivo 3 se trabajará el próximo año, realizando nuevos experimentos junto con la bióloga Florencia Rossi en el marco de su tesis.

## 2. Datos

En esta sección se explicará el nuevo experimento realizado. Cómo fue la generación de las nuevas bases de datos y la estimación de nuevas variables a partir de la serie de aceleración. Esta sección nos resume lo realizado para avanzar en el *Objetivo 1*

### 2.1. Experimento

El experimento consiste en alojar una pareja de codornices en jaulas de 45 x 35 x 88 cm (largo x alto x ancho), con agua y comida ad libitum y piso de afrechillo (similar a la viruta) donde solo el macho lleva la mochila con el acelerómetro. La mochila se le pone por debajo de las alas con tiras elásticas al menos una semana antes de comenzar el experimento para que se acostumbre a tener la mochila. El acelerómetro recolecta datos de aceleración en tres coordenadas espaciales, con una resolución de 25 datos por segundo. Además, este pesa 0.7 g y si consideramos que una codorniz adulta pesa en promedio los 200 g el acelerómetro pesa aproximadamente el 0,35% de su peso corporal.

Previo al experimento y su correspondiente habituación los animales se encuentran en una sala, la llamemos sala de espera, que está al lado de la sala experimental. Previo al experimento se aloja a la pareja, al menos tres días antes del experimento, en una caja igual a la que tenían en la sala de espera, para que se acostumbren a la nueva sala. Se los ubica en la caja 2. (Figura 1)

El experimento consta de 3 etapas. Previo a la primer etapa se tiene a la pareja en la sala experimental en la caja 2 y aproximadamente 36 horas antes del experimento se deja al macho en soledad en la caja 1 y a la hembra en soledad en la caja 3.

En la etapa 1 del experimento se divide la caja 1 con una reja divisoria en el medio de la caja generando dos compartimientos y una vez que se enciende el acelerómetro y las cámaras se coloca al macho en uno de los dos compartimientos de la caja 1 y se lo deja allí solo por 10 minutos.

Una vez transcurridos los 10 minutos comienza la etapa 2 que consiste en mover la hembra de la caja 3 al compartimiento en donde no se encuentra el macho en la caja 1, quedando uno de cada lado de la hembra. Esta etapa al igual que la anterior también dura 10 minutos.

Transcurridos los 10 minutos comienza la etapa 3, donde se saca la reja que divide la caja 1 en dos compartimientos para que puedan interactuar libremente en la caja 1. Esta etapa dura aproximadamente 6 horas en las primeras 13 tandas y en la tanda 14 dura casi una semana.

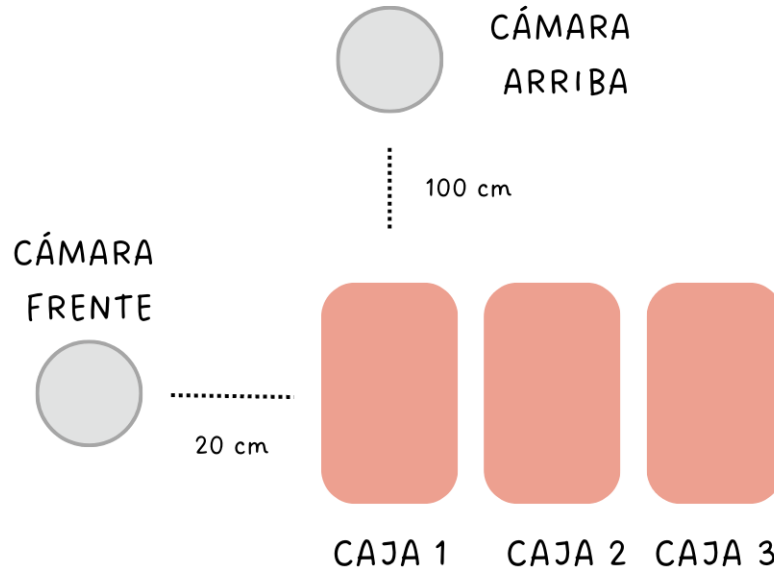


Figure 1: Esquema de la sala experimental

## 2.2. Generación de la database

El desarrollo de esta parte de la investigación se basa en 14 tandas del experimento explicado anteriormente. Lamentablemente la tanda 8 y 11 no pudieron ser utilizadas por errores del video así que tuvieron que ser descartadas, aunque para simplificar la numeración las conservamos como tandas vacías.

Mediante la observación directa del video, la srta Victoria de la Fuente y la srta Florencia Spanevello, realizaron una primera segmentación manual de los baños de arena y otros eventos. Los segmentos etiquetados en video son asociados a segmentos de las series de aceleración, armando la base de datos de entrenamiento para detección automática.

Al igual que en el informe del 2022, sigue ocurriendo que las cámaras utilizadas general 15 imágenes por segundo, mientras que el acelerómetro genera 25 mediciones de aceleración por segundo, en tres coordenadas espaciales. Por esta razón se necesita hacer una correspondencia entre la serie de video y la serie de aceleración (Figura 2).

## 2.3. Estimación de variables a partir de las series de aceleración

Basándonos en la literatura (Collins et al., 2015) se agregaron a nuestra database los indicadores propuestos para enriquecer nuestros datos y ayudar así a una mejor clasificación de eventos. Esto es parte de lo realizado para cumplir el *Objetivo 1*

Los indicadores que se incorporaron son:

- Aceleración dinámica en cada coordenada - DBA
- Aceleración estática en cada coordenada
- Aceleración dinámica general del cuerpo - ODBA

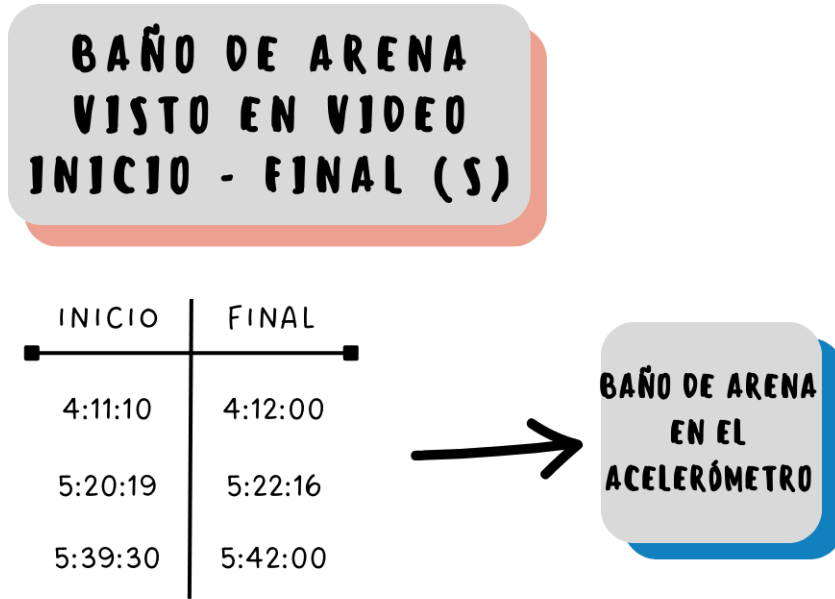


Figure 2: Esquema de la correspondencia entre señales

- Aceleración corporal dinámica vectorial - VeDBA

**La aceleración dinámica en cada coordenada (DBA)** se obtiene suavizando los datos de cada eje durante un período de 1 segundo. Es decir el DBA calcula la tendencia de la serie en cada coordenada. Es una técnica utilizada para suavizar una serie de tiempo y eliminar las fluctuaciones de corto plazo, lo que revela la tendencia subyacente en los datos.

**La aceleración estática** se obtiene restándole la aceleración dinámica al dato crudo. La aceleración estática, es la aceleración a la que se le aplicó una eliminación de la tendencia, por lo que se pueden ver los datos, analizarlos y estudiar las fluctuaciones de corto plazo o patrones residuales en los datos.

**La aceleración dinámica general del cuerpo (ODBA)** es la suma de cada una de las DBA, en fórmula será:

$$ODBA = DBA_x + DBA_y + DBA_z \quad (1)$$

**La aceleración corporal dinámica vectorial (VeDBA)** es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de la aceleración dinámica del cuerpo de los tres ejes, su fórmula es:

$$VeDBA = \sqrt{(DBA_x)^2 + (DBA_y)^2 + (DBA_z)^2} \quad (2)$$

#### 2.4. Resultados

Al utilizar estos nuevos estimadores (aceleración dinámica, aceleración estática, ODBA y VeDBA) para discriminar los eventos reproductivos y no reproductivos de nuestros nuevos datos para seguir adelante con el objetivo 1. Se realizaron comparaciones entre las variables asociadas al vector de aceleración en la etapa 3 del experimento, cuando están juntos y sin ninguna barrera el macho y la hembra y se observa que hay un comportamiento diferente de los datos asociados a comportamiento reproductivo a diferencia de los datos asociados a otros comportamientos (Figura 3).

