

Instrucciones para investigaciones EEG con sistema de 64 electrodos activos

Sergio Fernández García

Instrucciones para investigaciones EEG con sistema de 64 electrodos activos

texto:

Sergio Fernández García

Textos Docentes n.º 123

edición:

Editorial Universidad de Almería, 2023

editorial@ual.es

www.ual.es/editorial

Telf/Fax: 950 015459

α

ISBN: 978-84-1351-213-6



Esta obra se edita bajo una licencia Creative Commons
CC BY-NC-SA (Atribución-NoComercial-Compartirigual) 4.0 Internacional



En este libro puede volver al índice
pulsando el pie de la página

Índice

PRÓLOGO.....	4
DISEÑO EXPERIMENTAL EN E-PRIME.....	5
Marcadores de inicio y final del experimento	7
Marcadores de estímulos.....	8
Marcadores de respuesta	11
Adaptar los botones de respuesta.....	12
PREPARANDO EL LABORATORIO.....	17
ORGANIZACIÓN PREVIA.....	32
REGISTRO DE LA ACTIVIDAD EEG.....	35
AI FINALIZAR	49
Guardar, limpiar y ordenar.....	50
ANÁLISIS DE DATOS EEG	55
Análisis de voltaje.....	58

PRÓLOGO

Este protocolo ha sido creado con un fin didáctico, para todas aquellas personas que quieran aventurarse en experimentos electrofisiológicos con un sistema de 64 electrodos activos. La idea principal de este manual es acompañar al lector y guiarlo en cualquier paso, desde el planteamiento del experimento hasta su análisis final.

En este documento he intentado plasmar, punto por punto y de una forma muy gráfica, todo lo que he ido aprendiendo a lo largo de estos años de doctorado, comenzando por cómo adaptar un diseño experimental en E-prime para incorporar marcadores en el registro de EEG, pasando por los preparativos, protocolo y consejos antes, durante y después de la visita del participante, hasta el posterior análisis de voltaje.

Es importante señalar que esto no es un dogma que deba seguirse al pie de la letra, sobre todo la parte de análisis de voltaje, ya que cada diseño y cada experimento es un mundo, pero sí confío en que sirva de apoyo para cualquier persona que busque una buena forma de hacerlo.

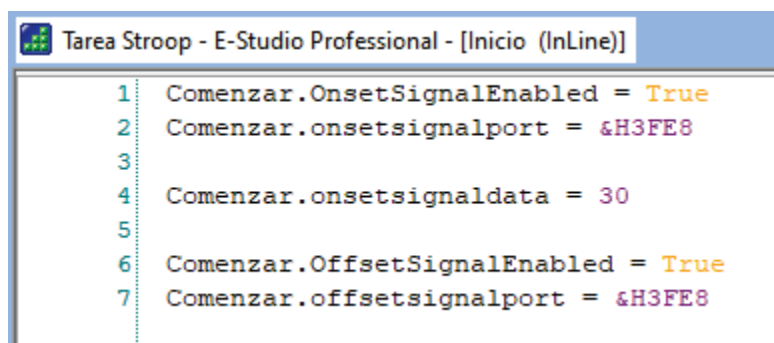
Por último, quiero destacar que no habría sido posible este manual sin la experiencia del profesor Juan José Ortells Rodríguez, sin los ánimos de la profesora Carmen Noguera Cuenca y sin la experiencia que me han dado las más de 200 cabezas de estudiantes maravillosas/os que han pasado por mis manos, y a los que estoy muy agradecido.

DISEÑO EXPERIMENTAL EN E-PRIME

En **amarillo** están señalados los *inlines* que marcan el principio y el fin del experimento; en **rojo** aparecen los *inlines* asociados a estímulos que aparecen en la pantalla y en **azul** los marcadores de respuesta. Ahora vamos a verlos más detenidamente uno por uno.

Marcadores de inicio y final del experimento:

El **marcador de inicio** es un *inline* que se coloca justo al principio del bloque experimental (no es útil ponerlo al principio del experimento porque en el bloque de prácticas no interesa poner marcadores de estímulos y respuestas). El *inline* es el siguiente:



```
1 Comenzar.OnsetSignalEnabled = True
2 Comenzar.onsetsignalport = &H3FE8
3
4 Comenzar.onsetsignaldata = 30
5
6 Comenzar.OffsetSignalEnabled = True
7 Comenzar.offsetsignalport = &H3FE8
```

Como puede observarse, el *inline* siempre tiene que estar asociado a un objeto (en este caso es un TextDisplay) para que, cuando éste aparezca en la pantalla del experimento, el marcador también aparezca en el registro electroencefalográfico. Por esto, la primera palabra de las 5 líneas es la misma y va a variar en función del experimento y del objeto al que se asocie.

La línea central designa el código o marcador con el que vamos a identificar el inicio del bloque experimental en el registro electrofisiológico. En este caso veríamos el número 30 indica el comienzo del experimento. Las dos primeras líneas son para habilitar la señal y el puerto y las dos últimas para deshabilitarlo. El puerto para el sistema de 64 electrodos es **&H3FE8** (es distinto que el que se usaba en el sistema de 32: &H378), por lo que todo el *inline* hay que copiarlo tal cual se ve en la imagen.

El **marcador de fin** se coloca al final del experimento (antes de la despedida o del último objeto usado en el experimento). El *inline* es el siguiente:

```
Tarea Stroop - E-Studio Professional - [Fin (InLine)]
1 Despedida.OnsetSignalEnabled = True
2 Despedida.onsetsignalport = &H3FE8
3
4 Despedida.onsetsignaldata = 31
5
6 Despedida.OffsetSignalEnabled = True
7 Despedida.offsetsignalport = &H3FE8
```

Es prácticamente igual al *inline* de inicio, excepto en el objeto al que se asocia y, más importante, en el número asociado al marcador, que en este caso siempre usamos el 31. Cuando este número aparezca en el registro electrofisiológico significa que el experimento ha finalizado.

Marcadores de estímulos:

Los marcadores asignados a determinados estímulos o eventos específicos en la tarea experimental pueden ser muy variados y cambian de un experimento a otro. En este ejemplo se utilizaron marcadores para señalar la aparición del estímulo previo y también para el estímulo objetivo. En función del paradigma o de lo que se esté interesado en investigar, se pueden colocar marcadores en otros puntos del experimento, pero no es aconsejable usar demasiados, sobre todo porque, en la parte de análisis, podemos jugar con los marcadores ya establecidos y escoger segmentos más o menos grandes hacia atrás y hacia delante, por lo que lo óptimo es colocarlos en los puntos de mayor interés a priori. Estos *inlines* tienen esta nomenclatura:

```
Tarea Stroop - E-Studio Professional - [TriggerPrime (InLine)]
1 Prime.OnsetSignalEnabled = True
2 Prime.onsetsignalport = &H3FE8
3
4 Prime.onsetsignaldata = c.GetAttrib ("TipoPrime")
5
6 Prime.OffsetSignalEnabled = True
7 Prime.offsetsignalport = &H3FE8

Tarea Stroop - E-Studio Professional - [TriggerPre (InLine)]
1 TARGETE.OnsetSignalEnabled = True
2 TARGETE.onsetsignalport = &H3FE8
3
4 TARGETE.onsetsignaldata = c.GetAttrib ("TEnsayo")
5
6 TARGETE.OffsetSignalEnabled = True
7 TARGETE.offsetsignalport = &H3FE8
```

Diseño Experimental en E-Prime

La primera imagen corresponde al *inline* que acompaña al estímulo previo y el segundo al estímulo objetivo. Se puede ver que la forma es idéntica a los marcadores de inicio y final. La mayor diferencia, además del objeto al que los *inlines* van asociados, es el número que le atribuimos al marcador. Como normalmente hay más de una condición experimental, aquí no se pone solamente un número, sino que tenemos que distinguir cada condición con un marcador específico. Lo que se ve entre paréntesis son nombres de atributos que deben crearse en el list donde aparecen los estímulos y todas las variables. En las siguientes imágenes se pueden observar qué condiciones experimentales se identifican con cada marcador:

Tarea Stroop - E-Studio Professional - [BCorto (List)]

Summary
 48 Samples (1 cycle x 48 samples/cycle)
 1 Cycle equals 48 samples
 Random Selection (No Repeat After Reset)

ID	Weight	Nested	Procedure	Condicion	Prime	Target	RespCorre...	SOA	TipoPrime	TEnsayo
1	6		Proc300	Congruente	VERDE	green	[TedaVerde]	200	13	11
2	6		Proc300	Congruente	ROJO	red	[TedaRojo]	200	14	11
3	18		Proc300	Incongruente	VERDE	red	[TedaRojo]	200	13	12
4	18		Proc300	Incongruente	ROJO	green	[TedaVerde]	200	14	12

Tarea Stroop - E-Studio Professional - [BLargo (List)]

Summary
 48 Samples (1 cycle x 48 samples/cycle)
 1 Cycle equals 48 samples
 Random Selection (No Repeat After Reset)

ID	Weight	Nested	Procedure	Condicion	Prime	Target	RespCorre...	SOA	TipoPrime	TEnsayo
1	6		Proc700	Congruente	VERDE	green	[TedaVerde]	600	13	21
2	6		Proc700	Congruente	ROJO	red	[TedaRojo]	600	14	21
3	18		Proc700	Incongruente	VERDE	red	[TedaRojo]	600	13	22
4	18		Proc700	Incongruente	ROJO	green	[TedaVerde]	600	14	22

En este experimento se manipularon dos variables: SOA (intervalo temporal entre estímulo previo y objetivo; corto vs. largo) y Congruencia (congruente vs. incongruente). La variable SOA estaba bloqueada. La primera imagen corresponde al bloque de SOA Corto y la segunda al SOA Largo. Como se puede apreciar, al final de ambos lists los códigos que se usan para el estímulo previo (Prime) son dos [Si la palabra es VERDE, 13; si es ROJO, 14] y se repite en ambos bloques. Sin embargo, los códigos que se asignaron al estímulo objetivo son distintos en ambos bloques. En el bloque de SOA Corto (imagen superior) a los ensayos congruentes (ROJO-rojo; VERDE-verde) se le asignó el código 11 y a los incongruentes (ROJO-verde; VERDE-rojo) el 12. En cambio, en el

Diseño Experimental en E-Prime

bloque de SOA Largo el número asociado a los ensayos congruentes fue el 21 y el de incongruentes el 22.

Vamos a ver otro ejemplo con una tarea distinta utilizada en potenciales evocados. En este caso se trata de una tarea de priming negativo en la que hay una instrucción (Atender vs. Ignorar) y aparecen dos palabras consecutivas en tres condiciones experimentales diferentes (dos palabras semánticamente muy relacionadas; dos palabras no relacionadas y una palabra acompañada de una No-palabra). En la siguiente imagen se puede ver el list de esta tarea.

ID	correctanswer	prime1	matiz	prime2	Target	condicion	TipoInstruccion	TipoTarget
1	[TedaPAL]	SI	green	TORO	VACA	ARP	10	11
2	[TedaPAL]	SI	green	GOLFO	CABO	ARP	10	11
3	[TedaPAL]	SI	green	PERA	MANZANA	ARP	10	11
4	[TedaPAL]	SI	green	MANO	DEDOS	ARP	10	11
5	[TedaPAL]	SI	green	GOLFO	VACA	ACP	10	12
6	[TedaPAL]	SI	green	TORO	CABO	ACP	10	12
7	[TedaPAL]	SI	green	CABRA	MANZANA	ACP	10	12
8	[TedaPAL]	SI	green	ASNO	DEDOS	ACP	10	12
9	[TedaPAL]	NO	red	PERRO	GATO	URP	20	21
10	[TedaPAL]	NO	red	COSTA	PLAYA	URP	20	21
11	[TedaPAL]	NO	red	NATA	FRESA	URP	20	21
12	[TedaPAL]	NO	red	LABIOS	BOCA	URP	20	21
13	[TedaPAL]	NO	red	COSTA	GATO	UCP	20	22
14	[TedaPAL]	NO	red	PERRO	CUEVA	UCP	20	22
15	[TedaPAL]	NO	red	LEON	FRESA	UCP	20	22
16	[TedaPAL]	NO	red	SAPO	BOCA	UCP	20	22
17	[TedaNOPAL]	SI	green	TORO	NIJO	ACN	10	13
18	[TedaNOPAL]	SI	green	GOLFO	DRAGUN	ACN	10	13
19	[TedaNOPAL]	SI	green	PERA	GAMU	ACN	10	13
20	[TedaNOPAL]	SI	green	MANO	LURO	ACN	10	13
21	[TedaNOPAL]	NO	red	PERRO	CEISER	UCN	20	23
22	[TedaNOPAL]	NO	red	COSTA	CIBADA	UCN	20	23
23	[TedaNOPAL]	NO	red	NATA	PALLA	UCN	20	23
24	[TedaNOPAL]	NO	red	LABIOS	NIEPE	UCN	20	23

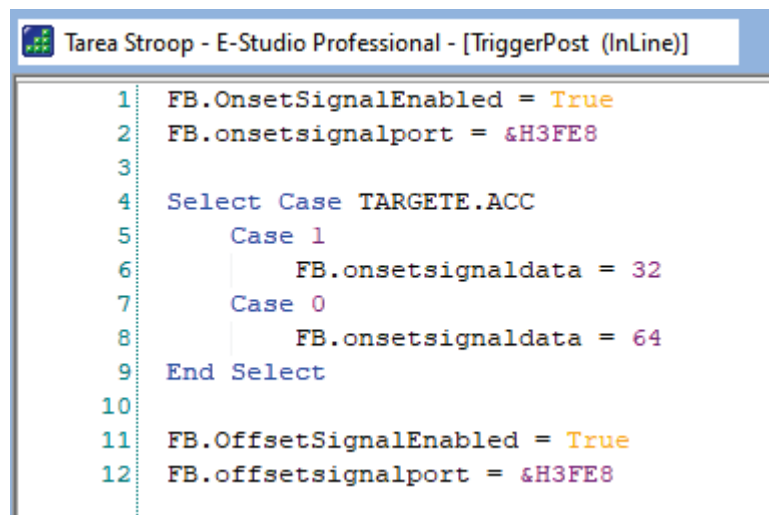
En el momento que aparecía la instrucción SI o NO (Atender o Ignorar, respectivamente), se colocó un *inline* utilizando el atributo TipoInstrucción formada por dos códigos: 10 para la instrucción SI y 20 para la instrucción NO. Esto se hizo porque, en principio, resulta interesante ver cómo el tipo de instrucción, ya sea atender o ignorar, influye en el voltaje registrado. Un segundo marcador fue asignado al estímulo objetivo con el atributo TipoTarget. Cuando la instrucción que aparecía era SI, a los ensayos semánticamente muy relacionados se les asignó el código 11; a los ensayos no relacionados el 12 y a los ensayos en los que aparecía una No-palabra el 13. En cambio, cuando la instrucción era NO, a los ensayos relacionados se les asoció el código 21; a los no relacionados el 22 y en los que aparecían una No-palabra un 23.

Como puede verse, los marcadores pueden ser muy diversos y diferenciarse de muchas maneras entre distintos experimentos. Sin embargo, es vital que las diferentes

condiciones y niveles experimentales queden claramente definidas ya que los marcadores que asignemos en el diseño son los que nos van a permitir segmentar fragmentos temporales y agruparlos entre ensayos del mismo tipo.

Marcadores de respuesta:

El último tipo de marcador es el marcador de respuesta situado en la pantalla donde el participante debe pulsar una tecla o botón determinado. En este caso, el papel del marcador en esta posición es determinar si el participante ha respondido correctamente o ha cometido un error. En la siguiente imagen se puede ver la forma de este tipo de *inline*.



```
1 FB.OnsetSignalEnabled = True
2 FB.onsetsignalport = &H3FE8
3
4 Select Case TARGETE.ACC
5     Case 1
6         FB.onsetsignaldata = 32
7     Case 0
8         FB.onsetsignaldata = 64
9 End Select
10
11 FB.OffsetSignalEnabled = True
12 FB.offsetsignalport = &H3FE8
```

Tanto las dos líneas iniciales como las finales son iguales que en los casos anteriores, modificando el objeto al que está asociado. En este caso, en los *inlines* de marcadores de respuesta figura un Feedback (FB) posterior a la pantalla en la que el participante responde. Este feedback ya tiene que tener definido el *Input Object Name* (el nombre en el que hay que responder al estímulo objetivo) y no es necesario que esta retroalimentación tenga una animación, icono o frase. De hecho, se suele usar este feedback como una pantalla en blanco que conecta el presente ensayo con el siguiente, además de servir para asignarle el marcador de respuesta.

La parte central del *inline* es la que varía respecto a los anteriores *inlines*. En esta ocasión, debemos usar el comando *Select Case* y escribir el nombre del objeto en el que se debe responder, añadiéndole *‘.ACC’*. El marcador de acierto o error se tomará del Feedback, como puede verse en las siguientes líneas. Cuando el Caso es 1, significa que el participante ha realizado una respuesta correcta y se utiliza el número 32 (durante el registro de potenciales el 32 se visualiza como R1), mientras que, si el Caso es 0 significa que ha cometido un error y se utiliza el número 64 (en el registro se visualiza como R2).

Es importante acabar esta parte con *End Select* para que no aparezca un error al generar el experimento.

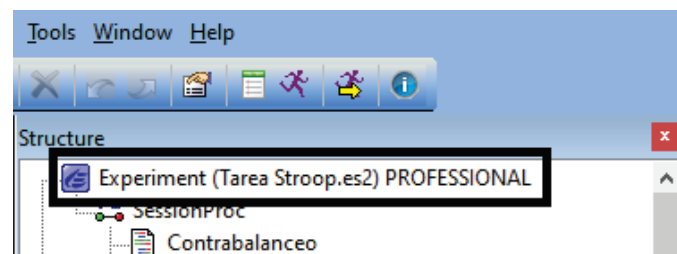
NOTA: En caso de que el experimento que se está diseñando sea de doble tarea y los participantes tengan que dar dos tipos respuestas diferentes (por ejemplo, un experimento de priming con una tarea concurrente de memoria de trabajo), en la segunda ventana de respuesta se utilizaría el mismo *inline*, pero cambiando los códigos de acierto / error con la misma progresión numérica (Caso 1 = 96; Caso 0 = 128...).

Relevante para experimentos de potenciales evocados: Es extremadamente importante (casi obligatorio) que el ITI o intervalo entre ensayos sea suficientemente prolongado (al menos 1.000 ms de duración) por dos motivos básicos: A) con un ITI largo nos aseguramos que no se arrastre actividad cerebral de la respuesta del ensayos anterior al siguiente y B) si queremos analizar la actividad previa de un marcador que colocamos al inicio del ensayo, no podremos hacerlo si la respuesta del ensayo anterior (en otras palabras, el marcador de respuesta) se encuentra dentro de ese intervalo temporal, provocando un error que nos impedirá el análisis de dicho intervalo.

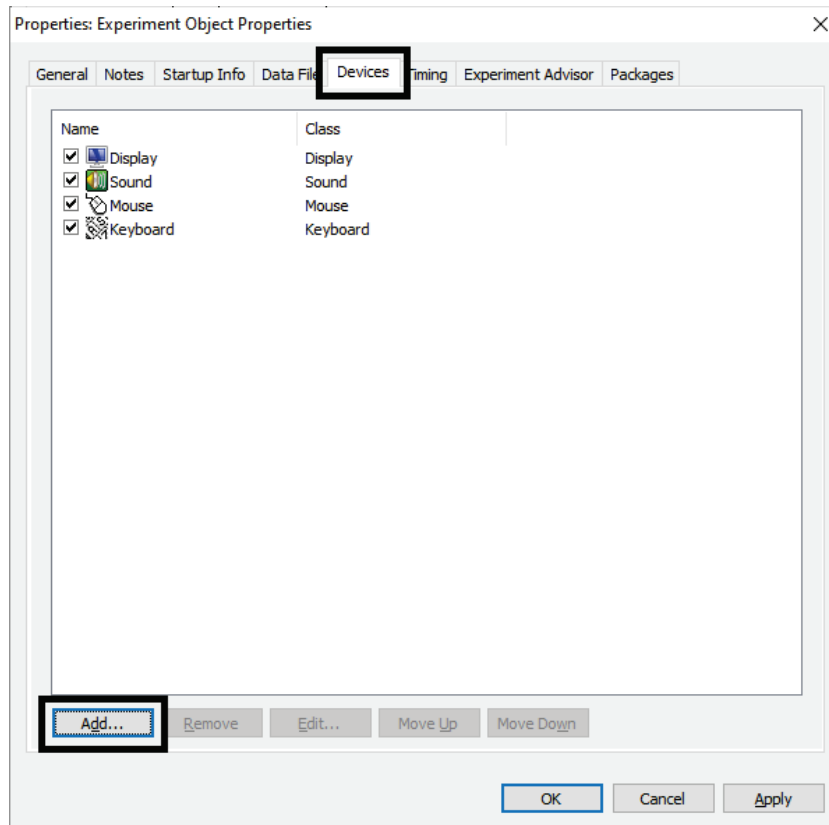
Adaptar los botones de respuesta

En la sala de potenciales, los participantes no responden con el teclado, sino con un joystick analógico por cuestiones ergonómicas y para evitar posiciones incómodas que puedan entorpecer el registro o generar ruido innecesario. Por ello, es necesario adaptar las respuestas de un experimento realizado en cabinas para hacerlo en potenciales de la siguiente forma:

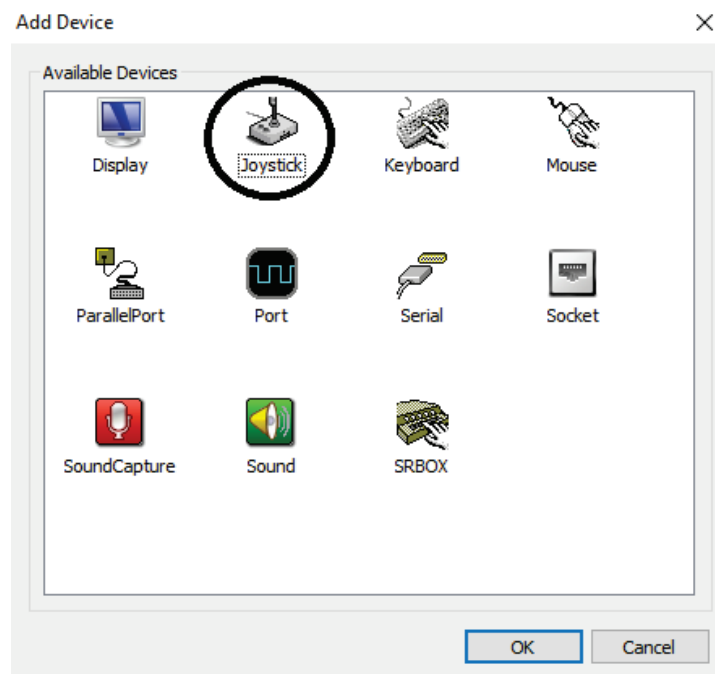
Abrir el diseño del experimento (.es2) y pulsar dos veces sobre el primer elemento que aparece en la estructura (*Experiment Professional*) para abrir una ventana secundaria.



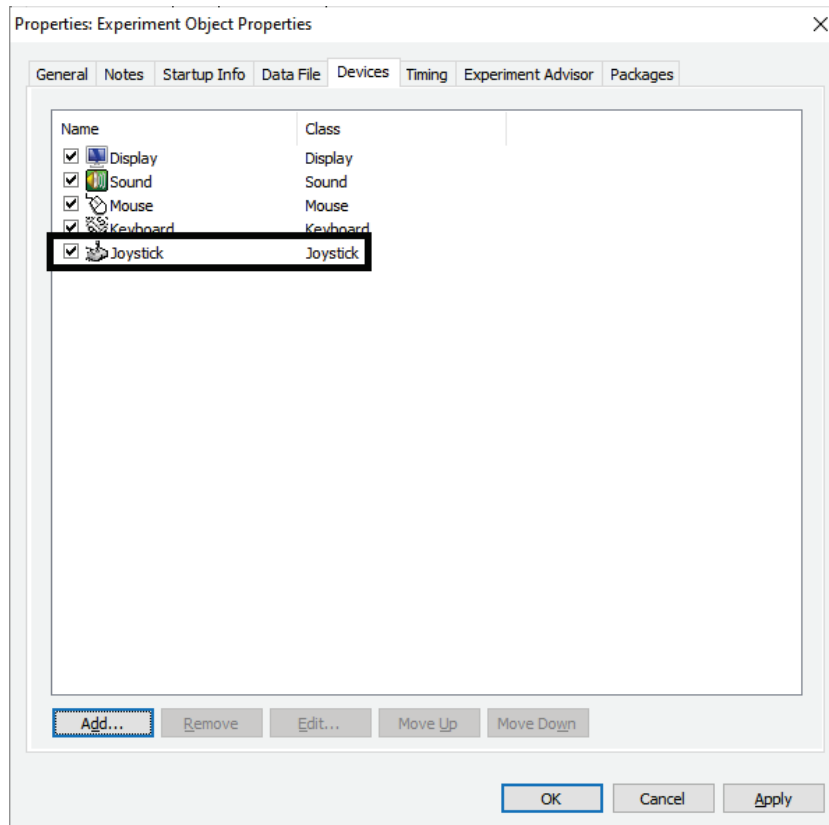
Una vez abierta, debemos pulsar en la pestaña '*Devices*', en la que aparecen todos los dispositivos que tenemos activos en ese momento, y hacer clic en *Add...*



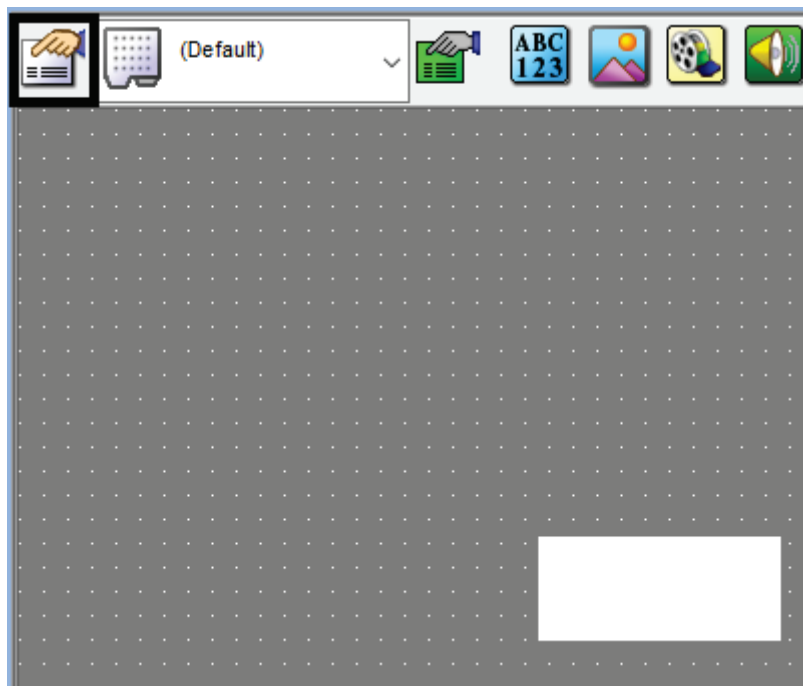
Entre los distintos dispositivos que podemos activar, hay que seleccionar Joystick y pulsar OK.



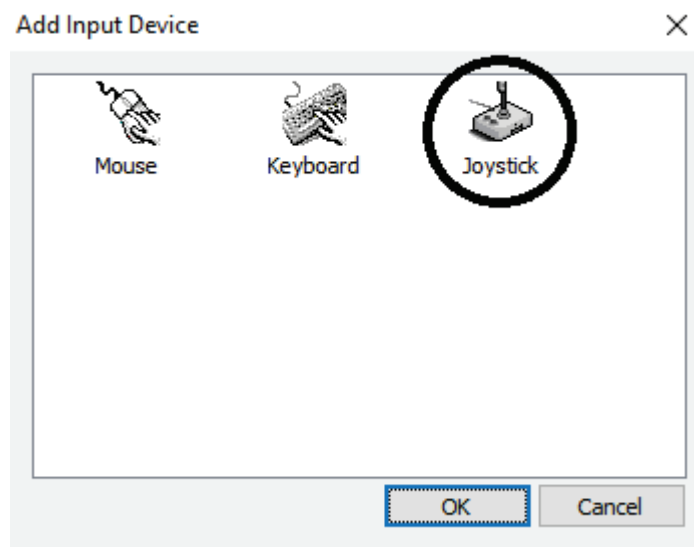
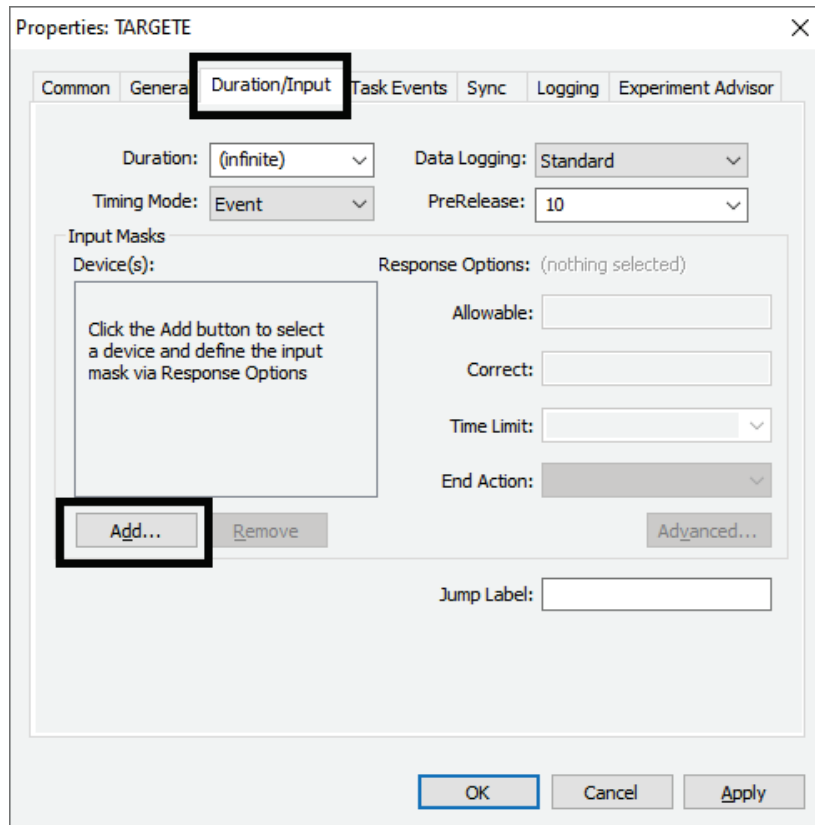
Cuando se haga, puede comprobarse que en los dispositivos activos aparece junto a los que ya teníamos anteriormente.



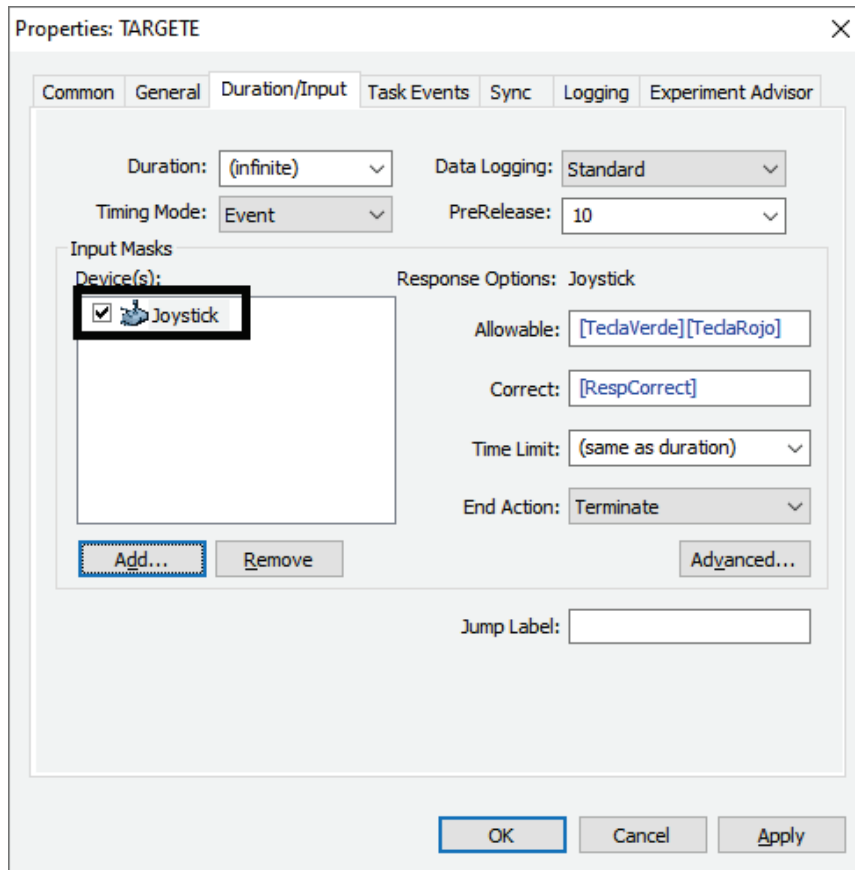
Lo último que hay que hacer es cambiar las respuestas desde Teclado a Joystick. Para esto, debemos abrir los objetos de E-prime en los que los participantes tengan que dar una respuesta y abrir su ventana de propiedades.



En la ventana secundaria que aparece, hay que pulsar en la pestaña '*Duration/Input*' y en el apartado de *Device*, hacer clic en *Add...* para añadir el Joystick.



Y debe aparecer ya en los *Devices* en uso. Una vez incluido aquí, habrá que completar los apartados *Allowable* y *Correct*.



Para asignar cada respuesta, los botones del joystick tienen un número asignado por defecto, por lo que habría que hacer un proceso muy similar al que se realiza cuando se responde con teclas numéricas desde el teclado. En la siguiente imagen pueden verse los números que suelen estar asignados a los botones del Joystick.



NOTA: Dependiendo del fabricante, los números asignados a cada botón del Joystick pueden variar, por lo que es muy recomendable hacer varias pruebas para verificar que todo funciona correctamente y que los botones están bien seleccionados.

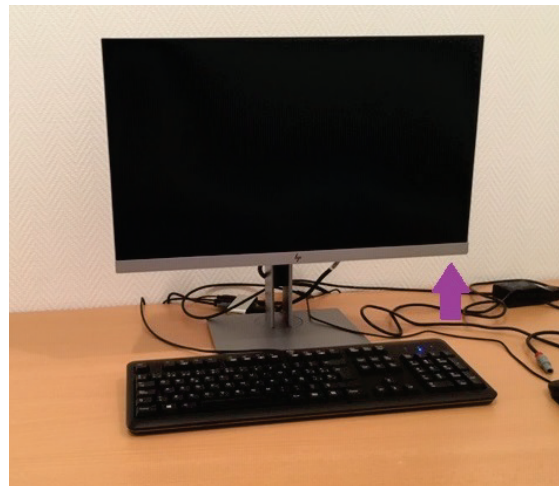
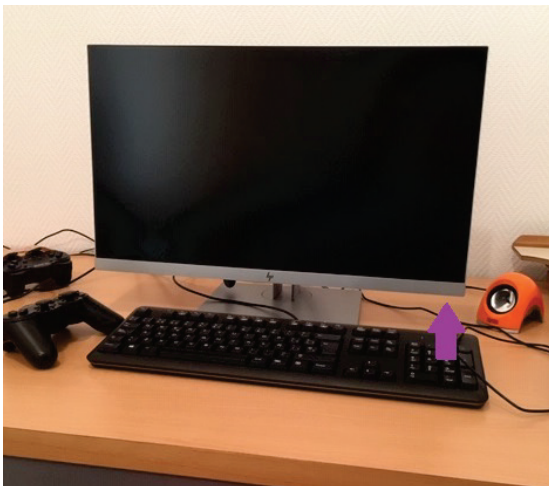
**PREPARANDO
EL LABORATORIO**

Preparando el Laboratorio

1. Encender los dos ordenadores de la habitación contigua a la sala de electrofisiología y verificar que la llave que permite el registro de *Recorder* (de color negro) está conectada. La **torre de la izquierda** corresponde al ordenador en el que los participantes realizan la **tarea experimental**. La **torre de la derecha** es el ordenador que **registra la actividad cerebral** del participante a través del programa *Vision Recorder* (es en este dónde debe estar la llave conectada).



2. Encender ambos monitores de la sala de electrofisiología (Contraseña: *usuario*).



3. Primero, hay que conectar los dos juegos de electrodos [1) 1-32 y 2) 33-64] al amplificador. El amplificador tiene dos ranuras numeradas, una para cada grupo. Hay que hacer coincidir la flechita que tiene el conector de los electrodos con el de la ranura del amplificador hasta escuchar un ‘clic’, en ambos casos.

Preparando el Laboratorio



Preparando el Laboratorio

NOTA: El electrodo de tierra se conecta de forma independiente en la ranura de la parte frontal del amplificador que veis en la siguiente imagen.



4. Conectar el amplificador a los dos ordenadores a través de los cables que veis en la imagen de debajo. El negro pertenece al ordenador del registro electrofisiológico y el gris al ordenador en el que se realiza la tarea experimental.



Preparando el Laboratorio

El cable gris se conecta en el puerto *Trigger In* y el cable negro al puerto con el símbolo de USB (⏏). En ambos hay que apretar los tornillos laterales para fijar bien la conexión.



5. Conectar el amplificador del sistema de 64 electrodos (módulo superior) a la batería (módulo inferior) a través del cable adaptado que aparece a continuación.



La parte roja del cable se conecta en el amplificador y la parte negra a la batería.

Preparando el Laboratorio



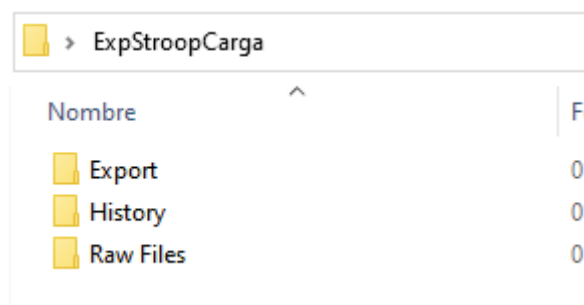
NOTA: La batería tiene una duración media de 25 horas (unos 12 - 14 participantes), por lo que es aconsejable dejar una mañana libre para poder recargarla mediante un cable adaptado para eso. Cuando lo conectamos a la corriente eléctrica, hay un indicador con iluminación en la zona media del cable: si la luz es de color naranja, significa que la batería se está cargando; si es verde, es que ya está cargada al 100%. La recarga suele durar unas 4 - 5 horas, pero puede ser menos (en función del tiempo que hayamos consumido anteriormente). Es muy **IMPORTANTE** no dejar nunca la batería descargada o con poca carga, aunque no se vaya a usar durante unas semanas, ya que así es más fácil que se estropee.



Si la luz del cajetín, que se encuentra en medio del cable de carga, es de color naranja, significa que la batería se está cargando. Si es de color verde la batería ya está cargada y se puede desconectar para volver a usarla.



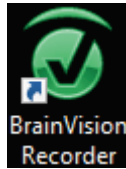
6. Lo primero que se debe hacer es crear una carpeta (en Escritorio o en Mis Documentos) con el nombre de la tarea o paradigma experimental en el ordenador del registro EEG. Dentro de esa carpeta, debemos crear tres carpetas más: EXPORT, HISTORY y RAW FILES.