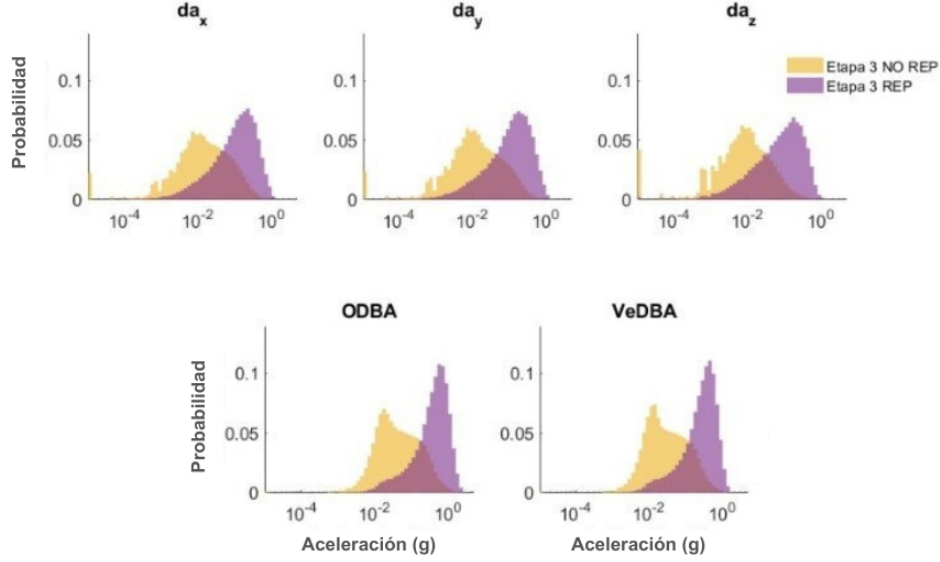


Figure 3: Comparación entre la 3 etapa reproductiva y no reproductiva de prueba de las fluctuaciones en variables asociados al vector de aceleración. Distribución de probabilidad de aceleración dinámica ( $da_x$ ,  $da_y$ ,  $da_z$ ), aceleración dinámica general del cuerpo (ODBA), aceleración dinámica vectorial (VeDBA). En color violeta se ven los eventos reproductivos y en color amarillo los otros eventos.

### 3. Baños de arena

Un baño de arena puede definirse como la secuencia de patrones de comportamiento compuesta por: movimientos de rastrillado con el pico, movimientos de raspado o raspado con las patas, arrojando polvo al aire con las alas y ondulando el cuerpo bajo la lluvia de polvo, frotando la cabeza y el cuerpo en el polvo, y agitando y agitando vigorosamente las plumas (Borchelt, 1977; Statkiewicz y Schein, 1980; Collins et al., 2015; Gerken y Petersen, 1987; Mills et al., 1997)

Este comportamiento repetitivo (ver señal de aceleración de la Figura 4) puede ser detectado utilizando la transformada wavelet continua, herramienta del análisis armónico computacional, trabajando en el cumplimiento del *Objetivo 2*.

De aquí en adelante el informe se centrará en lo realizado para identificar baños de arena.

#### 3.1. Transformada Wavelet

Las wavelets son funciones con forma de onda localizada y se utilizan para transformar una señal del dominio del tiempo a una representación de tiempo-frecuencia que presente la información de forma más útil. Esta transformación de la señal se conoce como transformada wavelet. Matemáticamente hablando, la transformada wavelet puede interpretarse como una convolución de la señal con una función wavelet.

Hay una gran variedad de wavelets para usar en el análisis de nuestros datos. La mejor para una aplicación particular depende tanto de la naturaleza de la señal como de lo que queramos obtener

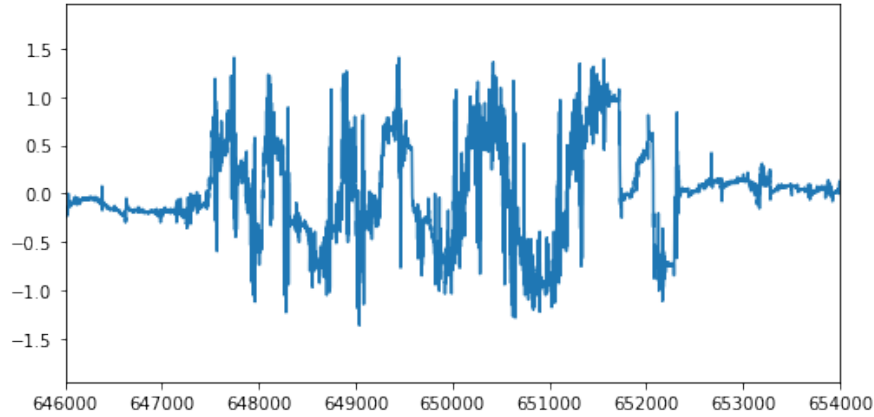


Figure 4: Sección de la serie de aceleración cruda del eje y correspondiente a un baño de arena.

del análisis (es decir, qué fenómenos físicos o procesos estamos buscando interrogar, o cómo estamos tratando de manipular la señal). La siguiente figura muestra algunos ejemplos de wavelets que se usan comúnmente en la práctica.

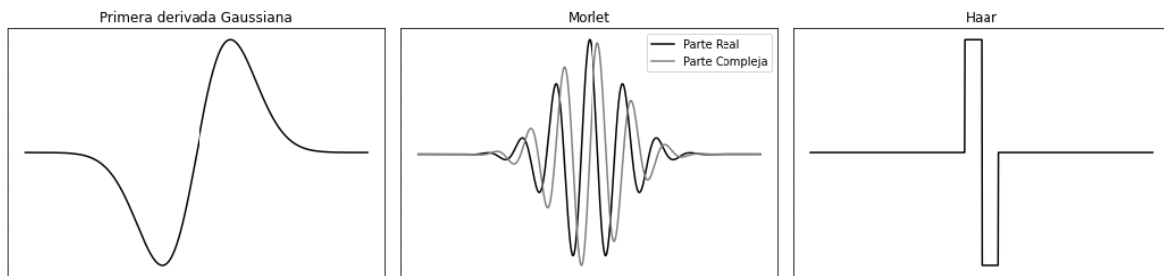


Figure 5: Ejemplos de wavelets

Una wavelet se puede modificar de dos maneras: se puede trasladar a diferentes zonas de la señal (figura 6) y se puede dilatar o contraer (figura 7).

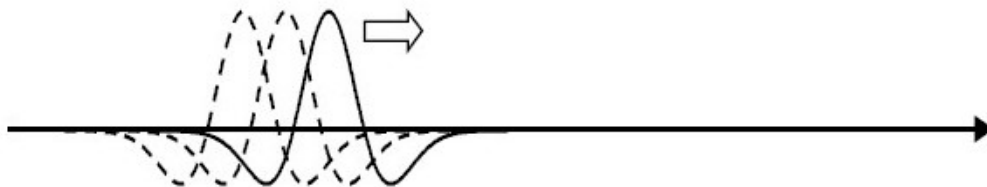


Figure 6: Distintas ubicaciones de una wavelet

La figura 8 muestra un esquema de la transformada wavelet que básicamente cuantifica la correspondencia local de la wavelet con la señal. Si la wavelet coincide bien con la forma de la señal en una escala y ubicación específicas, como sucede en el gráfico superior de la Figura 8, se obtiene un valor de transformación grande. Sin embargo, si la wavelet y la señal no se correlacionan bien, se obtiene un valor de transformación bajo. El valor de la transformación se ubica entonces en el plano de transformación bidimensional que se muestra en la parte inferior de la Figura 8 (indicado por el punto negro). La transformada se calcula en varias ubicaciones de la señal y para varias escalas de la wavelet, llenando así el plano de transformación: esto se hace de forma suave y continua

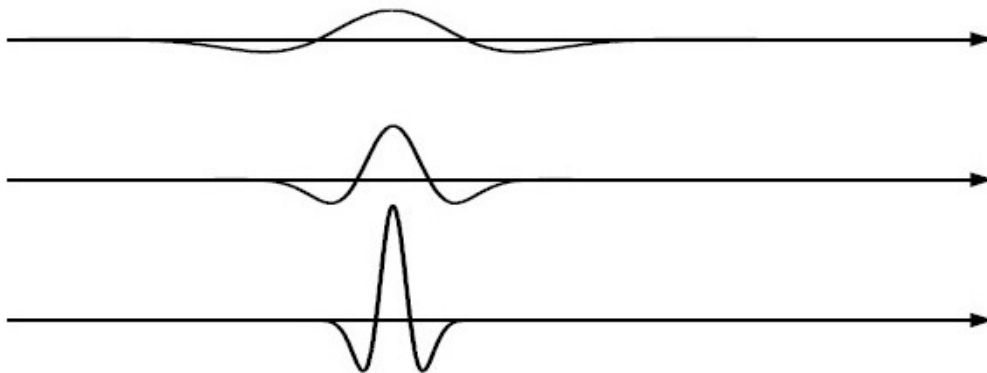


Figure 7: Distintas escalas de una wavelet

para la transformada wavelet continua (CWT) o en pasos discretos para la transformada wavelet discreta. (DWT). Así es como el gráfico de la transformada wavelet permite construir una imagen de la correlación entre la wavelet, en varias escalas y ubicaciones, y la señal.

### 3.2. Transformada wavelet continua

La transformada wavelet es un método para convertir una función (o señal) en otra forma que hace que ciertas características de la señal original sean más fáciles de estudiar o permite que el conjunto de datos original se describa de manera más sucinta. Para realizar una transformada wavelet, necesitamos una wavelet que, como su nombre indica, es una forma de onda localizada. De hecho, una wavelet es una función,  $\psi(t)$ , que satisface ciertos criterios matemáticos. Estas funciones se manipulan a través de un proceso de traslación y dilatación para transformar la señal en otra forma que se ‘despliega’ en el tiempo. y escala.