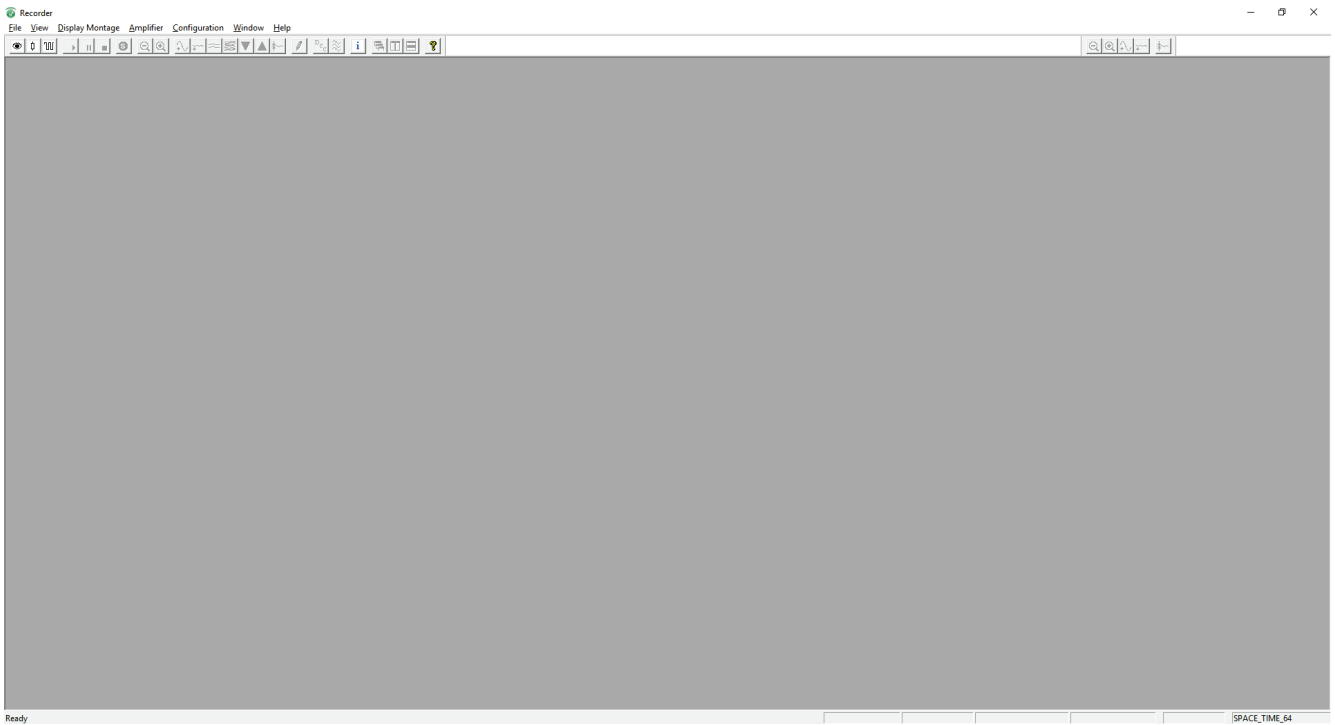
Preparando el Laboratorio

NOTA: En la fase de registro, solamente utilizaremos una de ellas (Raw Files), las otras dos permanecen vacías hasta que se hagan determinados análisis y exportaciones con *BrainVision Analyzer* (History y Export).

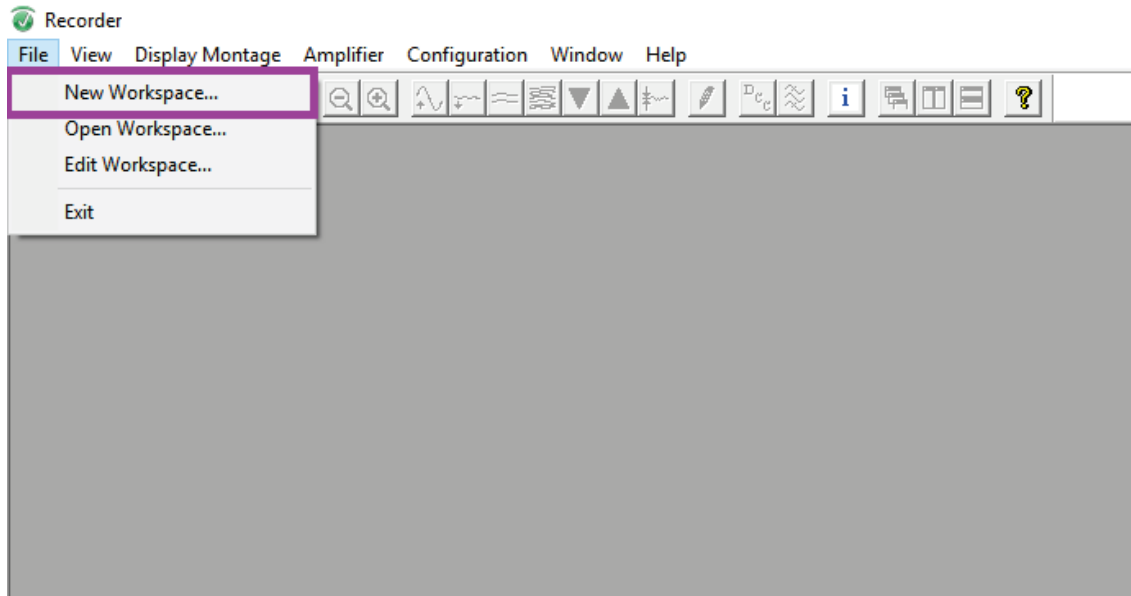
7. Abrir el programa *BrainVision Recorder*



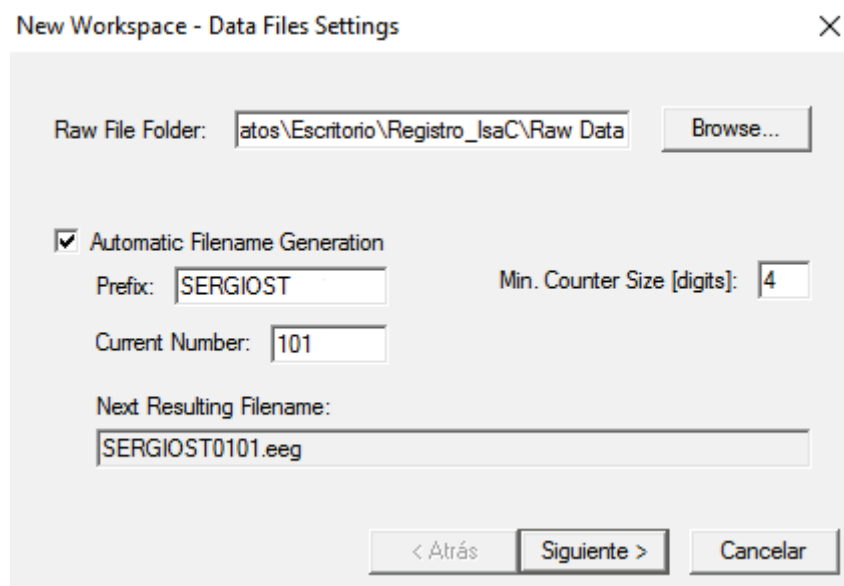
8. Al abrir el programa, en primer lugar, hay que crear un espacio de trabajo (Workspace). Para ello, hay que entrar en File → New Workspace...



Preparando el Laboratorio



Se abrirá una ventana secundaria como la que siguiente:



En *Raw File Folder*, se debe seleccionar la carpeta RAW FILES en la que se van a almacenar los registros electrofisiológicos guardados. Pinchando en *Browse*, debemos establecer la ruta hacia la carpeta (de ahí que se sitúe en un sitio de fácil acceso como el Escritorio o Mis Documentos).

Dejar marcada la opción *Automatic Filename Generation* (el propio programa va modificando el número de participante).

En *Prefix*, se debe elegir un nombre breve y en *Current Number*, un número por el que comenzará el contador. [Es aconsejable que el número sea al menos de 3 cifras]. En *Next Resulting Filename* se puede comprobar cómo serán nombrados los archivos

Preparando el Laboratorio

generados al grabar los registros de cada sujeto. Si el nombre es el adecuado, pulsar Siguiente.

En la siguiente ventana se pueden renombrar y ordenar los electrodos. Una vez editado lo que se desee, pulsar Siguiente.

New Workspace - Amplifier Settings ×

Scan for Amplifier

Channels / Rate:

Number of Channels: Sampling Rate [Hz]:

Reference Channel (EEG Channel only):

Enable Active Shielding

Channel Settings:

#	Type	Name	Phys. Chn.	Diff. Unit	Unit	Gradient		Offset	
2	?	Fz	2	-	-	-	-	-	-
3	?	F3	3	-	-	-	-	-	-
4	?	F7	4	-	-	-	-	-	-
5	?	FT9	5	-	-	-	-	-	-
6	?	FC5	6	-	-	-	-	-	-
7	?	FC1	7	-	-	-	-	-	-
8	?	C3	8	-	-	-	-	-	-
9	?	T7	9	-	-	-	-	-	-
10	?	A1	10	-	-	-	-	-	-
11	?	CP5	11	-	-	-	-	-	-
12	?	CP1	12	-	-	-	-	-	-
13	?	Pz	13	-	-	-	-	-	-
14	?	P3	14	-	-	-	-	-	-
15	?	P7	15	-	-	-	-	-	-
16	?	O1	16	-	-	-	-	-	-
17	?	Oz	17	-	-	-	-	-	-
18	?	O2	18	-	-	-	-	-	-
19	?	P4	19	-	-	-	-	-	-
20	?	P8	20	-	-	-	-	-	-
21	?	A2	21	-	-	-	-	-	-
22	?	CP6	22	-	-	-	-	-	-
23	?	CP2	23	-	-	-	-	-	-
24	?	Cz	24	-	-	-	-	-	-
25	?	C4	25	-	-	-	-	-	-
26	?	T8	26	-	-	-	-	-	-
27	?	FT10	27	-	-	-	-	-	-
28	?	FC6	28	-	-	-	-	-	-

Use Electrode Position File < Atrás Siguiente > Cancelar

La ventana que aparece a continuación es para usar filtros de datos y segmentaciones. A su vez, posee tres subpestañas. Si no se quiere hacer algo en específico, dejar por defecto. Pulsar Siguiente.

Preparando el Laboratorio

New Workspace - Software Filters

✕

Raw Data Saving Filters | Segmentation Filters | Display Filters

Enable Filters

Master Settings

Low Cutoff Filter
 Time Constant [s]: Frequency [Hz]:

High Cutoff Filter
 Frequency [Hz]:

Notch Filter
 Frequency [Hz]:

Use Individual Settings Copy Master Settings

Channel	Low Cutoff			High Cutoff		Notch	
	Enable	Time Constant [s]	Frequency [Hz]	Enable	Frequency [Hz]	Enable	Frequency [Hz]
Fp1	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
Fz	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
F3	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
F7	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
FT9	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
FC5	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
FC1	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
C3	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
T7	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
A1	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
CP5	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
CP1	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
Pz	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
P3	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
P7	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
O1	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
Oz	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
O2	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
P4	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
P8	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
A2	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
CP6	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
CP2	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50

< >

< Atrás | Siguiente > | Cancelar

New Workspace - Software Filters

✕

Raw Data Saving Filters | Segmentation Filters | Display Filters

Enable Filters

Master Settings

Low Cutoff Filter
 Time Constant [s]: Frequency [Hz]:

High Cutoff Filter
 Frequency [Hz]:

Notch Filter
 Frequency [Hz]:

Use Individual Settings Copy Master Settings

Channel	Low Cutoff			High Cutoff		Notch	
	Enable	Time Constant [s]	Frequency [Hz]	Enable	Frequency [Hz]	Enable	Frequency [Hz]
Fp1	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
Fz	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
F3	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
F7	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
FT9	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
FC5	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
FC1	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
C3	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
T7	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
A1	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
CP5	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
CP1	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
Pz	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
P3	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
P7	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
O1	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
Oz	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
O2	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
P4	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
P8	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
A2	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
CP6	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50
CP2	<input type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input type="checkbox"/>	70	<input type="checkbox"/>	50

< >

< Atrás | Siguiente > | Cancelar

Preparando el Laboratorio

New Workspace - Software Filters ×

Raw Data Saving Filters | Segmentation Filters | Display Filters

Enable Filters

Master Settings

Low Cutoff Filter Time Constant [s]: Frequency [Hz]:

High Cutoff Filter Frequency [Hz]:

Notch Filter Frequency [Hz]:

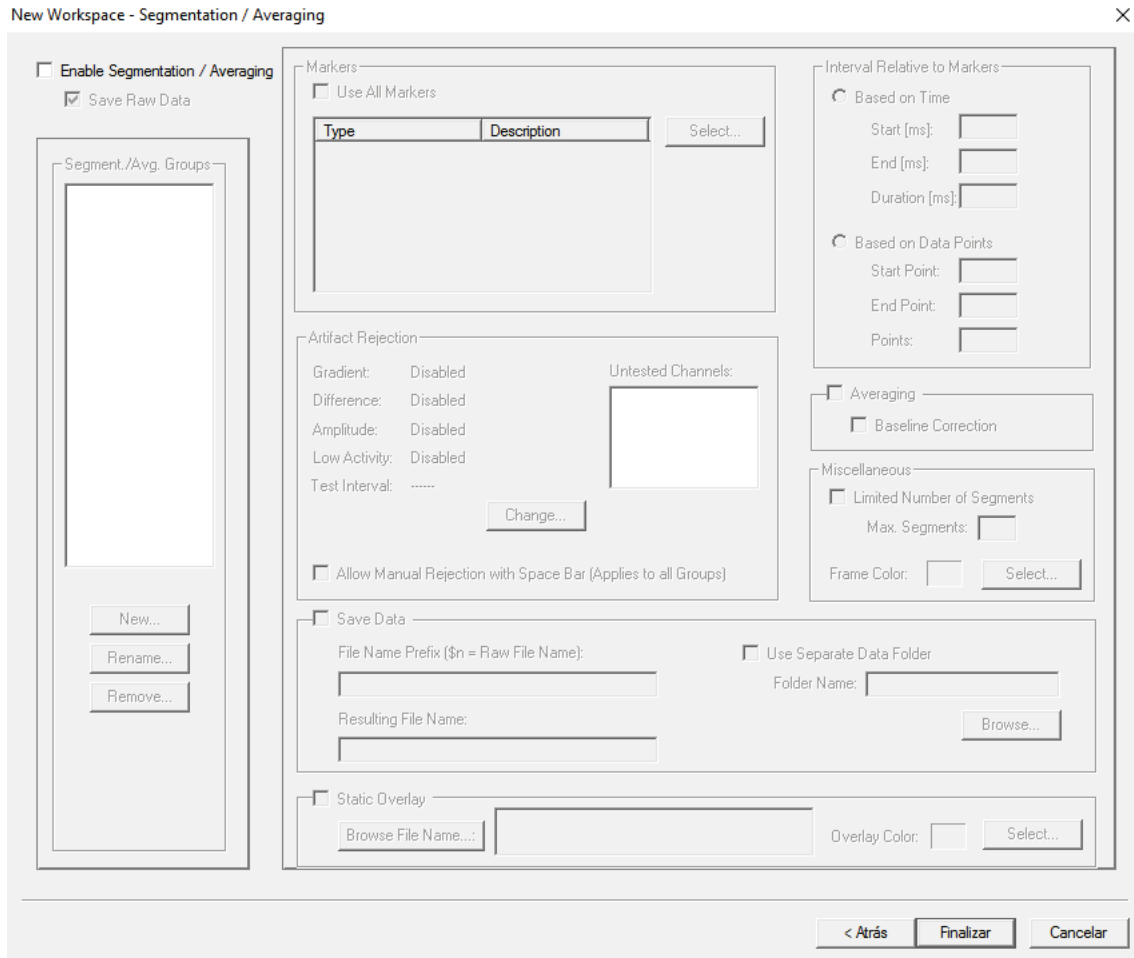
Use Individual Settings Copy Master Settings

Channel	Low Cutoff			High Cutoff		Notch	
	Enable	Time Constant [s]	Frequency [Hz]	Enable	Frequency [Hz]	Enable	Frequency [Hz]
Fp1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
Fz	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
F3	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
F7	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
FT9	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
FC5	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
FC1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
C3	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
T7	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
A1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
CP5	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
CP1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
Pz	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
P3	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
P7	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
O1	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
Oz	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
O2	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
P4	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
P8	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
A2	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
CP6	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50
CP2	<input checked="" type="checkbox"/>	0.3	0.531	<input checked="" type="checkbox"/>	70	<input checked="" type="checkbox"/>	50

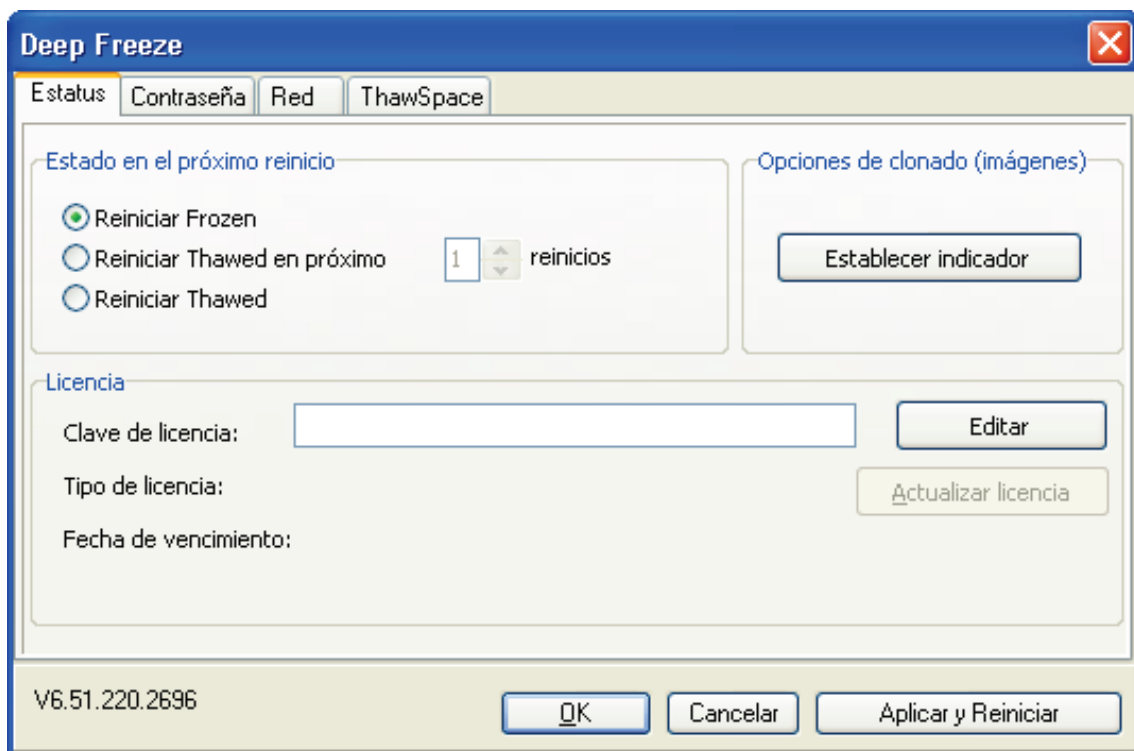
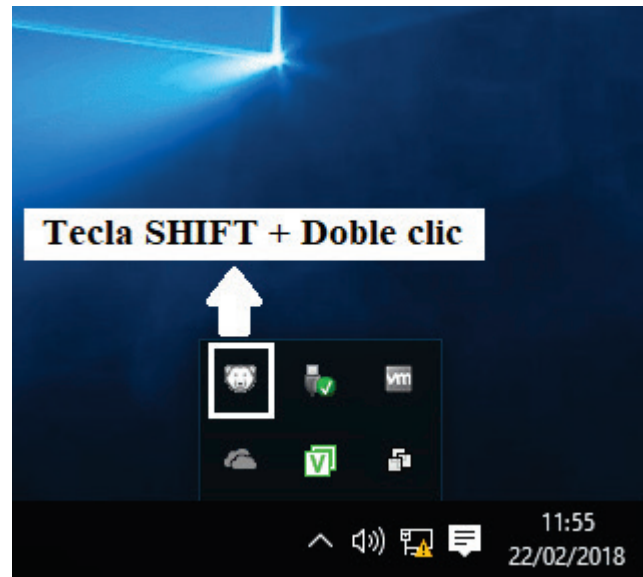
< Atrás Siguiente > Cancelar

Esta última ventana permite editar segmentaciones y promedios, además de habilitar / deshabilitar determinados marcadores que hemos asignado en el diseño experimental. Dejad esta ventana por defecto. Pulsar Finalizar.

Preparando el Laboratorio

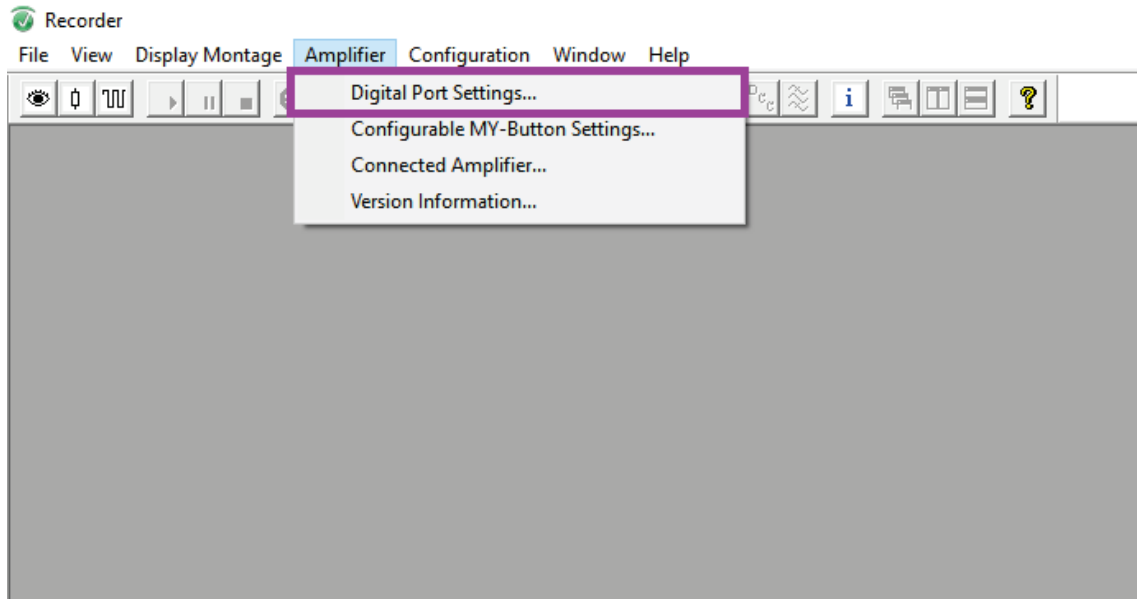


NOTA: Hay que tener en cuenta que, al crear / modificar el Workspace, el ordenador debe estar **descongelado** para que se guarden los cambios. Para descongelar: Buscar el icono de la cara de oso polar [🐻] en la parte derecha inferior. Mantener pulsada la tecla Shift (entre Mayúsculas y Control) y hacer doble clic en el icono. En la ventana emergente, seleccionar Reiniciar Descongelado ('*Thawed*') [Recuerda que luego debes hacer el proceso inverso y marcar Reiniciar Congelado ('*Frozen*')].

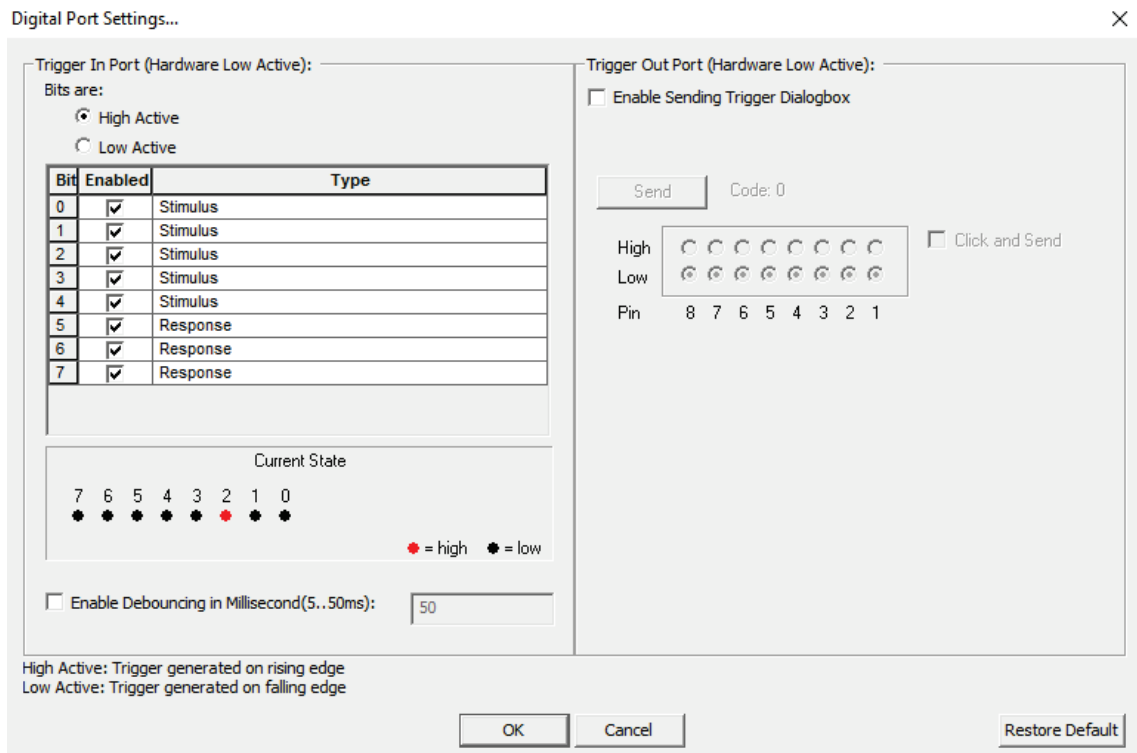


9. El segundo paso al abrir el programa es configurar los puertos de entrada y salida.
Pulsar en Amplifier → Digital Port Settings...

Preparando el Laboratorio



A continuación, os aparece la ventana secundaria de los ajustes de los puertos digitales. Marcad la opción *High Active*, y tened activos los 8 puertos disponibles, asociando los 5 primeros a estímulos (*Stimulus*) y los 3 últimos a respuestas (*Response*). Dejad sin marcar *Enable Debouncing in Milisecond*.



ORGANIZACIÓN PREVIA

Organización Previa

1. Unos minutos antes de la hora acordada con el participante para realizar el experimento, se debe tener preparado todo el material que se va a utilizar: 3 / 4 jeringuillas cargadas de gel y con sus respectivas cánulas insertadas, una cinta métrica, un rotulador, dos adhesivos para electrodos oculares, un bastoncillo, alcohol y papel.



Para rellenar las jeringas, hay que introducir el extremo de la jeringa en el gel y tirar del émbolo para que vaya succionándolo. Este gel conductor es espeso, por lo que hay que tirar poco a poco para rellenarla bien.

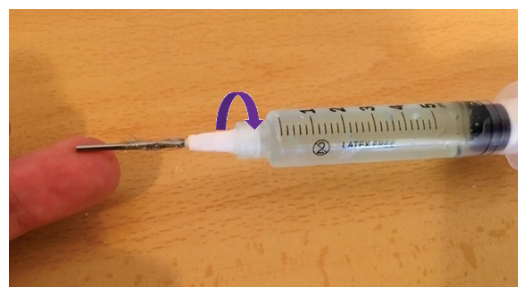
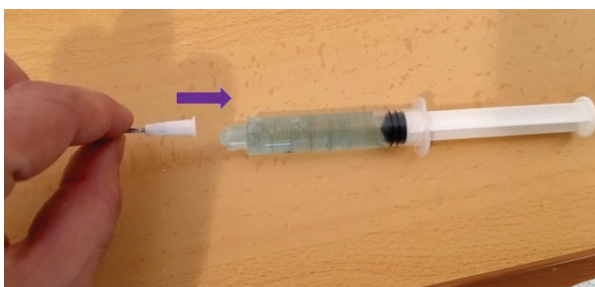


Organización Previa

Comprobar que en las jeringas llenas no haya burbujas de aire o no la hayamos rellenado adecuadamente.

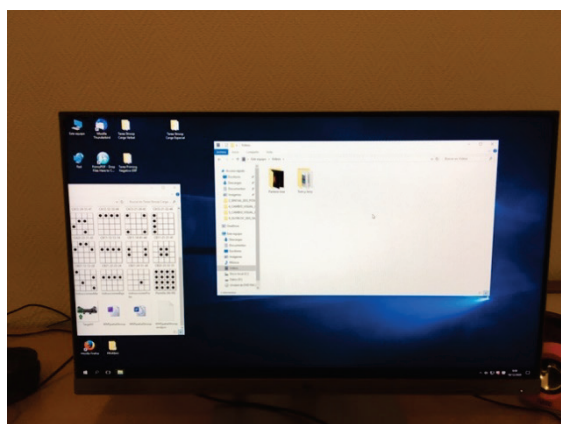
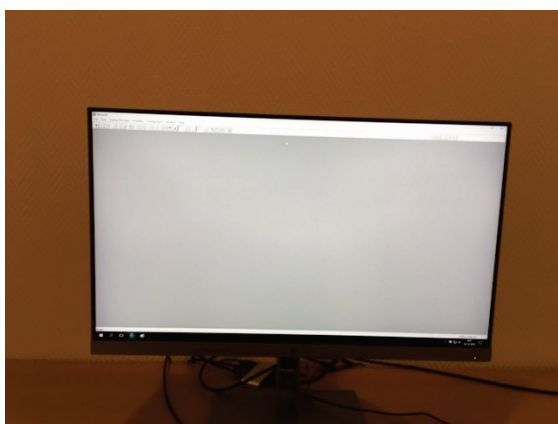


Cuando se haya rellenado la jeringa, hay que inserta la cánula con la que vamos a inyectar gel en los electodos. Para ello unimos la cánula a la punta de jeringa y la enroscamos hasta el final para asegurarnos que al inyectar el gel no expulsemos la cánula.



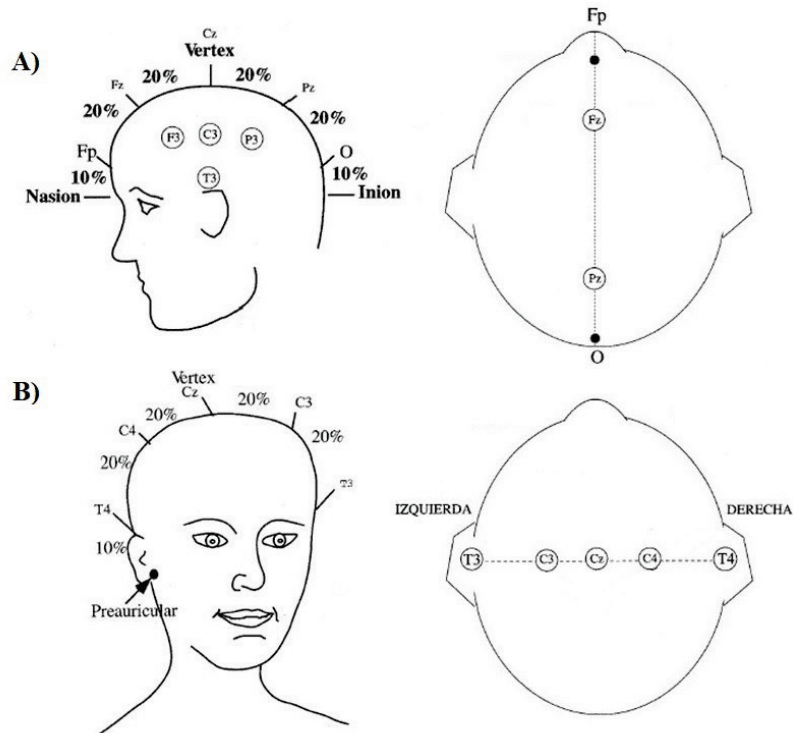
NOTA: Cuando las jeringas se vacíen, hay que retirar las cánulas para rellenarlas y volver a enroscarlas.

2. En el ordenador de registro hay que tener preparado el programa de *Vision Recorder*. En el ordenador de la tarea experimental, tener abiertas las carpetas en las que está la tarea y la de los videos de entretenimiento (Este Equipo → Videos).



REGISTRO DE LA ACTIVIDAD EEG

Cuando tengamos el punto central marcado, tenemos que colocar el gorro en la cabeza sin perder de vista el punto. Para ello, tenemos que quitar el electrodo Cz del gorro (que es el electrodo central) y hacer coincidir ese agujero con el punto marcado. A partir de ahí, tenemos que estirar por partes el gorro para que ocupe toda la superficie, sin perder de vista el punto de rotulador. Cuando el gorro esté colocado, fijadlo con el arnés de velcro sin que al participante le apriete en exceso, pero lo suficientemente firme como para que esté sujeto.



NOTA: Siempre hay que procurar que no queden arrugas en el gorro o éste quede abombado, ya que será muy perjudicial a la hora de que los electrodos puedan registrar correctamente la actividad eléctrica a través del gel si no tienen contacto directo con la superficie craneal.

3. Cuando el gorro está colocado, poned algunos videos de entretenimiento mientras se inyecta el gel en los electrodos para que el participante no se aburra (como mínimo, el proceso dura unos 30-40 minutos).

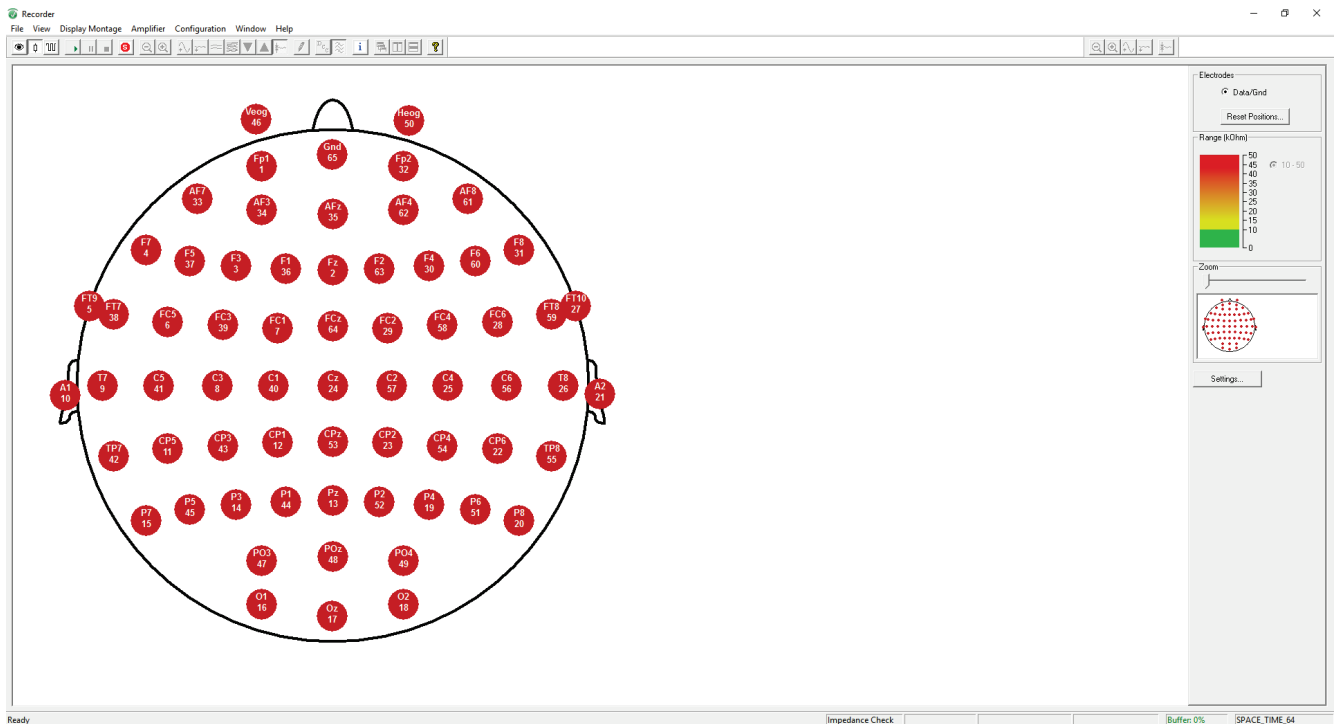


4. Ponerse un par de guantes.
5. Para poder ver la impedancia (o resistencia) que los electrodos tienen para poder registrar la actividad eléctrica cortical sin ruido, hay que pulsar en el botón que se ve en la siguiente imagen:



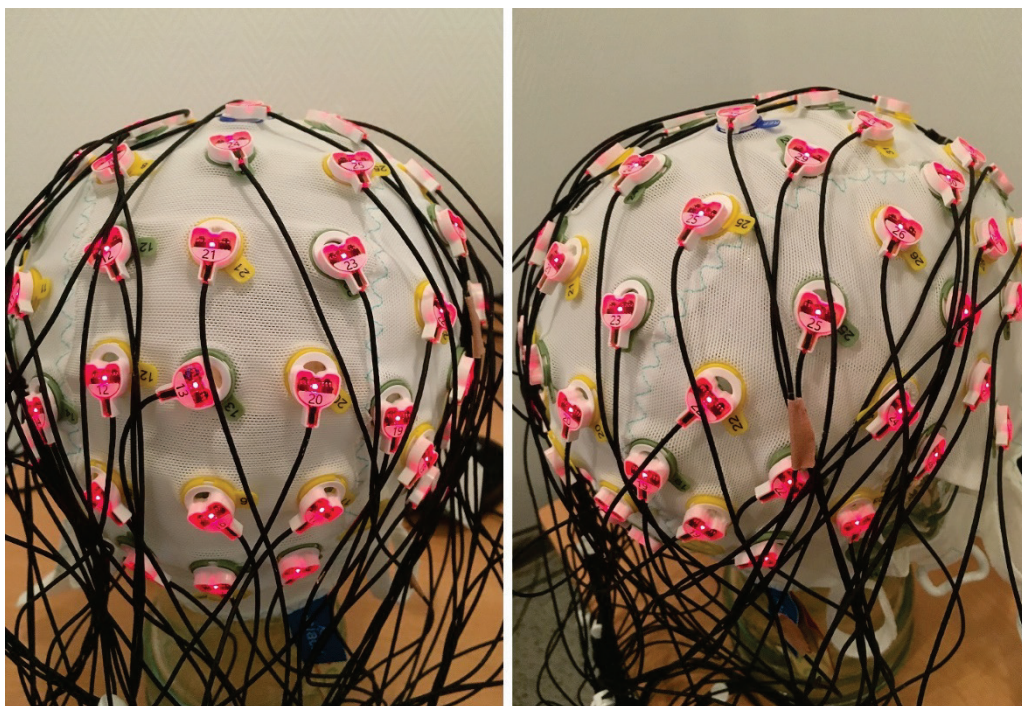
En la pantalla aparecerán los 64 electrodos coloreados en rojo. En la parte derecha podéis ver el Rango (kOhm) de la impedancia que muestran los electrodos.

Registro de la Actividad EEG



Al principio todos los electrodos están en rojo, lo que significa que su resistencia es alta (superior a 50 kOhm). Al echar el gel y esparcirlo por los electrodos, la impedancia irá disminuyendo y los electrodos pasarán del color rojo al amarillo, y del amarillo al verde cuando la resistencia sea lo suficientemente baja. Lo óptimo es que todos los electrodos sean de color verde al finalizar el proceso (impedancia por debajo de 10 kOhm).

6. Cuando se abra la ventana y se active la impedancia, los electrodos del gorro se encenderán con una luz roja, al igual que la imagen de la pantalla.