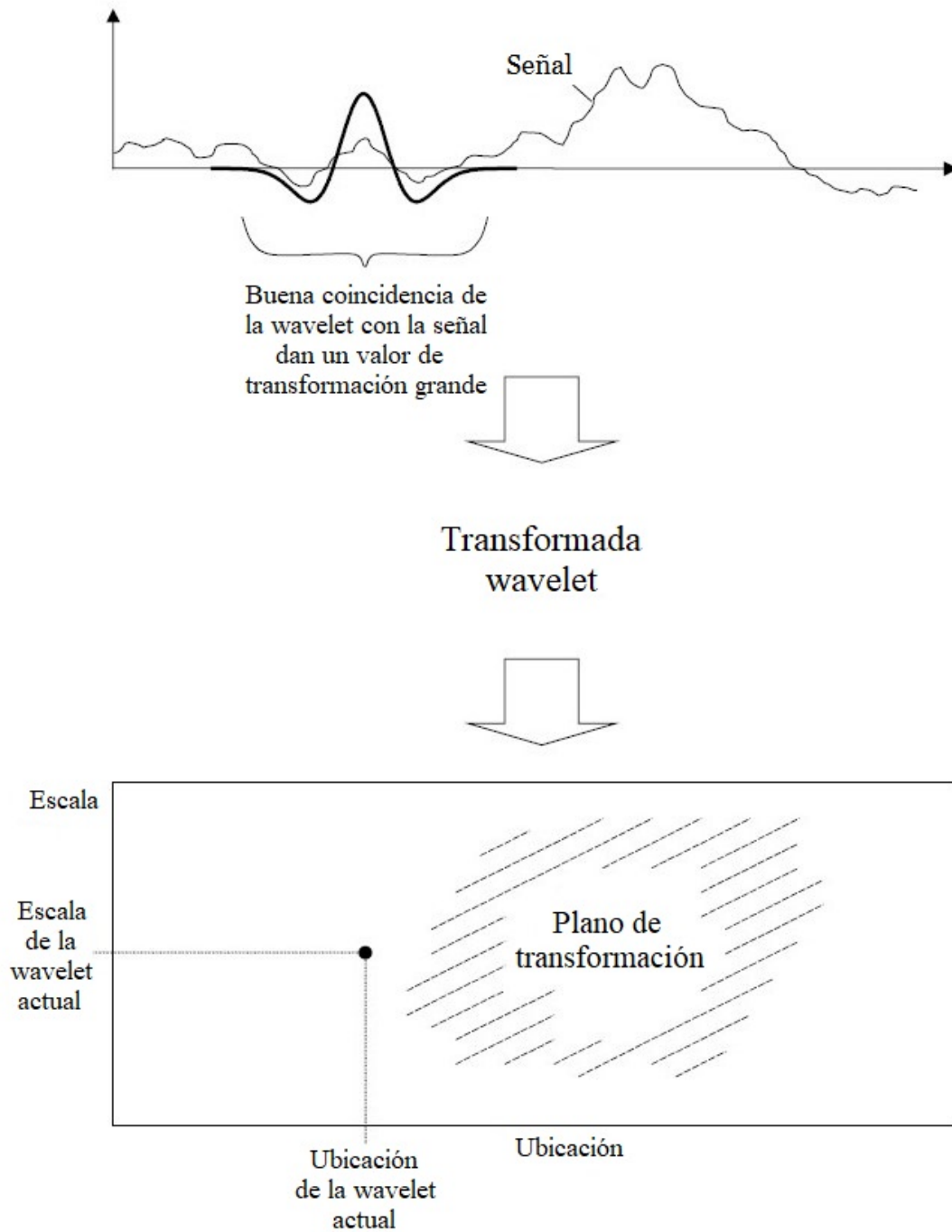


Figure 8: Esquema de la transformada wavelet

### 3.3. Wavelet Morlet Compleja

La wavelet Morlet compleja esta definida de la siguiente manera:

$$\psi(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}f_b} e^{2i\pi f_c x} e^{\frac{x^2}{f_b}} \quad (3)$$



La wavelet Morlet compleja tiene energía finita, osea:

$$E = \int_{-\infty}^{\infty} |\psi(t)|^2 dt < \infty \quad (4)$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \left| \frac{1}{\sqrt{\pi} f_b} e^{2i\pi f_c x} e^{\frac{x^2}{f_b}} \right|^2 dt < \infty \quad (5)$$

donde E es la energía de una función que equivale a la integral de su módulo al cuadrado.

Usando la transformada wavelet continua, con wavelet madre Morlet definimos **POW** como el máximo del cuadrado del valor absoluto de la transformada wavelet continua del vector de aceleración correspondiente al eje y.

## 4. Metodología

### 4.1. Detector automático de eventos

Para encontrar un evento de baño de arena seguimos el siguiente esquema (Figura 9)

A la serie de aceleración obtenida por el acelerómetro, le aplicamos la transformada wavelet continua con wavelet madre morlet compleja, obteniendo así la matriz de coeficientes. Con esta matriz a cada entrada le tomo el valor absoluto, para obtener valores reales, lo elevo al cuadrado y luego tomo el máximo por columnas, obteniendo un vector, y a cada punto del vector lo elevo al cuadrado. A toda esta transformación la llamaremos **POW**.

Recordando que ahora tenemos asignado a cada instante de tiempo un valor, se necesita definir un evento candidato o segmento candidato. Analizando punto a punto se genera una lista de candidatos, sin tener en cuenta que se analiza una serie de tiempo. Un punto será considerado candidato si supera un cierto umbral.

Volviendo a tener en cuenta que estamos hablando de una serie de tiempo y que los baños de arena duran mas de tres segundos, se toma que si un punto es candidato entonces dos segundos antes y dos segundos después de él también serán candidatos, así se consiguen segmentos de la serie de tiempo que son considerados posibles eventos de baños de arena.

Por último, si dos segmentos considerados posibles eventos, están separados por un intervalo de tiempo menor o igual a 5 segundos, consideraremos a ambos eventos como uno solo.

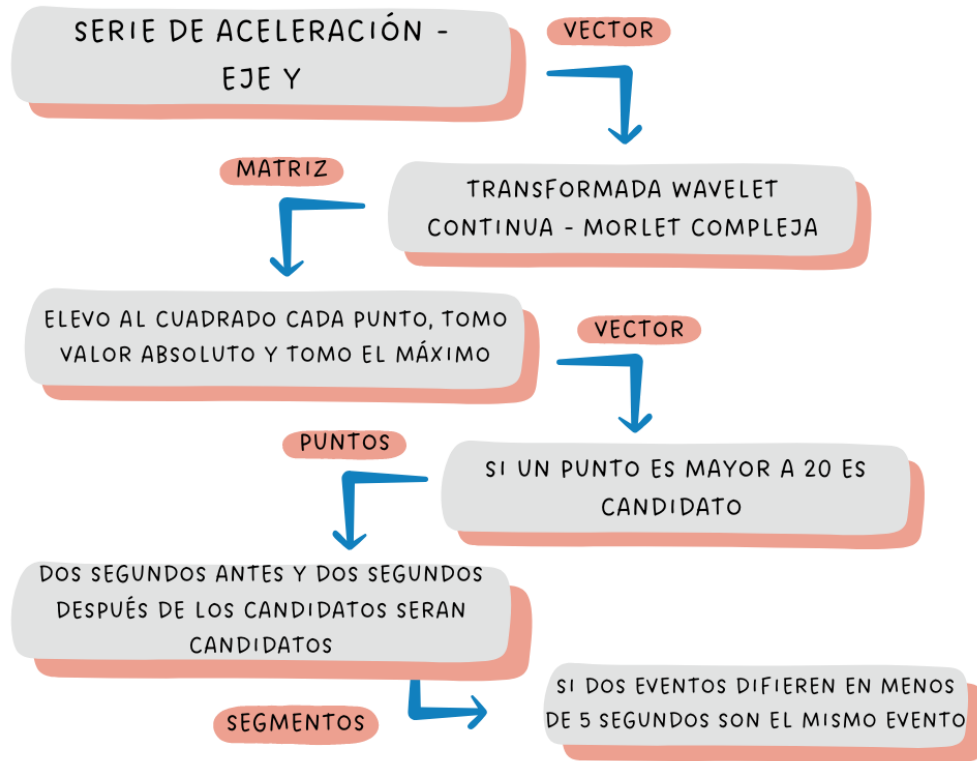


Figure 9: Esquema de detección de eventos

#### 4.2. Criterio para establecer umbral de potencia para la detección de baños de arena

Se analizó el **POW** definido antes y para poder encontrar un umbral de corte entre eventos de baño de arena y otros eventos se realiza con diferentes visualizaciones, como lo son los diagramas de violín y los histogramas.

Un diagrama de violín representa distribuciones de datos numéricos para uno o más grupos usando curvas de densidad. El ancho de cada curva se corresponde con la frecuencia aproximada de los puntos de datos en cada región.

Los diagramas de violín se utilizan cuando desea observar la distribución de datos numéricos y son especialmente útiles cuando desea realizar una comparación de distribuciones entre varios grupos. Los picos, valles y colas de la curva de densidad de cada grupo se pueden comparar para ver dónde los grupos son similares o diferentes.

En nuestro caso podemos ver (Figura 10, Figura 11 y Figura 12) como difieren los comportamientos de las densidades entre los tres ejes, teniendo una mayor similitud entre el eje x y el eje z y podemos observar una mayor diferencia en el eje y y entre los eventos con baños de arena (color rosa) a diferencia de los otros eventos o eventos sin baños de arena (en color celeste).

Si observamos el eje y en todos los gráficos (Figura 10, Figura 11 y Figura 12) podemos encontrar que al tomar los valores mayores a 20, tanto en el histograma como en el diagrama de violín, los quedan puntos rosas que corresponden a eventos de baño de arena y prácticamente no se encuentran eventos celestes que son de otros eventos. Por eso es que utilizamos este valor como criterio para detectar automáticamente un evento.

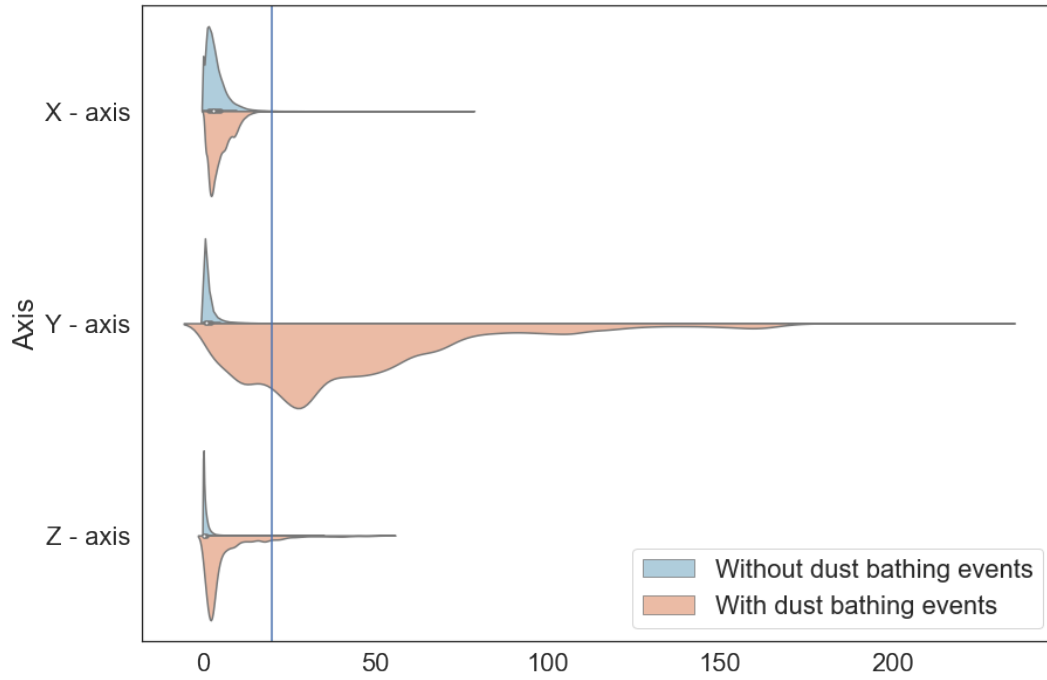


Figure 10: Diagramas de violín de POW en los tres ejes diferenciando eventos de baño de arena (rosa) de otros eventos (celeste)

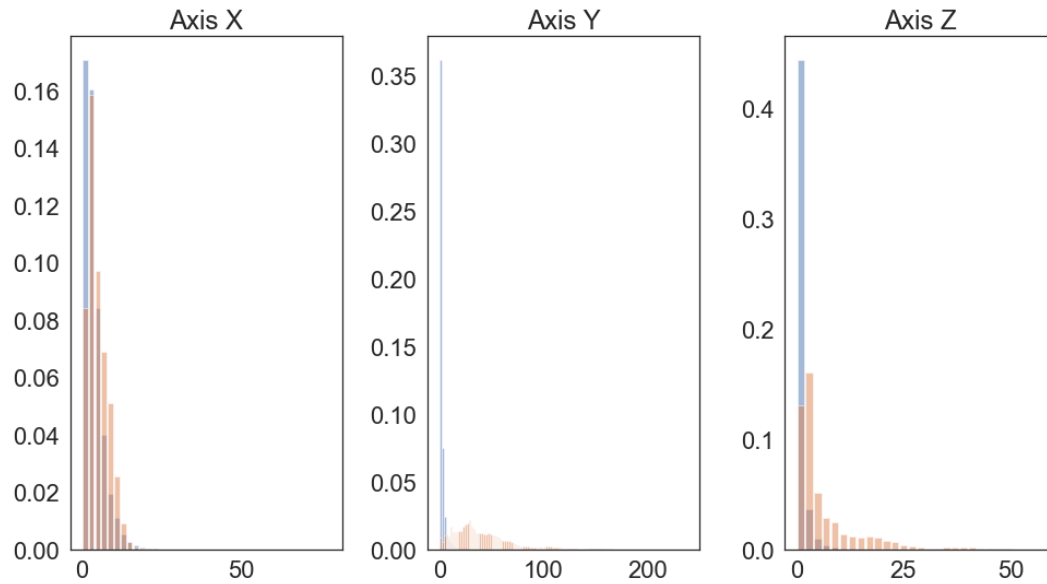


Figure 11: Histogramas de POW en los tres ejes diferenciando eventos de baño de arena (rosa) de otros eventos (celeste)

#### 4.3. Criterio

Diremos que nuestro clasificador encontró un evento si el intervalo de tiempo (en segundos) coincide en al menos el 50% de la duración total del evento.

Ejemplo:

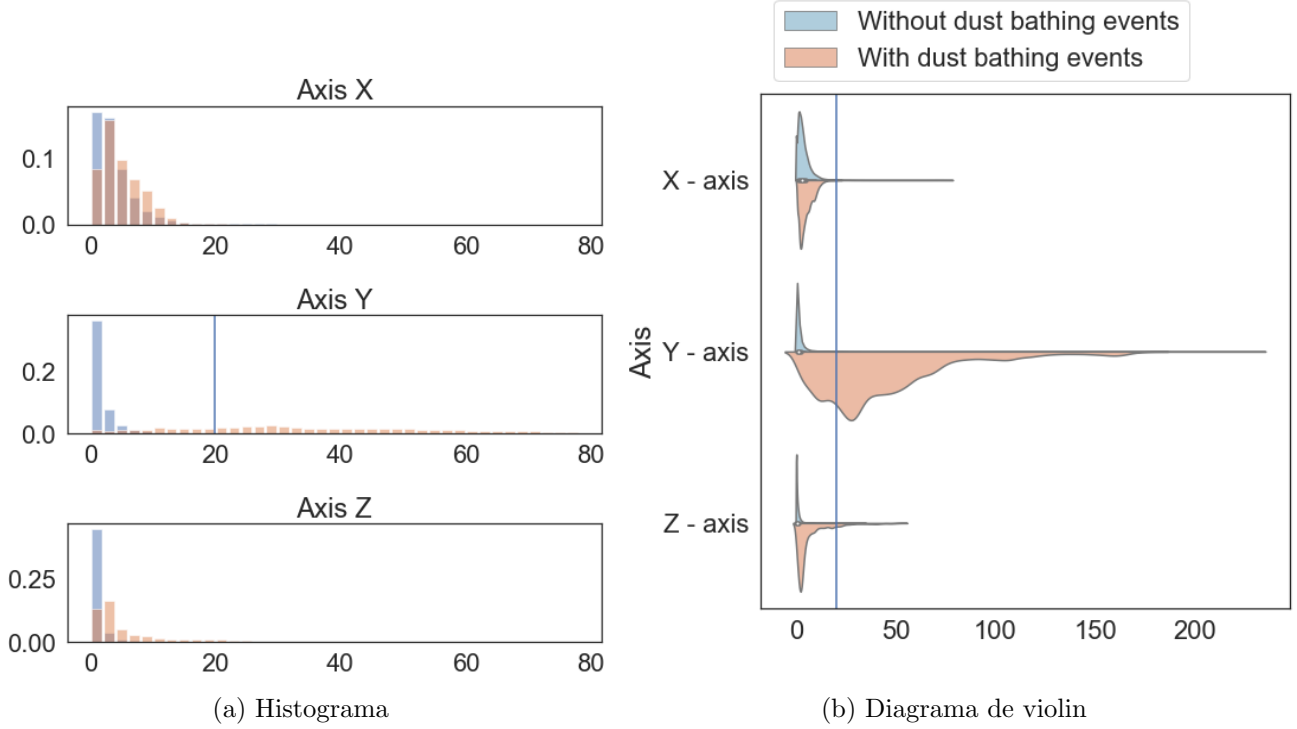


Figure 12: Ambos gráficos juntos. En ambos se tienen en color rosa los eventos de baño de arena y en color celeste otros eventos.