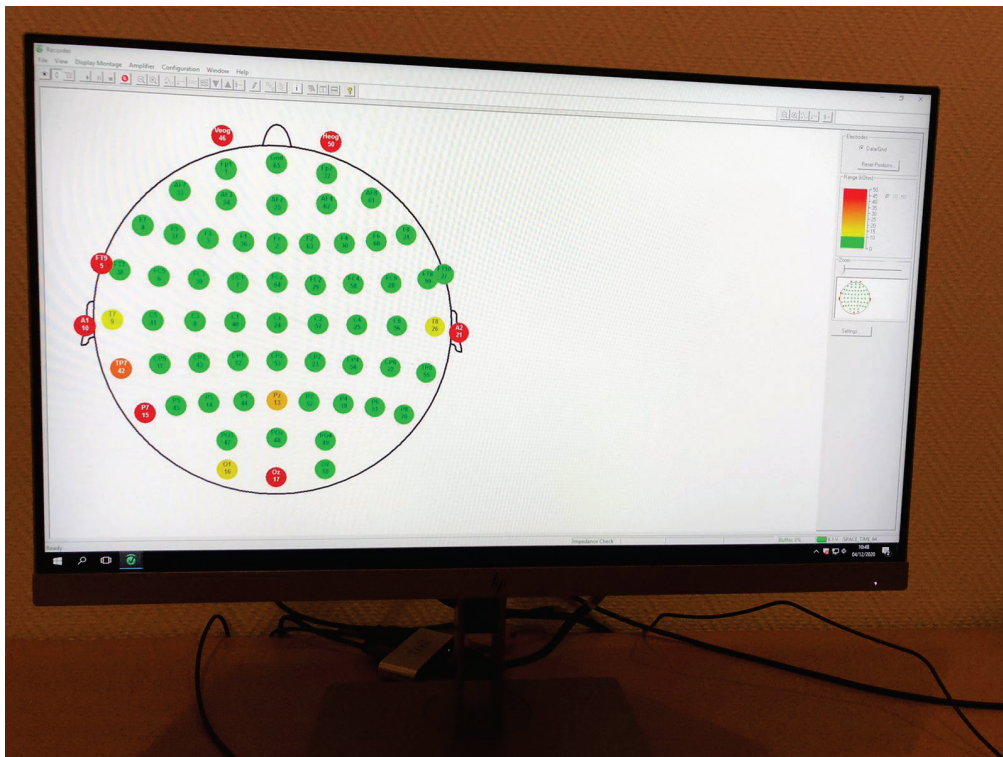
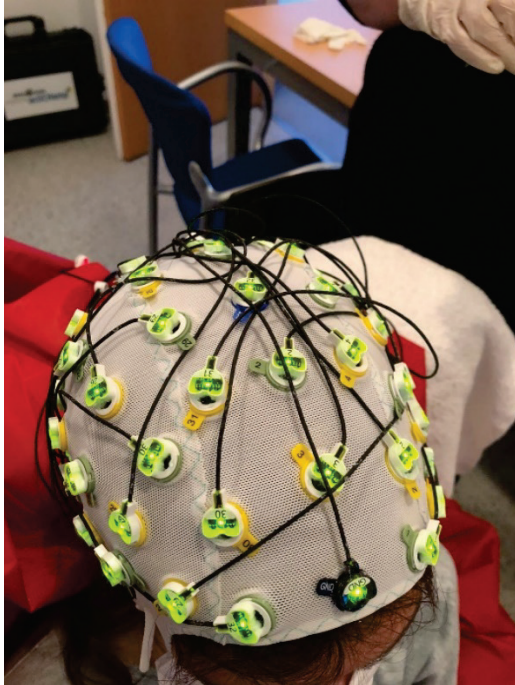
7. Primero hay que echar gel y esparcirlo en los electrodos de Tierra (Gnd) y Referencia (FCz). Para ello, debemos introducir la cánula en el electrodo, echar un poco de gel (0,2 – 0,3 ml) y realizar movimientos circulares para que el gel se expanda por toda la zona del electrodo. Tras unos segundos repitiendo este movimiento circular, el electrodo comenzará a cambiar su luz de rojo a amarillo durante breves intervalos de tiempo. Hay que insistir en el movimiento hasta que la luz amarilla sea estable y continuar hasta que suceda lo mismo entre la luz amarilla y verde. Si al cabo de un rato no conseguís que la luz cambie, echad un poco más de gel.
8. Cuando los electrodos de Tierra y Referencia estén en verde, ya se puede poner gel en los demás electrodos hasta que también tengan su luz verde. Ya no hay ningún tipo de orden obligatorio.

NOTA1: Tened en cuenta que nunca debéis apretar o empujar la jeringa hacia abajo al echar gel o al realizar los movimientos para esparcirlo, ya que le haréis daño al participante. La fuerza de presión solo debe ejercerse en el émbolo para inyectar gel y los movimientos circulares se deben hacer con tacto.

NOTA2: La cantidad de gel no es directamente proporcional a la calidad del registro de los electrodos, así que procurad no echar gel en exceso a los electrodos. El primer motivo es que, si echáis mucho gel en los electrodos, estos pueden conectarse entre sí y crear interferencias en los registros de los electrodos contiguos. El segundo motivo es que hay

Registro de la Actividad EEG

que aprovechar un bote de gel conductor para el mayor número de sujetos posibles, por lo que es importante administrarlo bien.



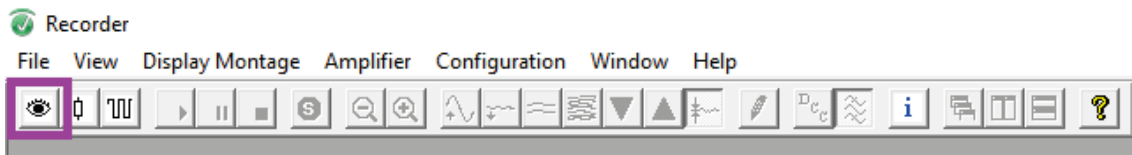
9. Cuando la mayoría de electrodos estén en verde con una baja impedancia, podemos colocar los electrodos en los lóbulos auriculares. Mediante un bastoncillo con un poco de alcohol, frotamos las zonas en las que van a estar situados los electrodos. A través de las pinzas, sujetamos el electrodo al lóbulo (si no baja la impedancia podéis probar en la parte superior del pabellón auricular) y el sistema es el mismo que con los electrodos del gorro. El electrodo 10 (verde) se coloca en la oreja izquierda y el 21 (verde) en la derecha.



10. Los últimos en colocar son los electrodos oculares. Aplicamos alcohol mediante un bastoncillo a la zona superior del ojo izquierdo y a la parte derecha del ojo derecho. Colocamos los adhesivos en los electrodos y, al despegar la doble cara, lo colamos en esas zonas de la cara. Cuanto más cercano al ojo, mejor detectará los movimientos. El electrodo 14 (amarillo) registra los movimientos verticales (parte superior del ojo izquierdo) y el electrodo 18 (amarillo) registra los horizontales (parte derecha del ojo derecho).

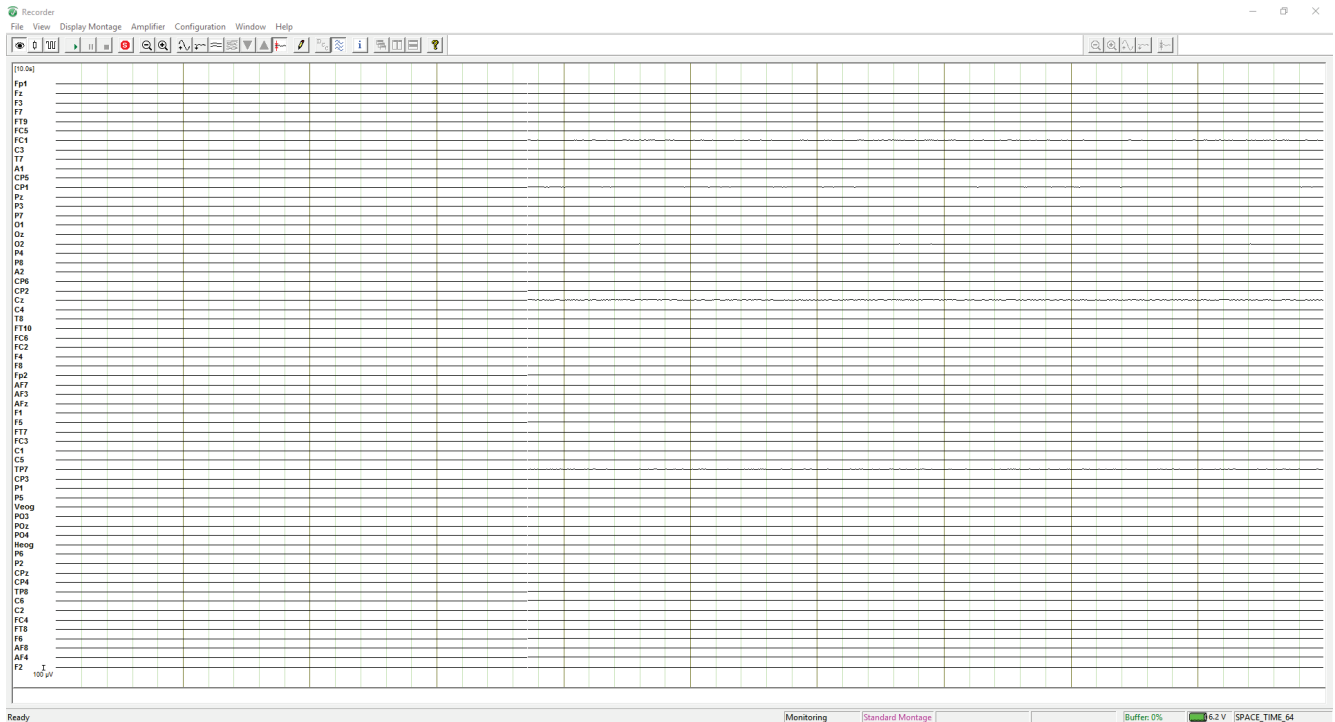


11. Una vez que estén todos los electrodos en verde, hay que cambiar la visión del programa *Recorder*. Ahora hay que pulsar en el icono con forma de ojo que parece marcado en la siguiente imagen.

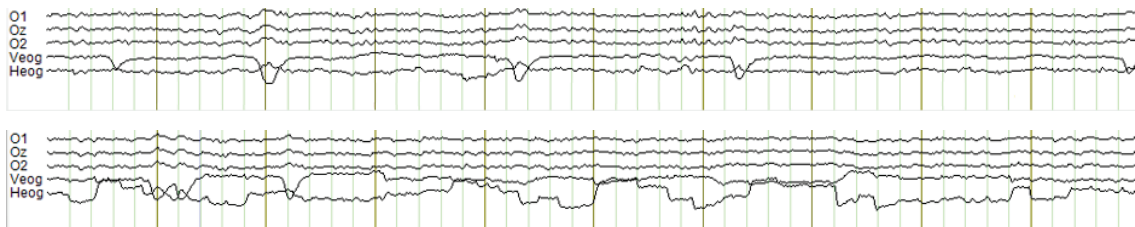


Cuando lo pulsemos, aparecerán en la parte de la izquierda de la interfaz todos los electrodos y, a lo largo de ésta, el voltaje registrado por cada uno de ellos en tiempo real. Esta visión es otra buena forma de comprobar que todos los electrodos registran de forma adecuada y no existen anomalías.

Registro de la Actividad EEG



NOTA: En este momento hay que verificar que los electrodos oculares registran bien los movimientos y parpadeos. Si le pedís al participante que cierre y abra los ojos, veréis una especie de picos hacia abajo en el electrodo VEOG, y si mueve los ojos hacia los lados, aparecerán unos ‘escalones’ en el electrodo HEOG.



12. Cuando los electrodos estén en verde y hayáis cambiado la visión de la interfaz, quitad los videos que le habéis puesto al participante y abrir la tarea que va a realizar.
13. Explicar al participante los botones del joystick que va a tener que utilizar durante la tarea, aunque aparezcan en las instrucciones.

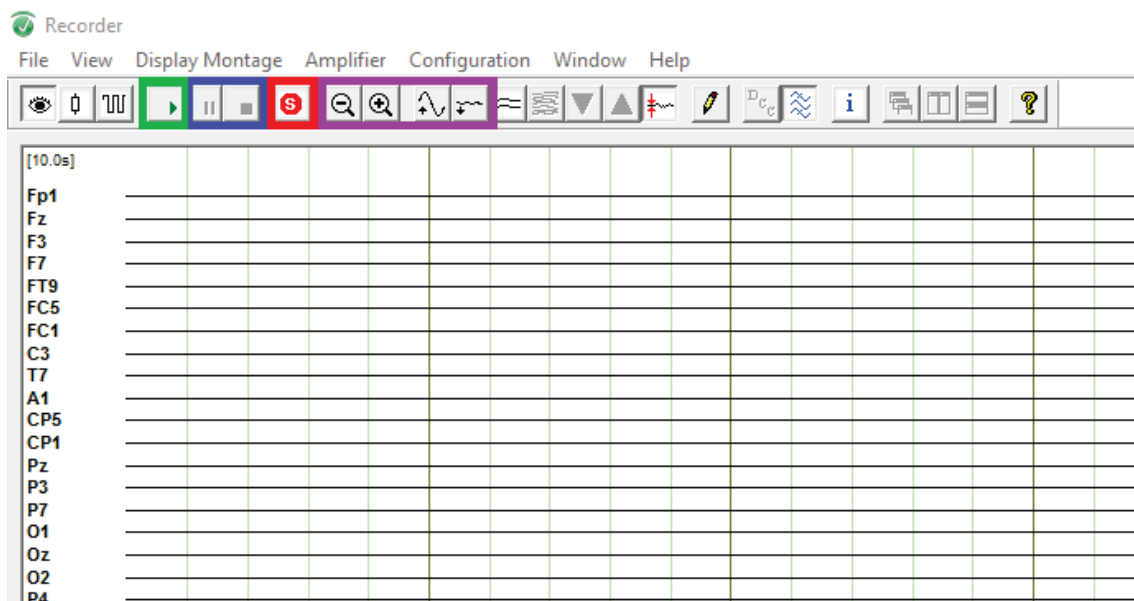
Registro de la Actividad EEG







NOTA: El participante debe mantener el mando en el regazo, apoyando los brazos en el sillón, en una postura lo más relajada y cómoda posible. En caso de que la tarea requiera el uso del ratón, hay que colocar en el sillón una mesa de madera adaptada que se encuentra en esa misma sala.



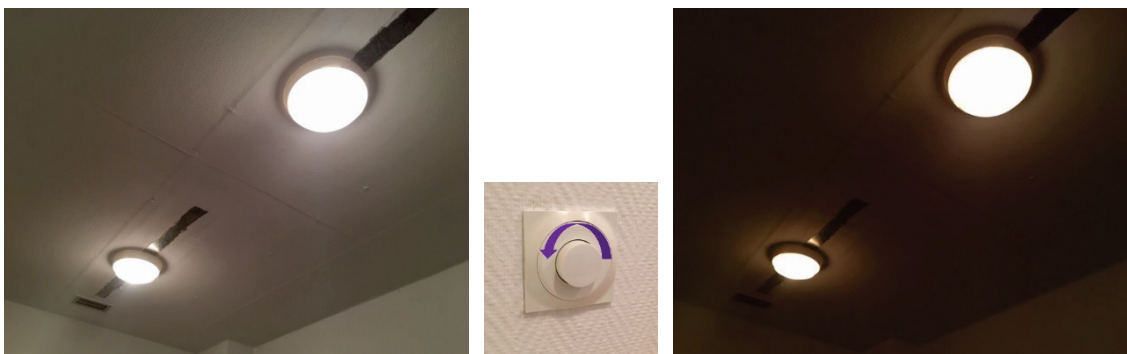
14. Cuando todo el proceso haya finalizado, hay que empezar a grabar el registro electrofisiológico. A continuación, se explican los principales botones del registro:



-  Comenzar a grabar.
-  Pausar / Detener el registro [Si se detiene, el registro se guarda automáticamente].
-  Detener la visión de la interfaz.
-  Aumentar / reducir el número de electrodos visibles o el voltaje, respectivamente.

NOTA: Se puede comenzar a grabar en diferentes ocasiones, desde que están todos los electrodos preparados, hasta esperar a que el participante termine el bloque de prácticas, pero es preferible hacerlo cuando está leyendo las instrucciones para así salir de la sala y no entorpecer el experimento (excepto si ocurriese algún problema o hubiera dudas posteriores).

15. Cuando el participante haya leído todas las instrucciones y comience el bloque de prácticas, apagar el monitor del registro, bajar la luz hasta que sea muy tenue y salir de la sala entornando la puerta.

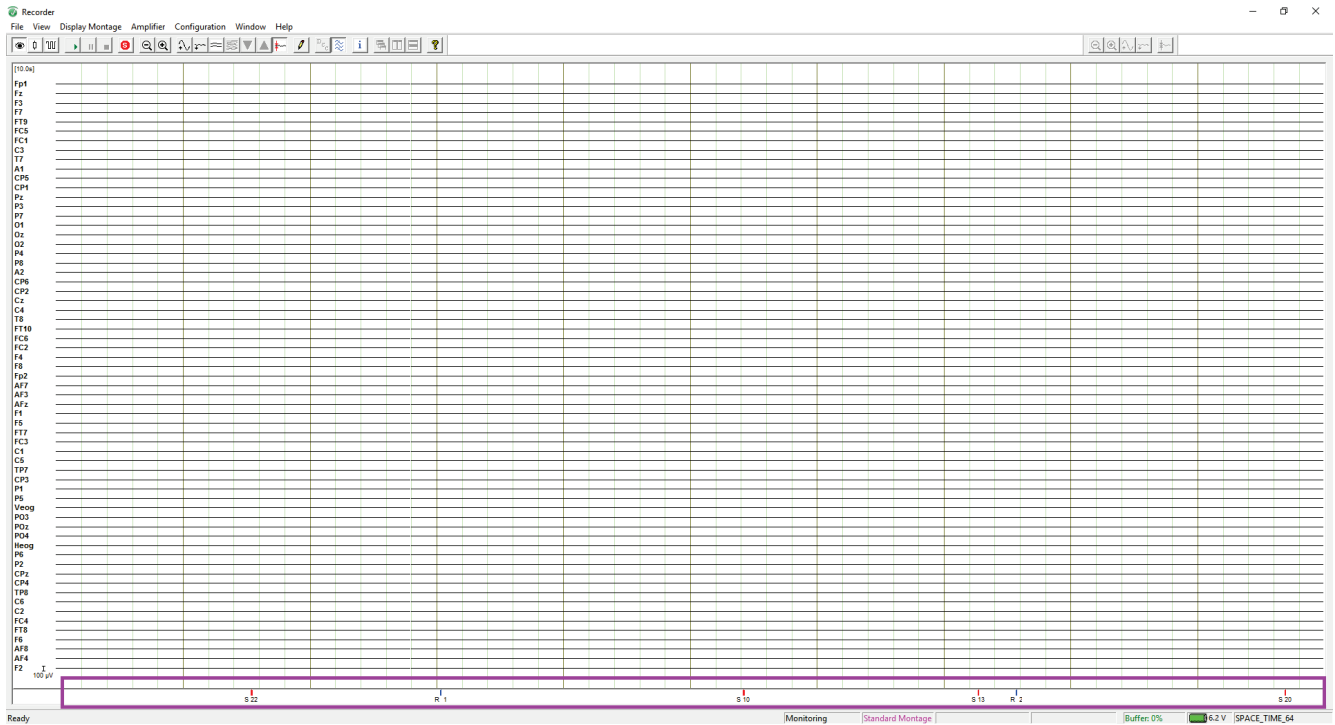


NOTA: Antes de dejar al participante realizando el experimento, es **MUY IMPORTANTE** indicarle que intente parpadear después de responder (siempre que sea

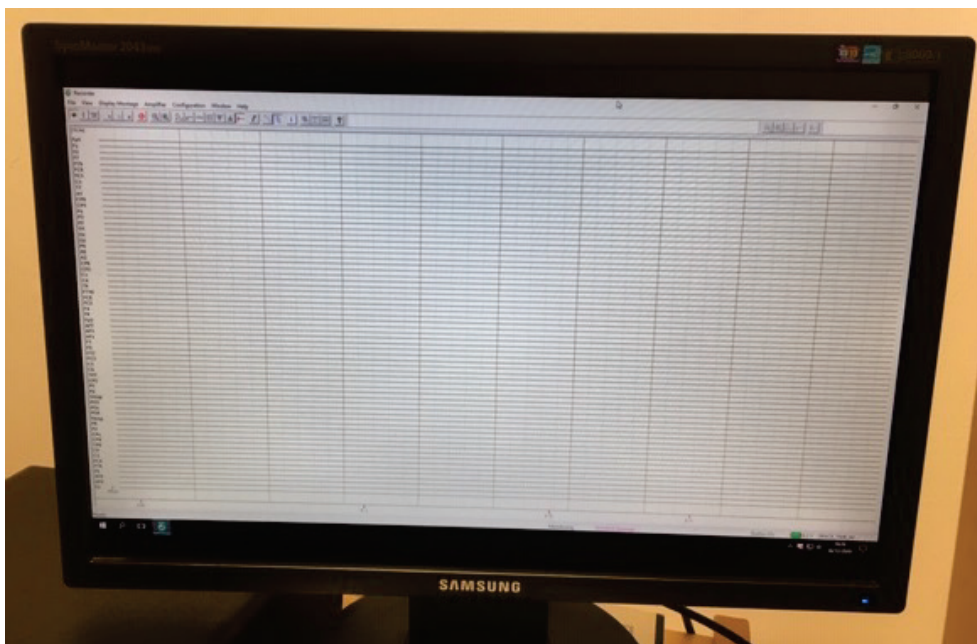
Registro de la Actividad EEG

posible), ya que eso va a contribuir enormemente a que no exista ruido adicional que puede ser muy perjudicial a la hora de analizar los datos electrofisiológicos.