Evento	inicio	final
Observado por video	1:06:20	1:14:46
Detectado automáticamente	1:06:31	1:15:28

En este caso tenemos un 97,9% de coincidencia ya que la duración total del evento es de 506 segundos (= 8 minutos y 26 segundos) y el tiempo que coincide nuestra detección con el evento real es de 495 segundos (= 8 minutos y 15 segundos) entonces  $\frac{495}{506} = 0.978$

En el caso donde un evento automático "encierra" a dos eventos, por ejemplo:

Evento	inicio	final
Observado por video (1)	6:36:03	6:36:42
Observado por video (2)	6:37:04	6:37:21
Detectado automáticamente	6:36:09	6:37:22

Pensamos por un segundo en dividir el evento automático en **Evento 1** desde 6:36:09 a 6:37:00 y **Evento 2** desde 6:37:00 a 6:37:22

## 5. Resultados

### 5.1. Se tiene una buena clasificación

Con el criterio para definir aciertos de eventos predichos se consigue detectar mas del 66% de los eventos de baño de arena realizados por los diferentes individuos y con un acierto total del 78, 66%

En cada tanda y en la tanda total además se calcularon las medidas de sensibilidad ( o sensitivity) y especificidad ( o specificity) además de la exactitud (o accuracy en inglés)

La Figura 13 muestra un esquema explicativo de los valores obtenidos en una matriz de confusión y apartir de esto se puede decir que:

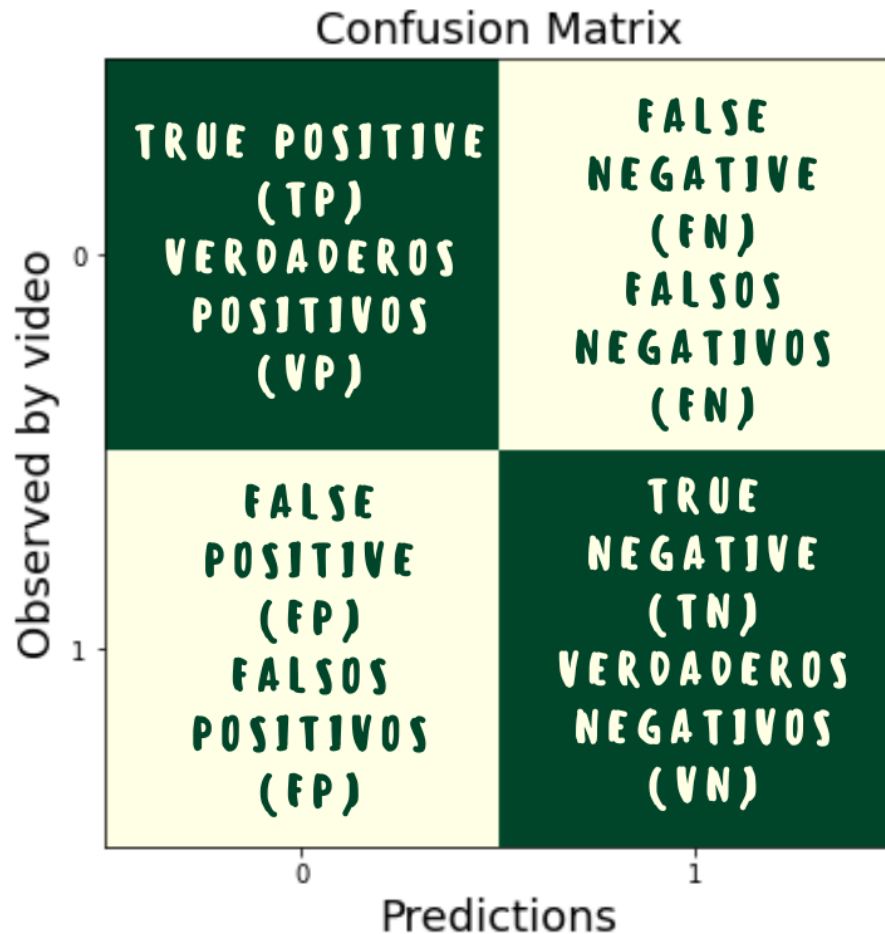


Figure 13: Esquema explicativo de los valores en una matriz de confusión

- Los **Verdaderos positivos** o **True positive** son los eventos que fueron predichos como baño de arena y mediante la observación del video se confirmó que coincidían en al menos un 50% con el evento predicho.
- Los **Verdaderos negativos** o **True negative** son los eventos que no fueron predichos como baño de arena y por la observación del video se confirmó que no ocurría ningún baño de arena en ese intervalo de tiempo.
- Los **Falsos negativos** o **False negative** son los eventos de baño de arena que no fueron predichos automáticamente pero que por la observación de video se confirmó que sí existió un baño de arena en ese intervalo de tiempo. También fueron tomados como falsos negativos los eventos predichos como baño de arena pero que no llegaron a coincidir en un 50 % con el evento observado por video. En algunos de los casos que se obtuvo un falso negativo se debe a que el baño de arena fue realizado de manera muy lenta, pausada.
- Los **Falsos positivos** o **False positive** son los eventos de baño de arena que fueron predichos automáticamente pero que por la observación de video se confirmó que no existió un baño de arena en ese intervalo de tiempo. En estos casos se tienen algunos comportamientos que podrían formar parte de un baño de arena incompleto, como por ejemplo recostarse sobre un costado de su cuerpo, o por realizar una acción repitiéndola con un ritmo particular, casi constante,

Tanda	Sensitivity	Specificity	Accuracy
1	1.0	0.875	0.92
2	0.86	0.89	0.875
3	cannot be calculated	1.0	1.0
4	0.88	0.69	0.77
5	cannot be calculated	1.0	1.0
6	0.38	0.89	0.66
7	1.0	0.73	0.82
9	0.82	0.83	0.83
10	1.0	1.0	1.0
12	0.0	1.0	0.7
13	0.86	0.74	0.79
14	1.0	0.62	0.7

Table 1: Tabla asociada a las matrices de confusión de todas las tandas.

por ejemplo en la tanda 6 se para y se sienta repetidas veces generando un falso positivo.

- La **Exactitud** o **accuracy** es una métrica que representa la relación entre el número de predicciones correctas y el número total de muestras de entrada.
- La **sensibilidad** o **sensitivity**, también conocida como tasa de verdaderos positivos es una métrica que representa la proporción de puntos de datos positivos que se consideran correctamente como positivos, con respecto a todos los puntos de datos positivos.
- La **especificidad** o **specificity**, también conocida como tasa de verdaderos negativos es una métrica que representa la proporción de puntos de datos negativos que se consideran correctamente como negativos, con respecto a todos los puntos de datos negativos.

Las fórmulas de las métricas definidas antes son:

$$accuracy = \frac{VP + VN}{VP + FP + VN + FN} \quad (6)$$

$$sensitivity = \frac{VP}{VP + FN} \quad (7)$$

$$specificity = \frac{VN}{VN + FP} \quad (8)$$

Las matrices que se utilizaron para construir la tabla 1 están en el apéndice y el código en ([https://github.com/rofonseca/Doctorado-Reunion\\_Anual.git](https://github.com/rofonseca/Doctorado-Reunion_Anual.git)).

Recordar que las tandas 8 y 11 no pudieron ser analizadas por problemas técnicos. Al igual que la tanda 14 sólo se analizó una parte de la serie, esta serie no fue observada completamente por el video sino que primero se realizó la predicción y luego solo se corroboró la parte predicha, por eso no se tienen falsos negativos.

Al realizar un análisis total, se obtiene un overall con Accuracy: 0.79, Sensitivity: 0.8 y Specificity: 0.78

### 5.2. Los baños de arena generalmente ocurren por el día

En el marco del objetivo 2 se estudió la distribución de los baños de arena a lo largo del día. Se estudiaron los patrones de actividad de cada individuo por separado y también en conjunto. Para esto se registró y se agrupó cada media hora, comenzando a las 9 am, la cantidad de baños de arena realizados por cada individuo y posteriormente se realizó el siguiente histograma para observar el comportamiento de todos los individuos juntos. Es importante tener en cuenta que algunos animales realizaron pocos eventos a lo largo del día, como el animal de la tanda 12 que solo realizó un baño de arena, o el animal de la tanda 3 que no realizó ningún baño de arena. Y como contra parte de estos animales con pocos baños de arena, tenemos al animal de la tanda 9 que realizó 17 baños de arena en las horas que fue estudiado.

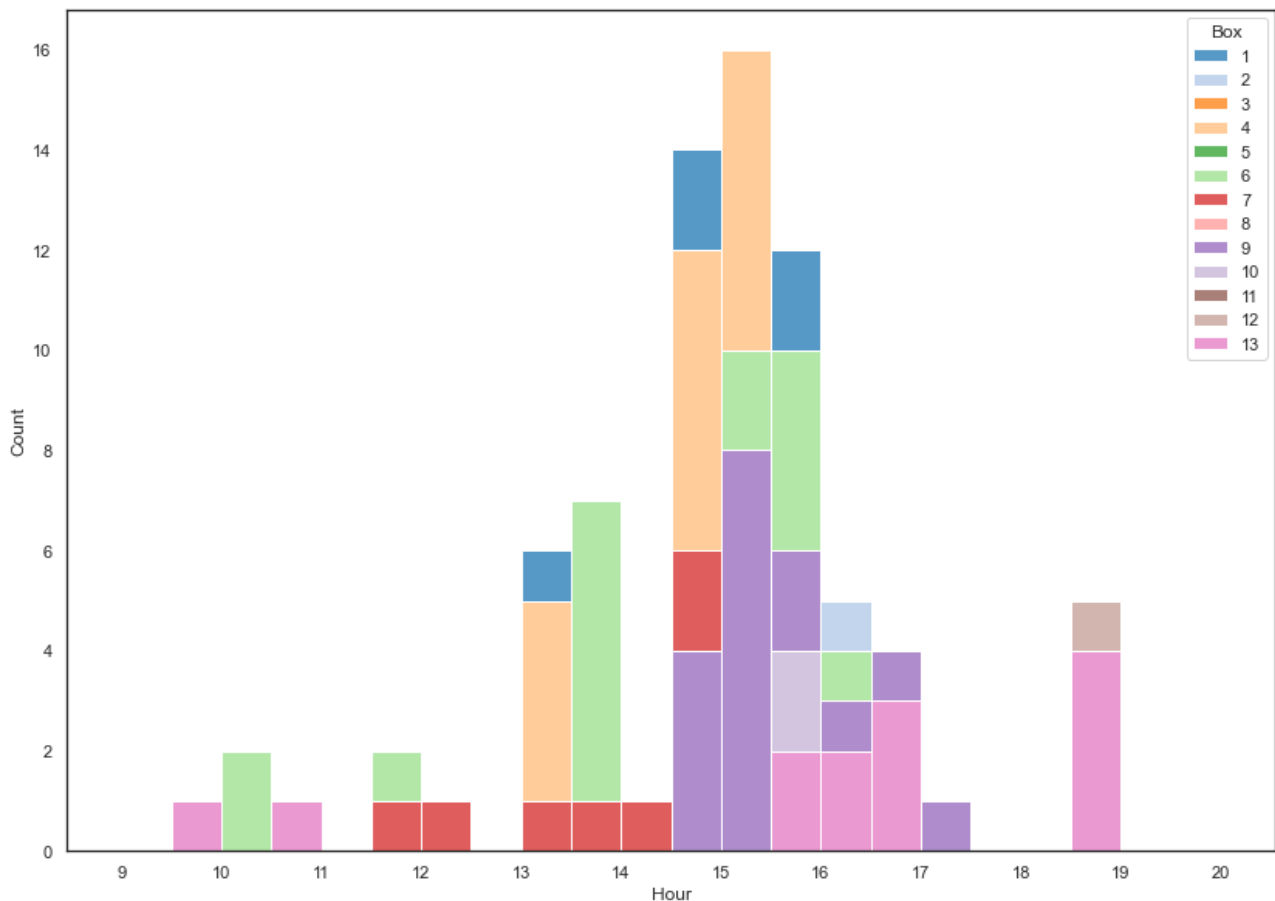


Figure 14: Eventos de baño de arena por box o tandas a lo largo del día

De este gráfico podemos observar que los diferentes individuos realizan los baños de arena después de las 9:30 y antes de las 19, con una mayor cantidad de eventos entre las 13 y las 17:30

Un actograma de actividad es una representación gráfica que muestra los patrones de actividad y descanso a lo largo del tiempo. Si se observa una predominancia de actividades entre las 5 am y las 6 pm en un actograma, esto sugiere que hay una concentración de actividad durante ese período del día. Lo que es consistente con un ritmo de tipo diario de 24 horas.

Esto se puede observar en la figura 15. Podemos observar que solo en el día 5 se observa actividad entre las 3 am y las 5 am.

Es importante recordar que el actograma solo muestra la actividad registrada durante un período específico y no proporciona información sobre las razones o la naturaleza exacta de las actividades

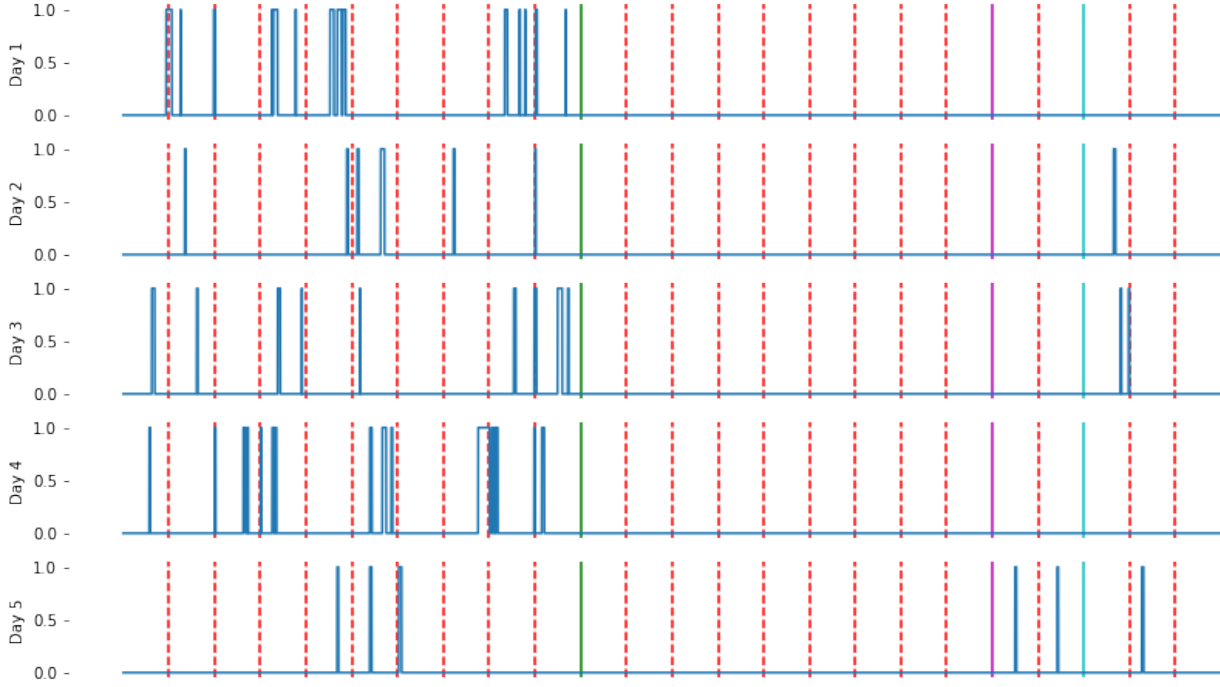


Figure 15: **Actograma de la tanda 14 por 5 días** El día comienza a las 8 am de cada día. Las líneas punteadas rojas representan las horas, por lo que la primera línea roja punteada representa las 9 am, la segunda las 10 am y así siguiendo. En color azul se tiene la actividad predicha por el clasificador, tomando el valor 1. La línea verde representa las 18 hs o las 6 pm de cada día. La línea magenta corresponde a las 3 am y la línea cian corresponde a las 5 am.

	Usando puntos	Usando Eventos
Accuracy	0.97	0.79
Sensitivity	0.61	0.8
Specificity	0.99	0.78

Table 2: Tabla que compara accuracy, specificity y sentitivity entre un análisis punto por punto contra un análisis por eventos

realizadas. Por lo que no podemos explicar los eventos realizados en el día 5 entre las 3 y las 5 de la mañana, aunque suponemos que podría haber sido causado por algún motivo externo, como algún ruido fuera de la sala experimental.

## 6. Resultados

Al complementar nuestra database con los indicadores propuestos en la literatura (Collins et al., 2015) y posteriormente con nuestro nuevo indicador utilizado para detectar baños de arena, se obtiene una database mas rica y útil para detectar eventos.

La *Tabla 2* compara accuracy, specificity y sentitivity entre un análisis punto por punto contra un análisis por eventos.

Como podemos observar a diferencia de la matriz de confusión(Figura 16 y Figura 17), y sus correspondientes métricas, si bien al trabajar con puntos se obtiene una accuracy mayor, se obtiene una sensitivity menor.

Una sensitivity menor significa que el modelo tiene dificultades para identificar correctamente los casos positivos y tiene una alta tasa de falsos negativos. En nuestro caso, significa que no encuentra



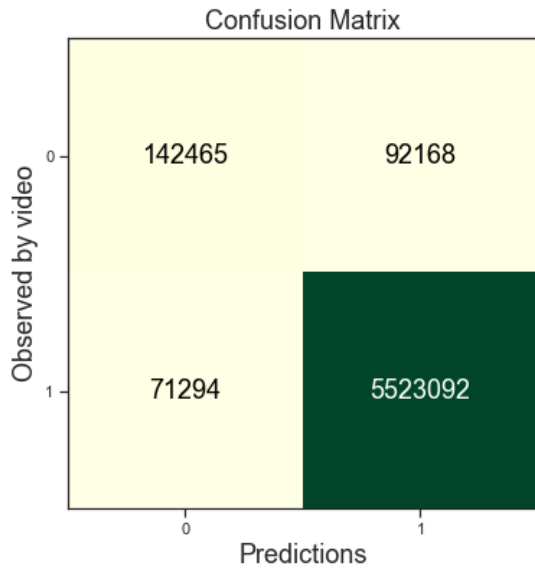


Figure 16: Matriz de confusión sobre todas las tandas por puntos

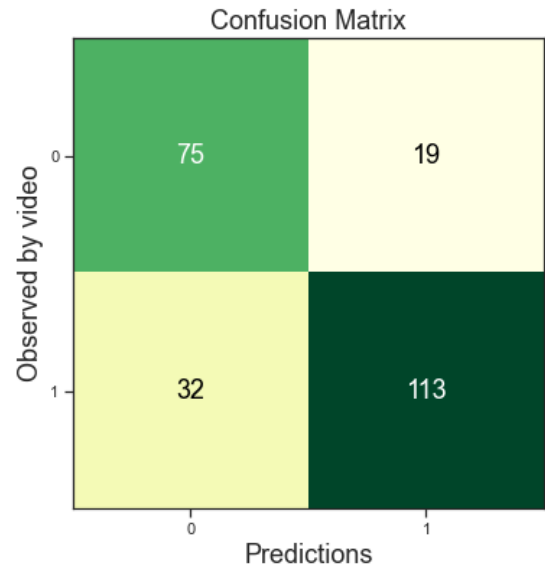


Figure 17: Matriz de confusión sobre todas las tandas por segmentos

eventos de interés.