16. Cuando el participante termine los ensayos de prácticas y comience el bloque experimental, comenzarán a aparecer los marcadores que asignamos en el diseño del experimento en la parte inferior del registro. Los marcadores rojos son de estímulo y los azules de respuestas.



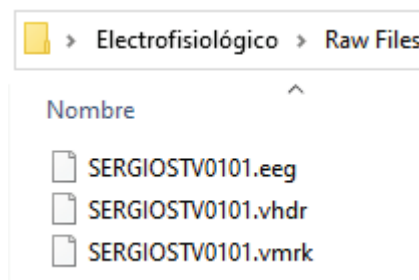
17. Podéis seguir el registro desde la sala exterior por el monitor situado junto a las torres.



NOTA: El monitor hiberna a los 10 minutos si no detecta ninguna actividad (hemos intentado modificarlo desde la configuración, pero por algún motivo sigue haciéndolo), por lo que se colocó un ratón junto al monitor externo para moverlo cada cierto tiempo y evitar esto.

18. Una vez que el experimento termine (la duración de la grabación aparece en la parte baja de la pantalla y suele ser similar en todos los participantes, pero también hay que estar pendientes al marcador 31 de final de experimento) entrar en la sala de electrofisiología y detener la grabación (Ver paso 13).

NOTA: En la carpeta RAW FILES que asignamos al principio, aparecerán 3 archivos por cada participante (.EEG, .VHDR y .VMRK). Estos nombres ya no se deben modificar, por lo que es muy importante verificar que todo está correcto en el momento que creamos /editamos el WorkSpace.



19. Quitar al participante los electrodos oculares, los auriculares y despegar el velcro de sujeción, en ese orden, para extraer con cuidado el gorro de la cabeza evitando tirones.

AI FINALIZAR

Al finalizar

1. Al extraerle el gorro, dejarlo sobre la toalla que hay sobre el respaldo del sillón y decirle que ya se puede levantar.
2. Dar una toalla limpia, un bote de gel y el secador.



3. Acompañar al participante e indicarle dónde está el baño si no lo sabe.

NOTA: Para lavarse la cabeza con agua caliente o templada están disponibles tanto la ducha como el lavabo.

Guardar, limpiar y ordenar

1. Desconectamos el amplificador de los cables y llevamos el gorro con los electrodos al fregadero de la sala contigua.



NOTA: Los electrodos se pueden mojar y lavar, pero es **IMPORTANTE EVITAR A TODA COSTA** que el amplificador o los cajetines de conexión del juego de electrodos se mojen, ya que el sistema podría quedar totalmente inservible.



2. Lavar las jeringas con agua y jabón y dejarlas en la zona izquierda de la pila para que se sequen.



3. Quitar uno a uno los electrodos del gorro y lavarlo con jabón y agua. Cuando se le haya ido todo el gel y el jabón, ponerlo en una cabeza de cristal para que se seque.



NOTA: Nunca tiréis de los electrodos desde cable. Hacedlo siempre desde cogiendo el propio electrodo.

4. Separar los electrodos en sus respectivos brazos, para una mejor organización, e ir uno por uno frotando minuciosamente con agua y con el cepillo para limpiarlos.

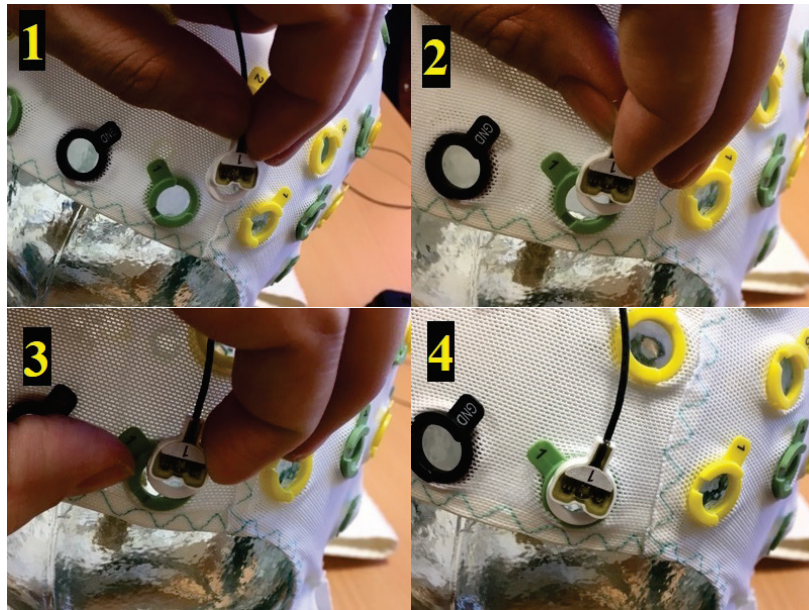
Al finalizar



5. Una vez que estén todos limpios, ponerlos sobre una toalla y secarlos.



6. Cuando estén secos, volver a colocar el juego de 64 electrodos en un gorro limpio para el siguiente participante. Hay que estar atentos al color de las arandelas y del cajetín de cada brazo de electrodos para colocarlos correctamente.



NOTA1: Los cables de los electrodos nunca deben quedar tensos o excesivamente tirantes.

NOTA2: Los electrodos oculares (14 y 18 amarillos) y auriculares (10 y 21 verdes) se dejan sin colocar. El electrodo 32 amarillo es el electrodo de referencia en la zona central del gorro (FCz).

7. Si el participante que hemos recibido es el último de la jornada, dejad el gorro con los electrodos recién colocados en la sala de electrofisiología, apagar los ordenadores, recoger y ordenar todo el material y tirar el desechable o utilizado con el actual sujeto.

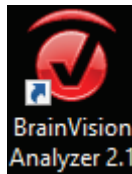
ANÁLISIS DE DATOS EEG

En esta parte vamos a ver una forma general de analizar datos electrofisiológicos cuando algunos participantes de nuestro experimento de EEG han realizado nuestra tarea experimental y tenemos los datos generados por el *BrainVision Recorder*.

NOTA: No es aconsejable esperar a tener una amplia muestra de datos de participantes para comenzar a analizar los datos electrofisiológicos. Os recomiendo que cuando tengáis resultados de dos o tres comencéis a realizar este análisis, ya que, si hubiera algún problema (por ejemplo, que algún marcador no apareciera en el análisis, que la asignación de marcadores para separar ensayos de distintas condiciones y niveles no fuera útil o que se no registrara bien el tipo de respuesta) se podría tener más margen de tiempo y recursos para subsanarlo en los siguientes participantes.

Veamos paso por paso cómo analizar datos de EEG con el programa *Vision Analyzer*:

1. Lo primero que debemos hacer es copiar la carpeta que creamos al principio en el ordenador de registro de la sala de electrofisiología al ordenador en el que vamos a realizar el análisis. Copiar la carpeta en un lugar muy accesible.
2. Abrir el programa *BrainVision Analyzer*:

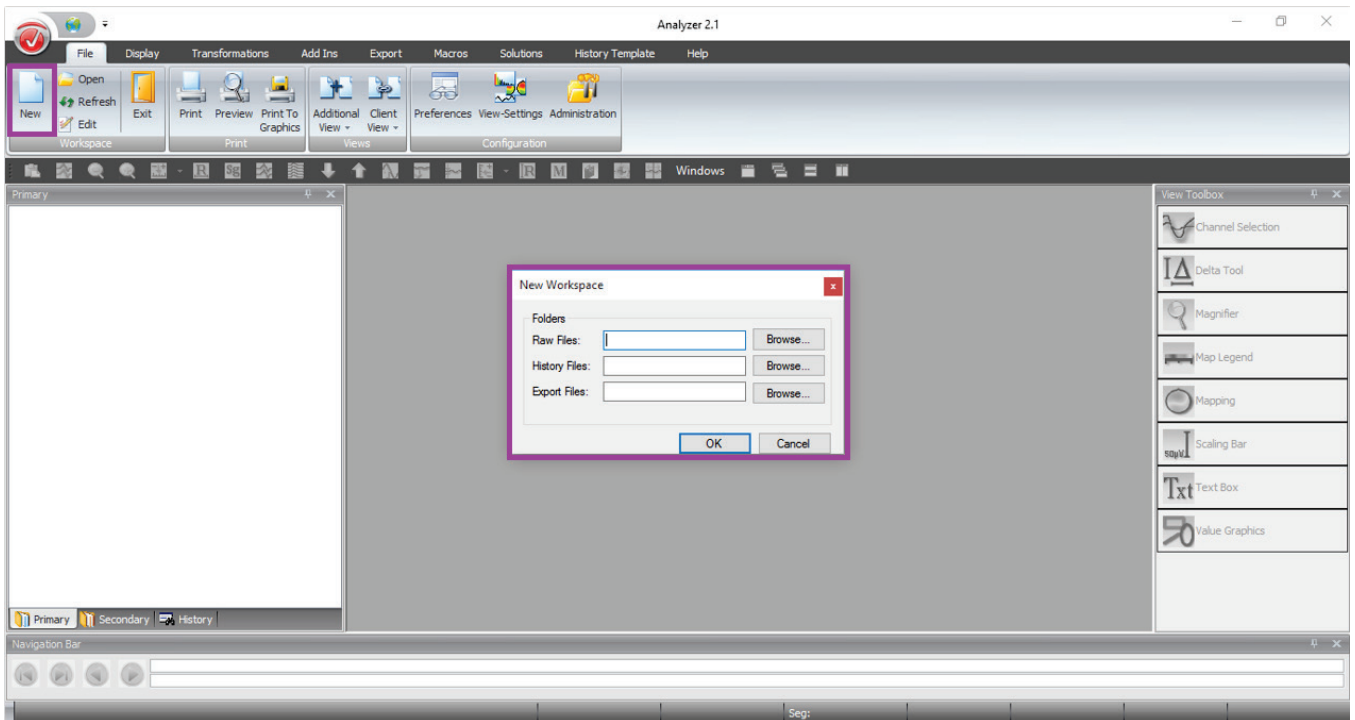


3. La interfaz tiene muchos elementos, como se puede ver en la siguiente imagen. Para que nuestros datos aparezcan en ella, tenemos que crear un WorkSpace nuevo (en este caso es un espacio de trabajo distinto al que creamos al principio. El anterior pertenecía a *Recorder* y este a *Analyzer*, teniendo ambos archivos diferentes extensiones). En la ventana emergente, tenemos que establecer la ruta en las que están las 3 carpetas que copiamos en nuestro ordenador (de ahí que sea en un lugar accesible).

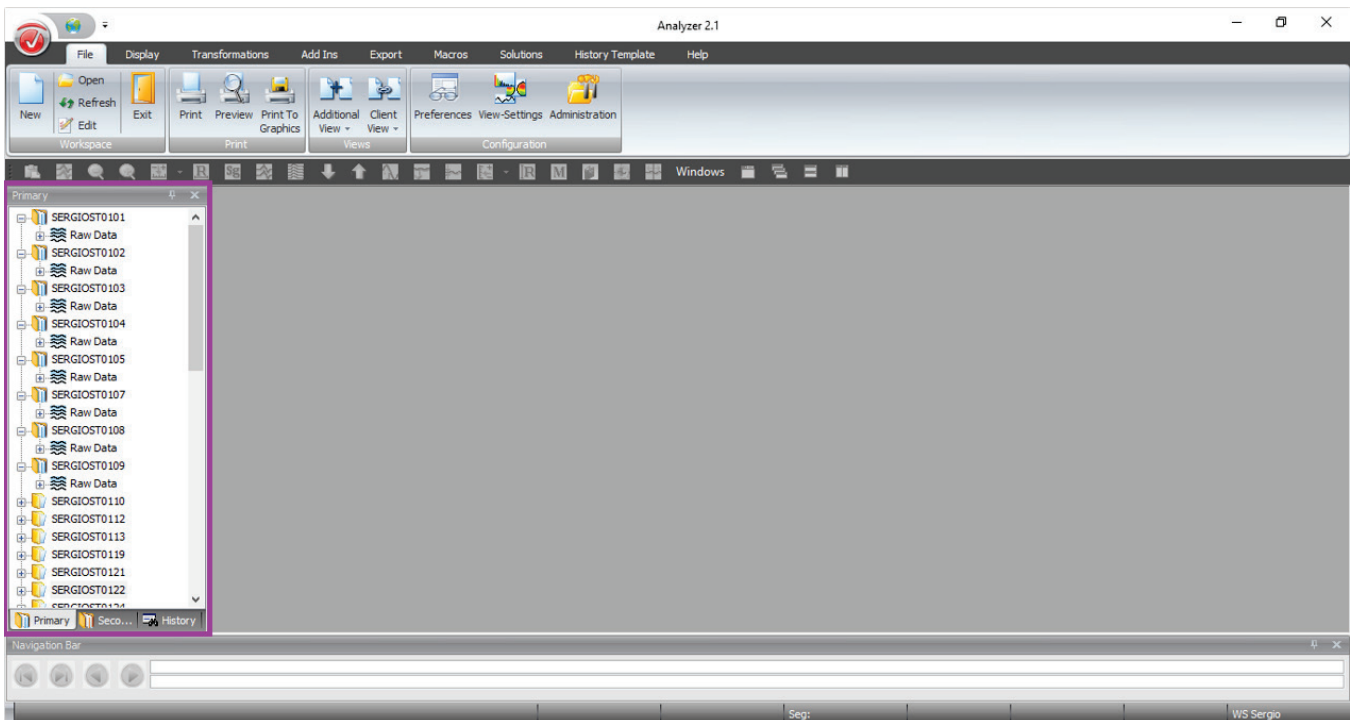
NOTA1: Si, cuando ya tengáis hecho el análisis de todos los datos de los participantes, cambiáis la carpeta de ubicación, tendréis que volver a indicar la nueva ruta.

NOTA2: Cuando tengáis creado el espacio de trabajo con las rutas establecidas, al abrir de nuevo el programa solamente tenéis que pulsar en *Open* (junto a *New*) y seleccionar el espacio de trabajo para que vuelvan a aparecer los datos y todos los análisis que hayáis realizado hasta el momento.

Análisis de Datos EEG



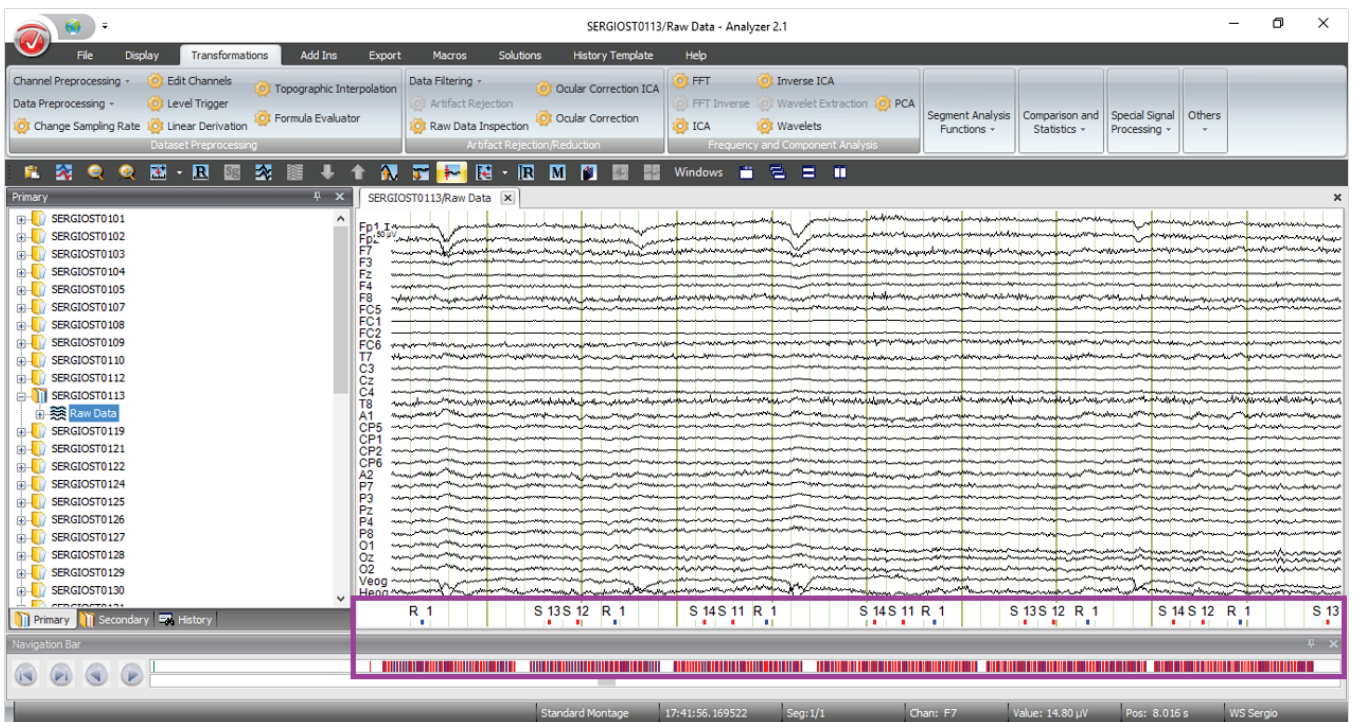
4. Una vez que se hayan asignado las tres carpetas, en la parte izquierda de la interfaz (árbol primario), aparecerán una serie de carpetas asignadas a los participantes cuyos datos ya tengáis guardados que en ese momento. Si abríis una de esas carpetas solamente tendréis los Raw Data de cada uno de ellos, y es en esta ventana en la que vamos a comenzar a analizar los datos.



Análisis de voltaje

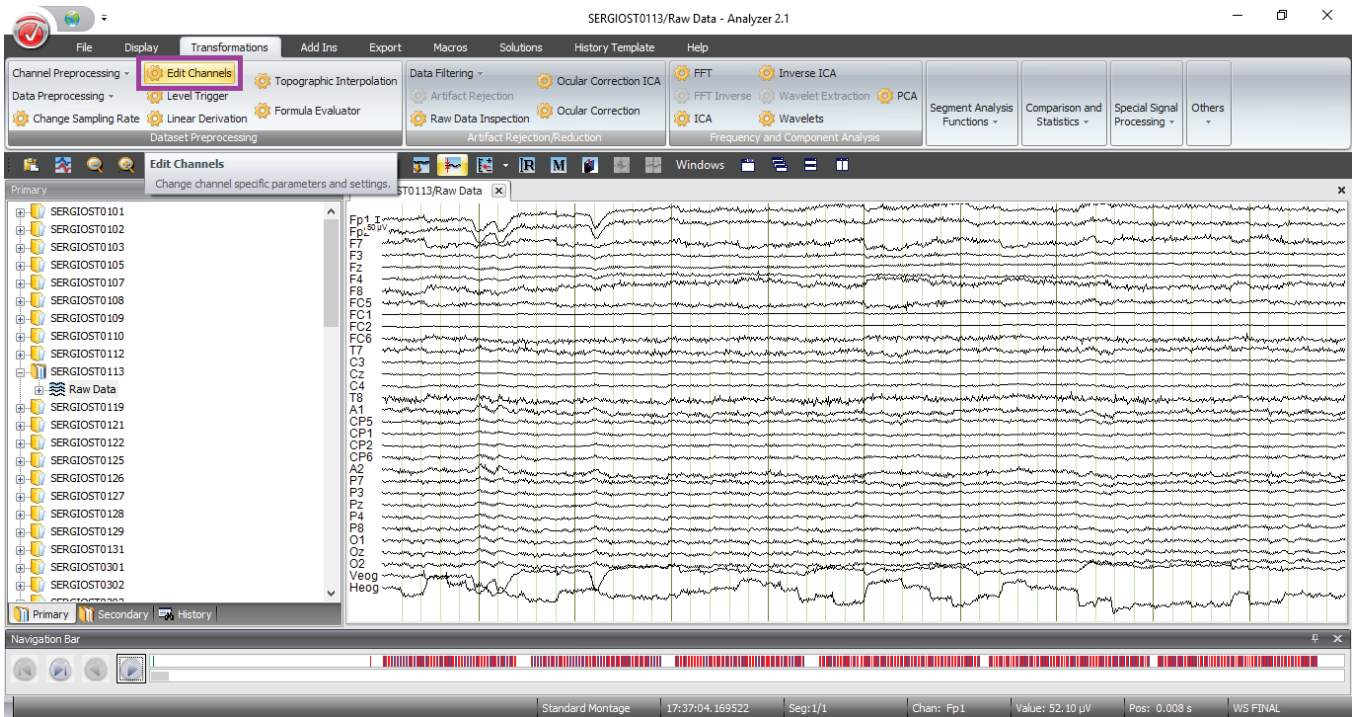
Abrimos un Raw Data de un participante (pulsar dos veces) y aparecerá el trascurso temporal que ya veíamos en el registro mientras el participante estaba realizando la tarea experimental. Si os fijáis en la parte de abajo, aparecen los marcadores asignados a cada evento. Desde aquí podemos movernos por todo el registro si lo deseamos.