## 7. Conclusiones

En el transcurso del último año se generó una base de datos, que permitió avanzar sobre el *Objetivo 2* en el que utilizamos herramientas del análisis armónico para detectar un nuevo tipo de evento que no habíamos estudiado anteriormente.

Además se trabajó en el *Objetivo 1* utilizando la aceleración dinámica para discriminar eventos reproductivos de eventos no reproductivos.

En este último año de doctorado se consiguió un predictor para encontrar baños de arena que son un indicador de bienestar animal, ya que al realizar este comportamiento, las aves se encargan de mantener en buen estado sus plumas, libres de parásitos, entre otros (Mills et al., 1997). Además la presencia de baños de arena esta asociada con un menor nivel de estrés en el animal.

## 8. trabajo futuro

Volver a trabajar con redes neuronales, y estos nuevos datos con los nuevos índices, para predecir eventos reproductivos y sacudidas. Así como también otros comportamientos, para continuar avanzando con el *Objetivo 1*, *Objetivo 2* y con el *Objetivo 4 propuesto*.

### 8.1. Experimento futuro

En el marco de la tesis doctoral de la bióloga Florencia Rossi, se realizaran experimentos de una semana de duración con 6 animales por grupo social. Todos los animales serán hembras, cada una con su arnés tipo mochila, como los desarrollados el año anterior pero con diferentes colores para poder trackear a cada animal automáticamente. En este experimento se busca analizar los baños de arena y las interacciones sociales. Con esto se busca avanzar en el *Objetivo 3* y el *Objetivo 5* de mi doctorado.

## References

- [1] X. Yang, Y. Zhao, G.M. Street, Y. Huang, S.D. Filip To, J.L. Purswell: Classification of broiler behaviours using triaxial accelerometer and machine learning. *Animal The international journal of animal biosciences* **15**(100269), 1–11 (2021)
- [2] Barberis, L., Flesia, A.G., Simien, C., Marín, R.H., Kembro, J.M. Accelerometers as a tool to characterize reproductive behavior within social groups in long term experiments: the case of the Japanese Quail.2020 SMB Annual Meeting (eSMB2020). Virtual. 17 al 19 de Agosto 2020.
- [3] ALCALA, R., CALIVA, J. M., GUZMAN, D. A., FLESIA, A. G., BARTUMEUS, F., MARIN, R. H., KEMBRO, J. M. 2019. Aggressive dominance can decrease behavioral complexity on subordinates through synchronization of locomotor activities. *Communications in Biology* 2,467.
- [4] GUZMÁN, D. A., FLESIA, A. G., AON, M. A., PELLEGRINI, S., MARIN, R. H. y KEMBRO, J. M. 2015. Coherent and synchronized ultradian rhythms in the locomotor activity of individual adult female Japanese quail. *Poultry Science Association Meeting*. Louisville, Kentucky.  
collins COLLINS P. M., GREEN J. A., WARWICK-EVANS V, DODD S., SHAW P. J., ARNOULD J. P., HALSEY L. G.(2015).Interpreting behaviors from accelerometry: a method combining simplicity and objectivity. *Ecol Evol.* 2015 Oct 2;5(20):4642-54. doi: 10.1002/ece3.1660. PMID: 26668729; PMCID: PMC4670056.  
Mills MILLS, A. D., CRAWFORD, L. L., DOMJAN, M., FAURE, J. M. (1997). The behavior of the japanese or domestic quail *Coturnix japonica*. *Neuroscience Biobehavioral Reviews*. Volume 21, Issue 3. Pages 261-281