**** Repolarizar electrodos es el primer paso, pero en muchas ocasiones no es necesario. Para aprender a repolarizar, mirad al final del Análisis de Voltaje. ****



0. **EDITAR CANALES:** Si en el registro electrofisiológico a través del *Recorder* no hemos ordenado previamente los electrodos [normalmente se empieza desde la zona anterior hacia la posterior y de izquierda a derecha, dejando los electrodos oculares para el final], podemos hacerlo en *Analyzer* antes de comenzar el análisis de los datos y, de esta forma, organizar los electrodos por su posición o zona, lo cual nos va a facilitar mucho la interpretación de los datos más adelante. Para ello accedemos a: **Transformations → Dataset Preprocessing → Edit Channels.**

Análisis de Datos EEG



Desde esta ventana secundaria podéis ordenar, renombrar o eliminar los canales que deseáis (esto último no se aconseja ya que siempre es mejor analizarlo todo y descartar al final).

Edit Channels

Orig. Order	Orig. Label	Enabled	Labels	Chn (+)	Chn (-)	Radius	Theta	Phi	Data Unit	Color	User Properties
1	Fp1	<input checked="" type="checkbox"/>	Fp1			1	-90	-72	µV	Black	...
2	Fz	<input checked="" type="checkbox"/>	Fz			1	45	90	µV	Black	...
3	F3	<input checked="" type="checkbox"/>	F3			1	-60	-51	µV	Black	...
4	F7	<input checked="" type="checkbox"/>	F7			1	-90	-36	µV	Black	...
5	FT9	<input checked="" type="checkbox"/>	FT9			1	-113	-18	µV	Black	...
6	FC5	<input checked="" type="checkbox"/>	FC5			1	-69	-21	µV	Black	...
7	FC1	<input checked="" type="checkbox"/>	FC1			1	-31	-46	µV	Black	...
8	C3	<input checked="" type="checkbox"/>	C3			1	-45	0	µV	Black	...
9	T7	<input checked="" type="checkbox"/>	T7			1	-90	0	µV	Black	...
10	A1	<input checked="" type="checkbox"/>	A1			0	0	0	µV	Black	...
11	CP5	<input checked="" type="checkbox"/>	CP5			1	-69	21	µV	Black	...
12	CP1	<input checked="" type="checkbox"/>	CP1			1	-31	46	µV	Black	...
13	Pz	<input checked="" type="checkbox"/>	Pz			1	45	-90	µV	Black	...
14	P3	<input checked="" type="checkbox"/>	P3			1	-60	51	µV	Black	...
15	P7	<input checked="" type="checkbox"/>	P7			1	-90	36	µV	Black	...
16	O1	<input checked="" type="checkbox"/>	O1			1	-90	72	µV	Black	...
17	Oz	<input checked="" type="checkbox"/>	Oz			1	90	-90	µV	Black	...
18	O2	<input checked="" type="checkbox"/>	O2			1	90	-72	µV	Black	...
19	P4	<input checked="" type="checkbox"/>	P4			1	60	-51	µV	Black	...
20	P8	<input checked="" type="checkbox"/>	P8			1	90	-36	µV	Black	...

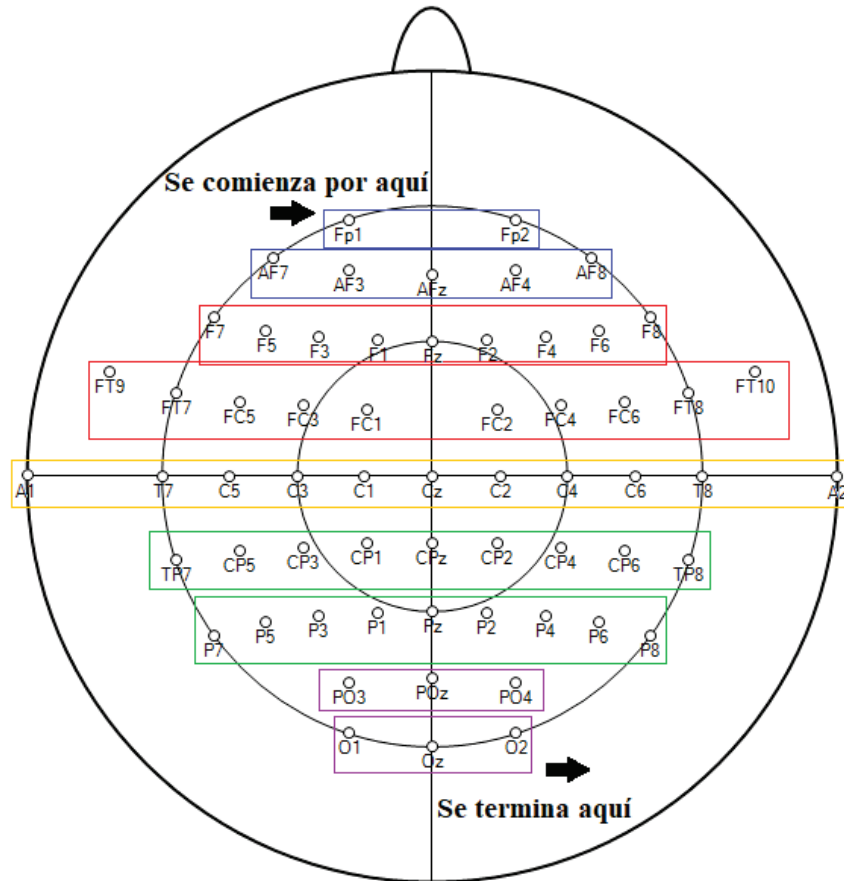
Do Not Change Channel Order
 Do Not Change Channel Positions

Order
 Move Up Move Down
 Reset Order Load Order

Selection
 Deselect All
 Invert Selection

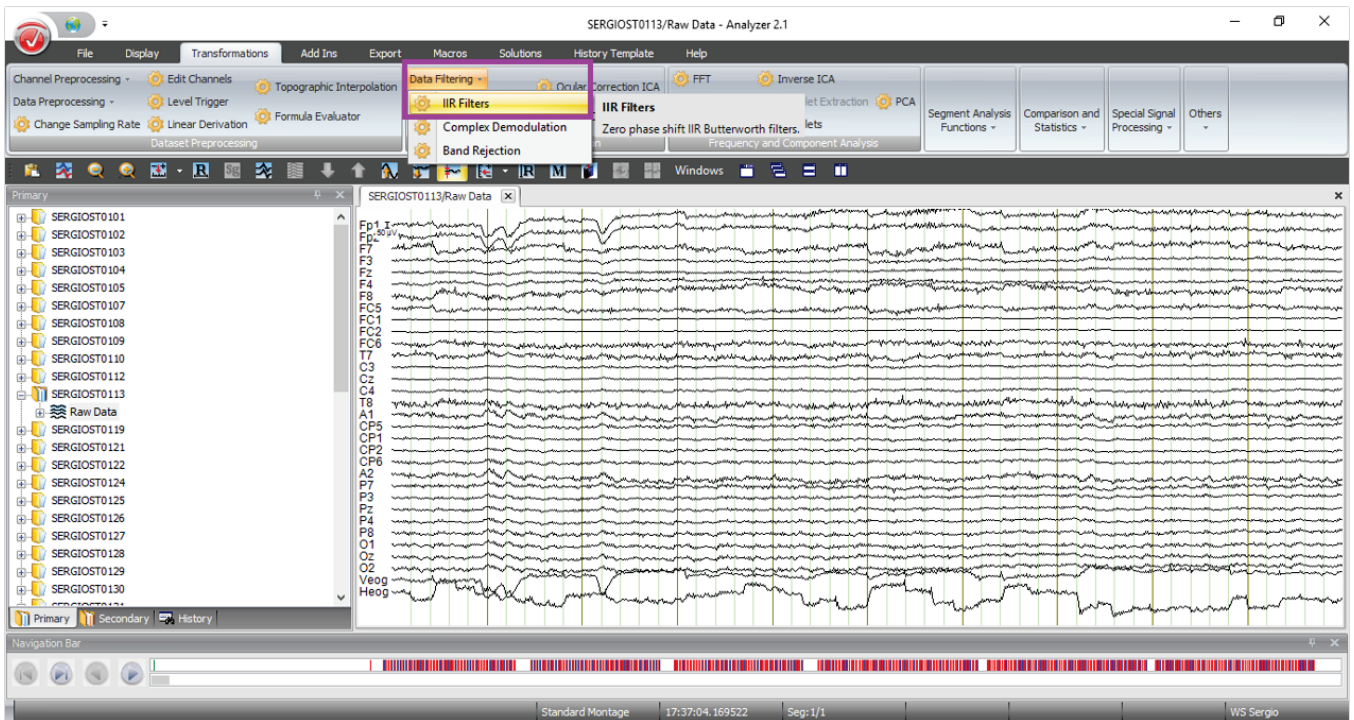
Positions
 Default Positions Save Positions to File
 Reset Positions Load Positions from File

NOTA: El orden en el que normalmente se colocan los electrodos corresponde a su posición. Se comienza de izquierda a derecha desde la zona más frontal (Fp1, Fp2, AF7, AF3...) hasta la zona más occipital (... PO4, O1, Oz y O2), dejando para el final a los oculares VEOG y HEOG. En la siguiente imagen se puede ver la posición de los electrodos.

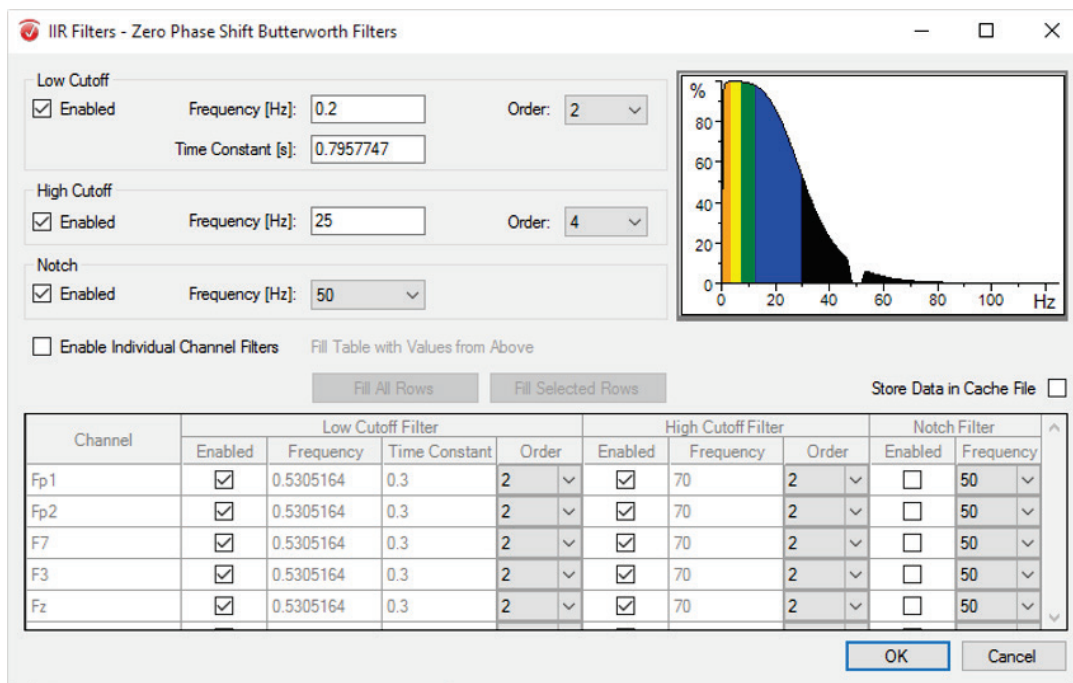


1. **APLICAR FILTROS GENERALES:** Lo primero que vamos a aplicar a nuestros datos en bruto son unos filtros generales para eliminar el ruido inevitable del registro. Para ello, en el menú superior accedemos a estos filtros a través de la ruta: **Transformations → Artifact Rejection/Reduction → Data Filtering → IIR Filters.**

Análisis de Datos EEG

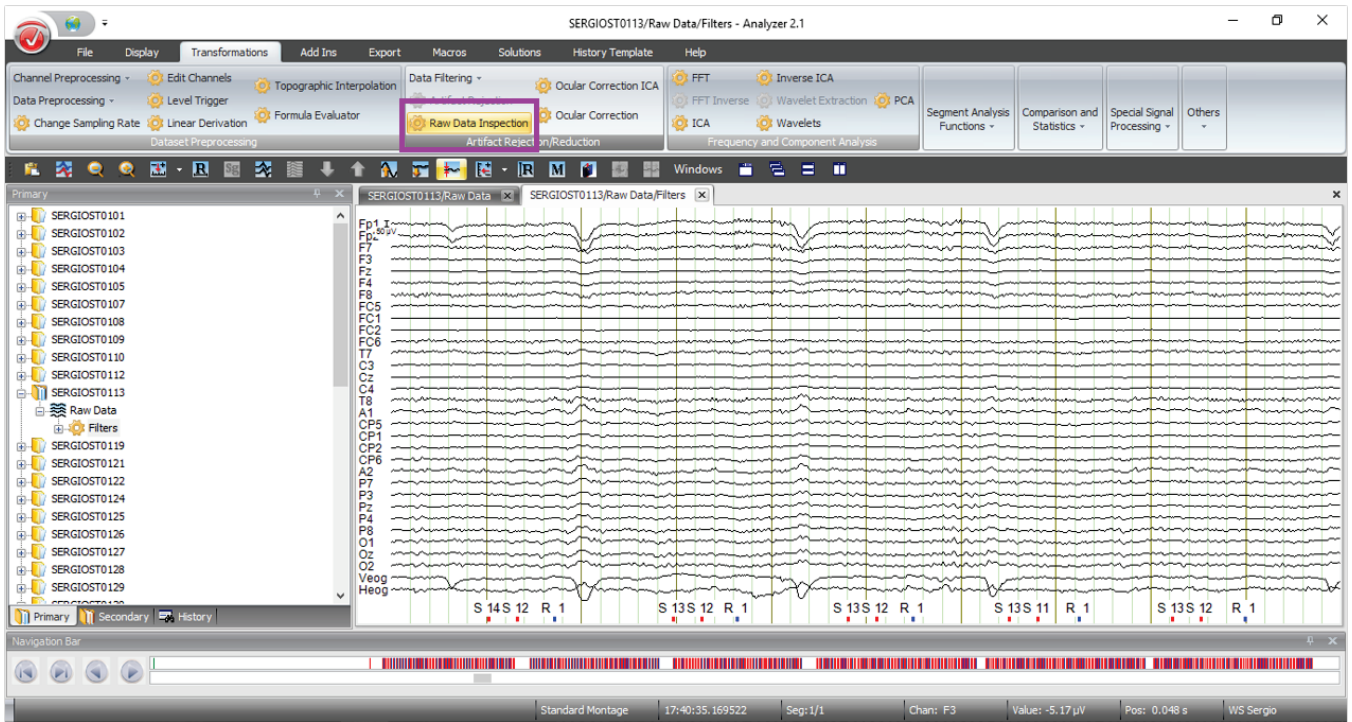


En la ventana secundaria, hay una serie de indicadores que, si no se tiene un criterio previo de filtros, se puede dejar por defecto o con los datos que aparecen en la siguiente imagen.

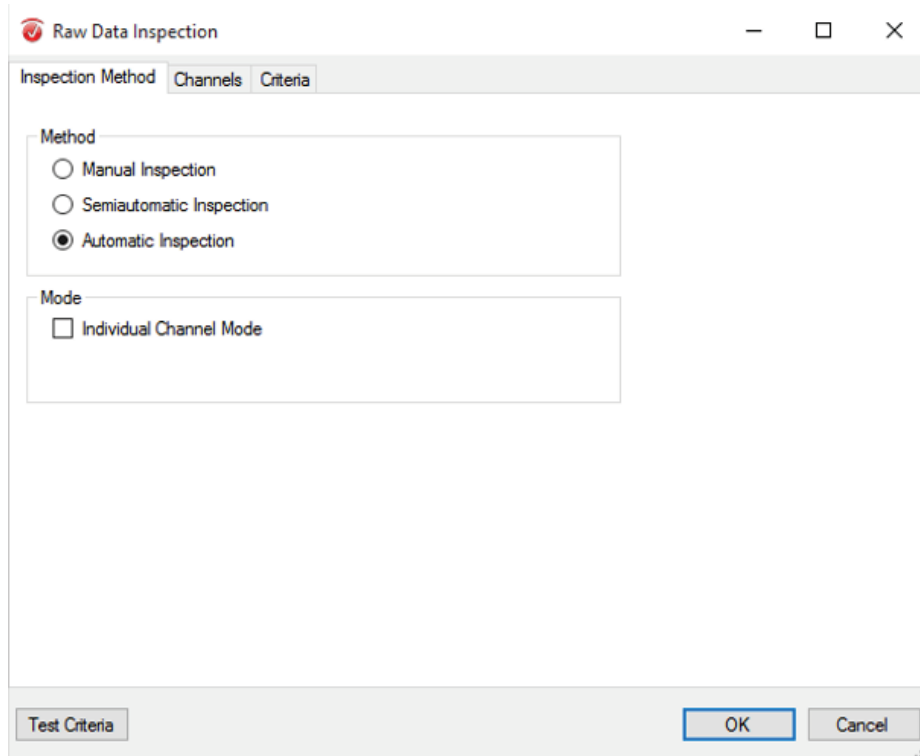


2. **INSPECCIÓN DE DATOS EN BRUTO:** Se puede apreciar en la imagen siguiente que las ondas son mucho más limpias que en la imagen anterior por los filtros que hemos aplicado. Lo siguiente que vamos a hacer es marcar todos aquellos segmentos

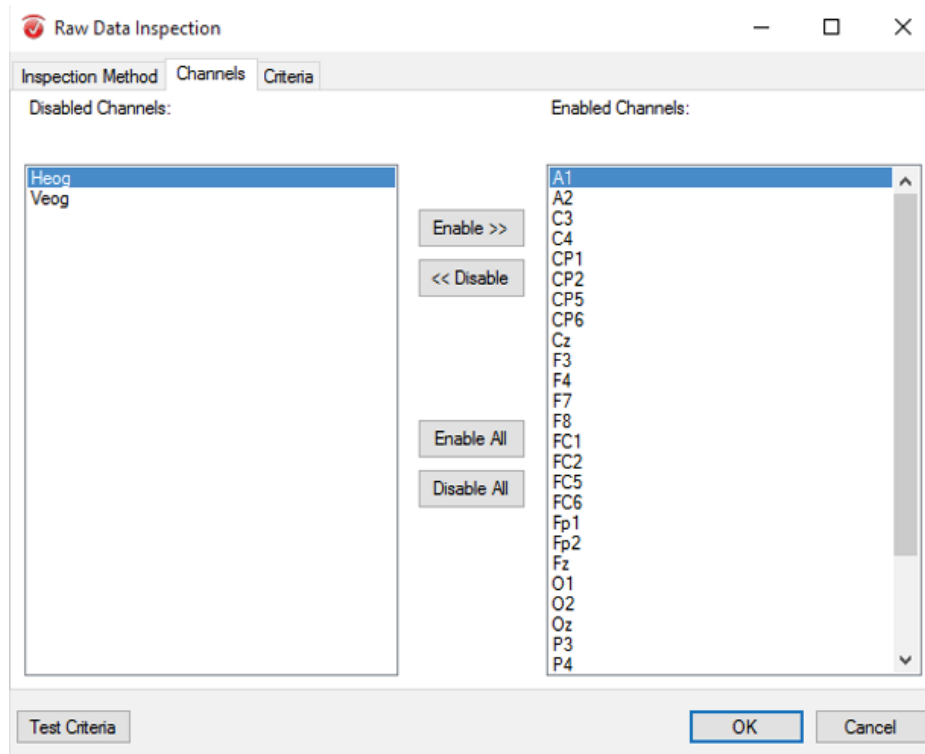
temporales en los que haya un voltaje extraño o exagerado que sea difícil de interpretar (usualmente provocados por movimientos bruscos, estornudos o tos del participante). Para acceder a esto, la ruta es: **Transformations** → **Artifact Rejection/Reduction** → **Raw Data Inspection**.