## 9. Apendice

Matrices de confusión de cada tanda correspondientes a la tabla 1

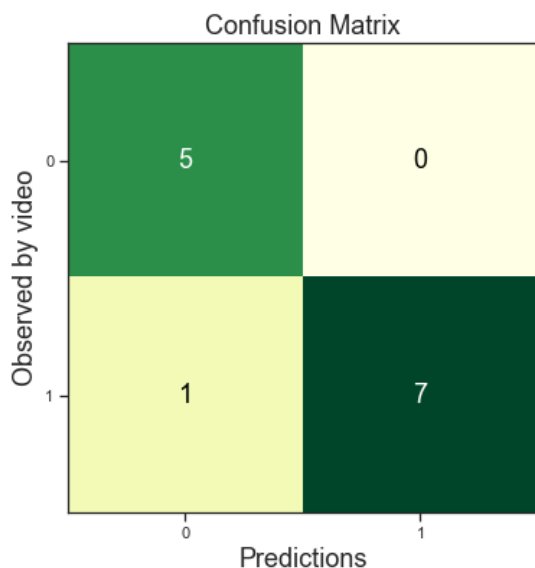


Figure 18: Matriz de confusión asociada a la tanda 1

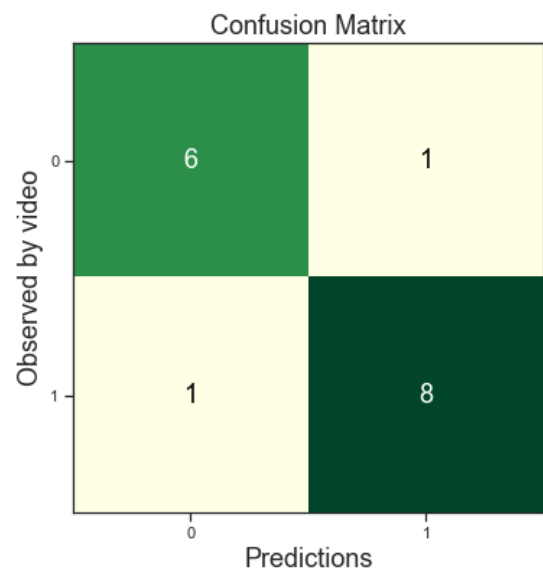


Figure 19: Matriz de confusión asociada a la tanda 2

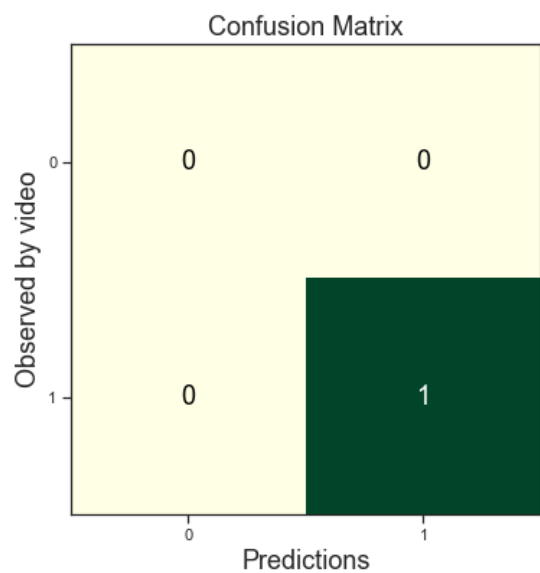


Figure 20: Matriz de confusión asociada a la tanda 3

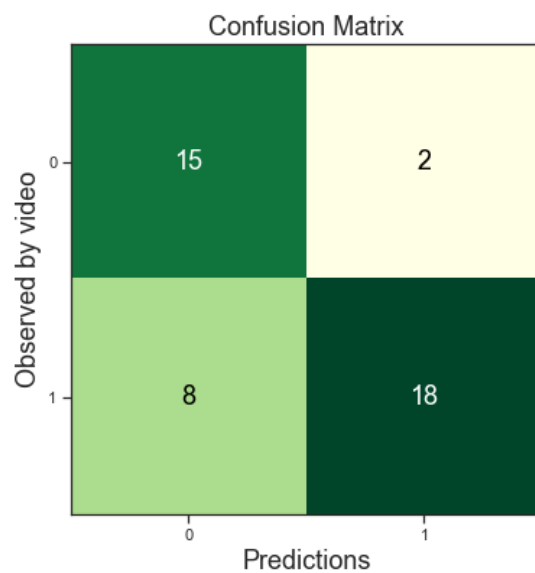


Figure 21: Matriz de confusión asociada a la tanda 4

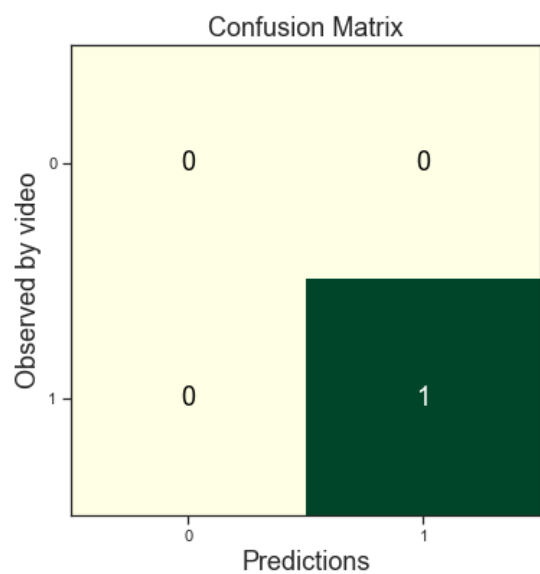


Figure 22: Matriz de confusión asociada a la tanda 5

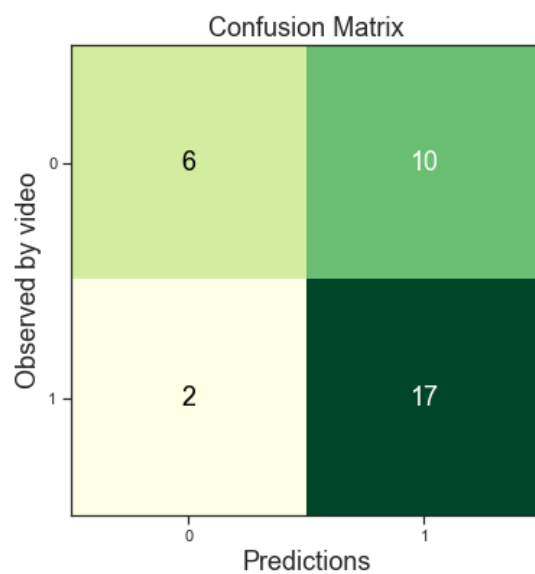


Figure 23: Matriz de confusión asociada a la tanda 6

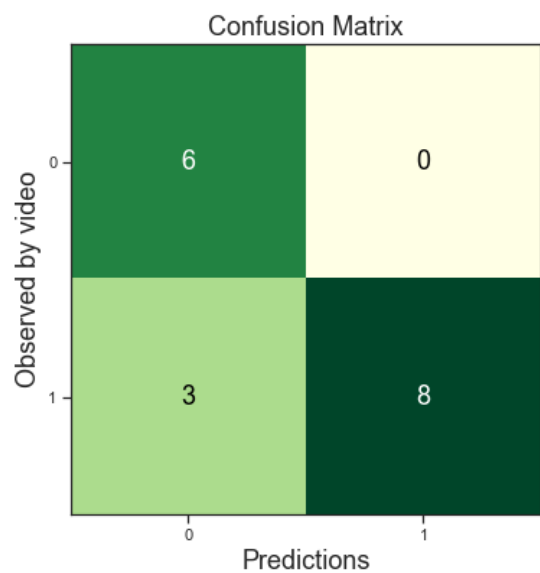


Figure 24: Matriz de confusión asociada a la tanda 7

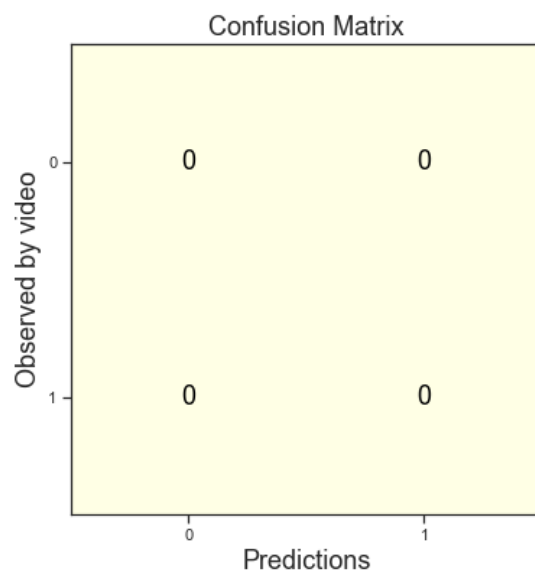


Figure 25: Matriz de confusión asociada a la tanda 8

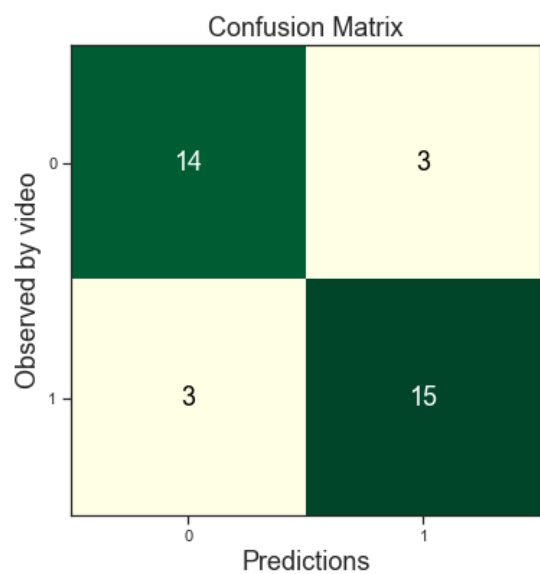


Figure 26: Matriz de confusión asociada a la tanda 9

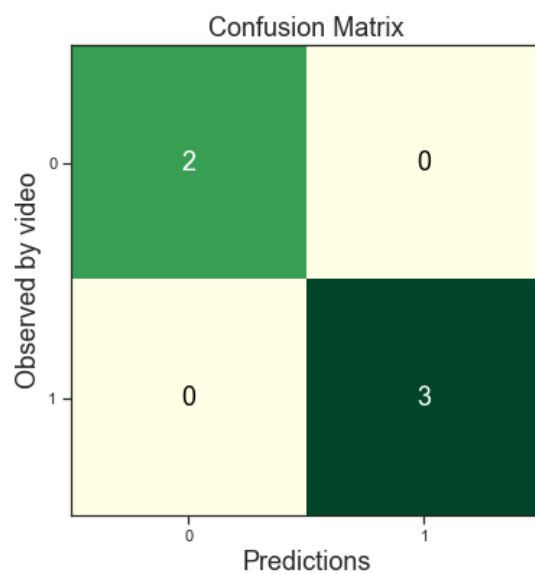


Figure 27: Matriz de confusión asociada a la tanda 10

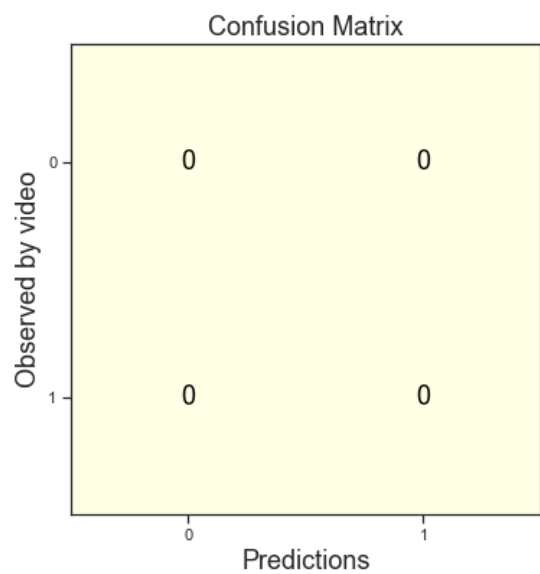


Figure 28: Matriz de confusión asociada a la tanda 11

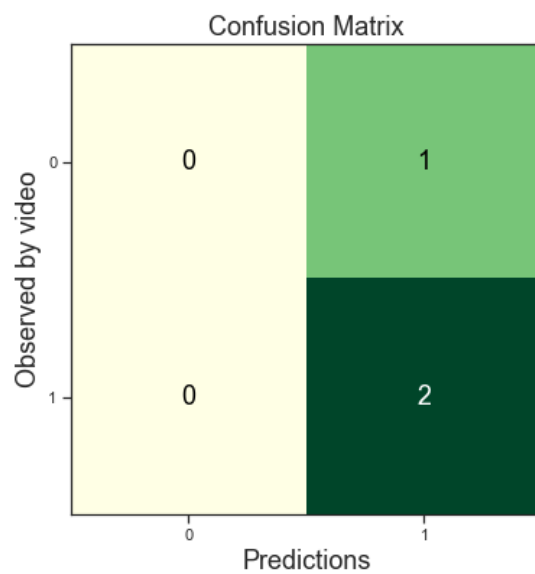


Figure 29: Matriz de confusión asociada a la tanda 12

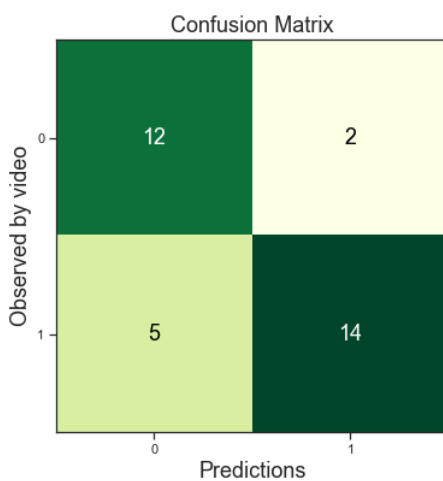


Figure 30: Matriz de confusión asociada a la tanda 13