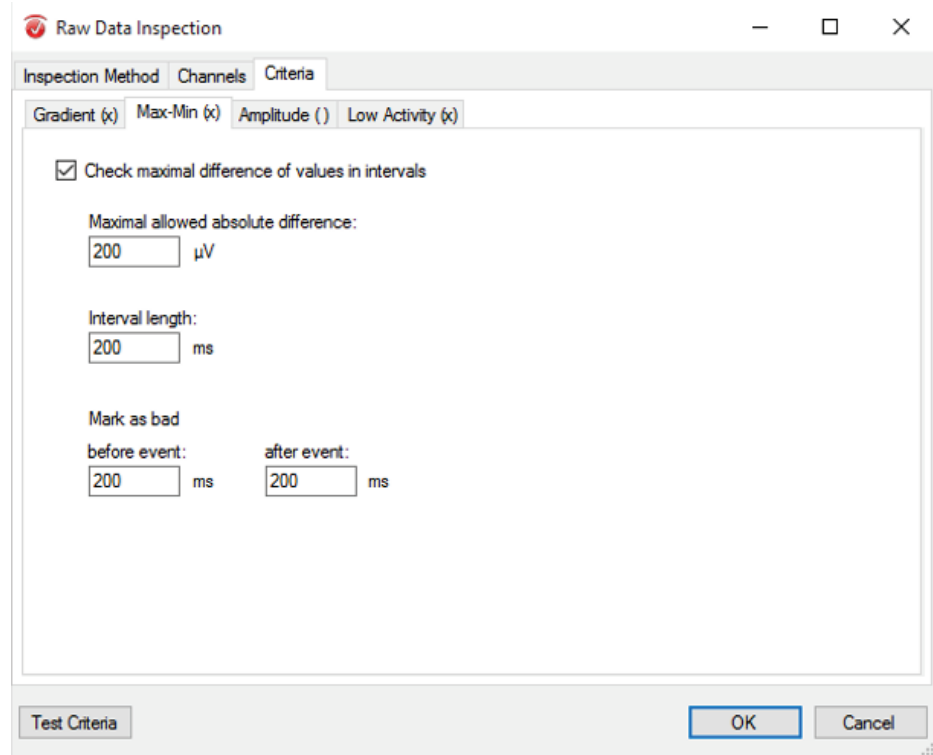
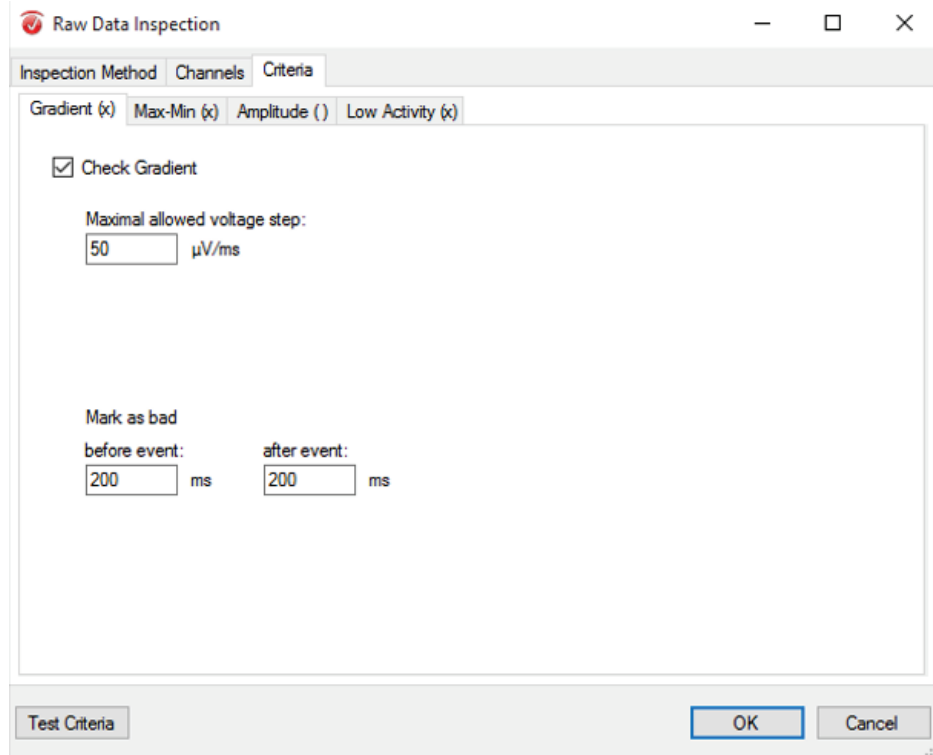
La ventana secundaria que se abre contiene tres pestañas. En la primera debemos seleccionar el método de inspección. Lo óptimo es seleccionar el método manual, pero para esto hay que ser un experto e ir analizando todo el registro, ventana a ventana, actividad anómala de algún electrodo o grupo de electrodos para marcarlo. Como seguramente no sea el caso, lo que debemos seleccionar es la **Inspección Automática**.

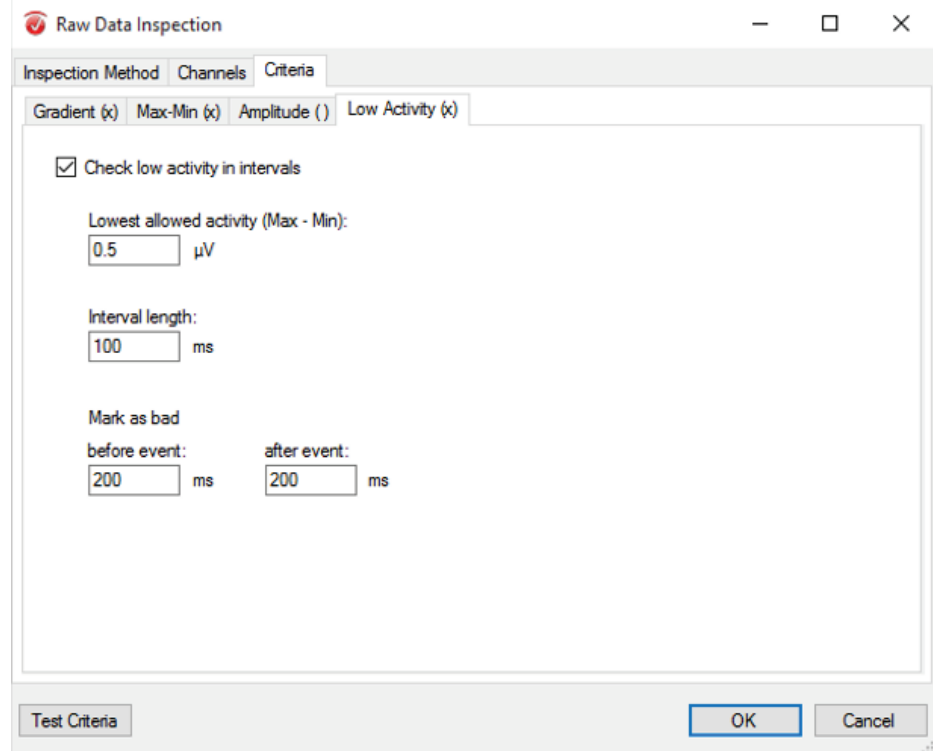
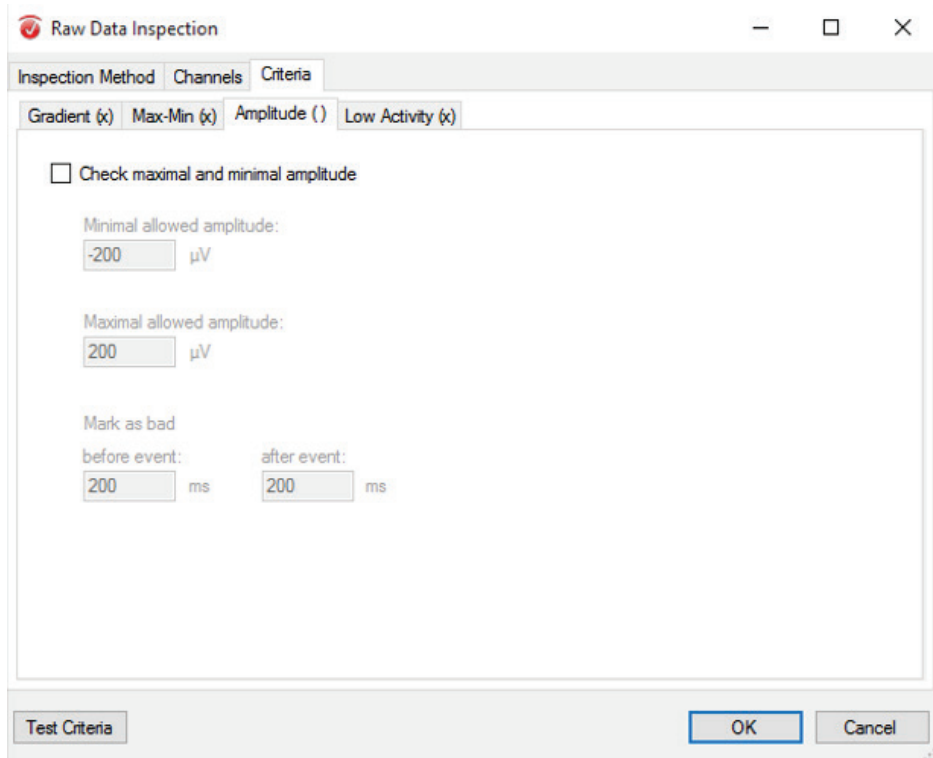


En la segunda pestaña hay que seleccionar a qué electrodos vamos a aplicar la inspección. Seleccionad todos y pasadlos a la parte de *Enabled Channels*. Dejar *Test Criteria* por defecto.



En la última pestaña, *Criteria*, aparecen a su vez cuatro subpestañas: *Gradient*, *Max-Min*, *Amplitude* (dejar sin marcar) y *Low Activity*. Fijaos en las imágenes y dejad los datos tal y como aparecen por defecto.

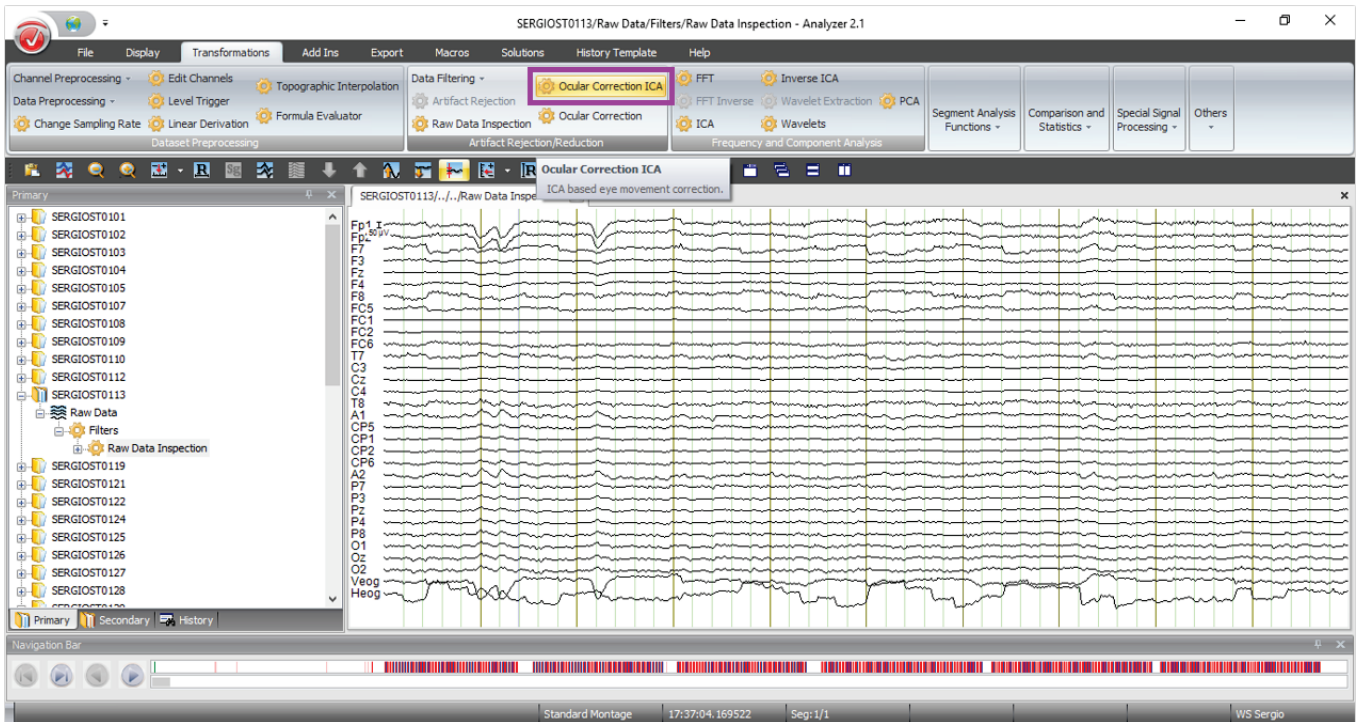




3. **CORRECCIÓN OCULAR**: Una vez hecho, aquellos fragmentos temporales en los que haya alguna actividad o voltaje extraño o anómalo, estarán marcados en todo el registro por una franja de color rosáceo. El siguiente paso es la inspección ocular para

identificar y controlar el ruido que generan los movimientos oculares y parpadeos.

Transformations → Artifact Rejection/Reduction → Ocular Correction ICA



Los canales oculares que se encargan del registro de movimientos del ojo y parpadeos suelen situarse en la parte baja del registro [[Mirar imagen superior](#)] y son bautizados como **Veog** (electrodo que se coloca encima del ojo izquierdo para detectar movimientos verticales) y **Heog** (se coloca en el lado derecho del ojo derecho para identificar movimientos horizontales). La corrección ocular tiene numerosos pasos, pero en las siguientes imágenes tenéis las sucesivas ventanas secundarias que van apareciendo y lo que tenéis que marcar o seleccionar en cada una de las opciones.

Ocular Correction ICA

Blink Markers

New Markers Use Existing Markers

ICA

ICA-based Correction Marker Placement (no ICA)

Mode Selection

Semiautomatic Automatic

Marker Output

Interval Markers Pairs of Start and End Markers

< Previous Next > Cancel

Ocular Correction ICA --- Blink Detection Algorithm

Detection Algorithm

Meaned Slope Algorithm Value Trigger Algorithm

Advanced: Parameters for the Value Trigger Algorithm

Blink Value Trigger [%]: Polarity:

Correlation Trigger [%]:

< Previous Next > Cancel

En esta ventana tenéis que seleccionar *Use Common Reference* qué canal se ha encargado de registrar la actividad vertical (Veog) y horizontal (Heog).

Ocular Correction ICA --- Ocular Activity

Vertical Activity

VEOG Channel: Veog

Use Common Reference

Use Reference Channel:

Horizontal Activity

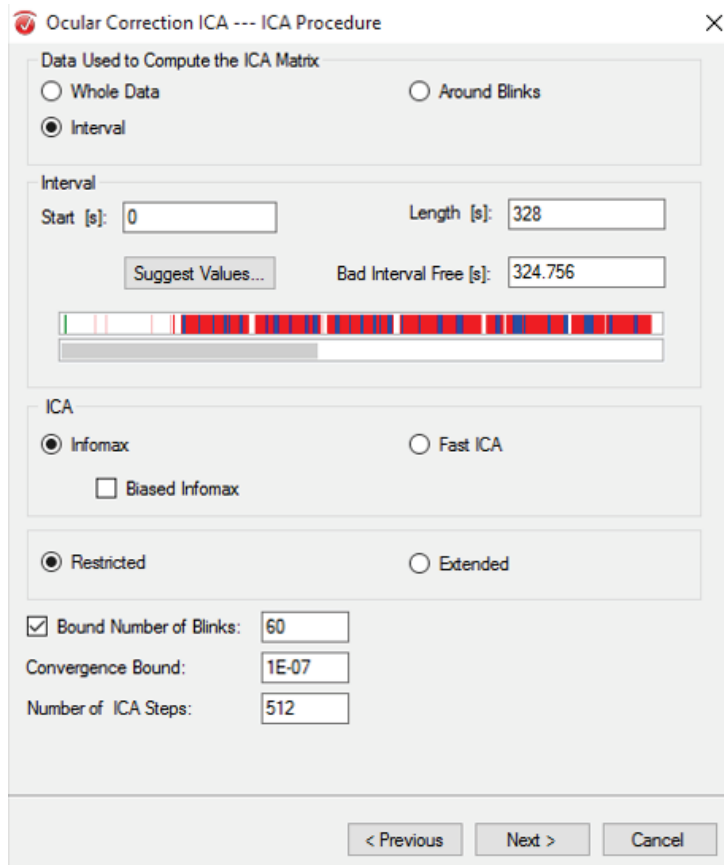
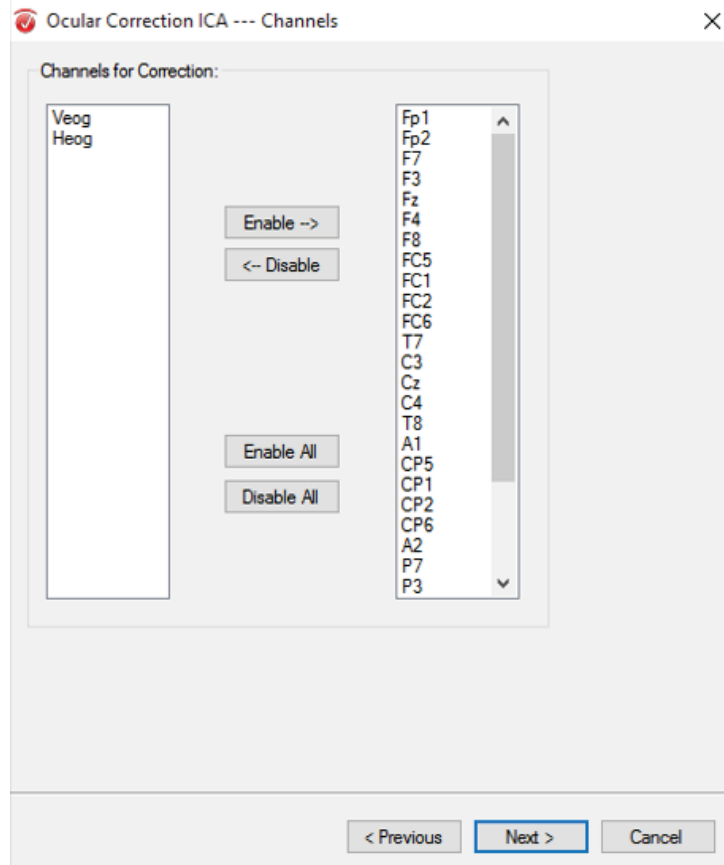
HEOG Channel: Heog

Use Common Reference

Use Reference Channel:

< Previous Next > Cancel

La corrección ocular se debe aplicar a todos los canales excepto a los propios canales oculares



Ocular Correction ICA --- Select ICA Components

Find ICA Components Arising From VEOG Activity

Use the Global Field Power
Total Value to Delete [%]:

Use Relative VEOG Variance
Total Value to Delete [%]:

Use Sum of Squared Correlations with VEOG
Total Value to Delete [%]:

Find ICA Components Arising From HEOG Activity

Use Relative HEOG Variance
Total Value to Delete [%]:

Use Sum of Squared Correlations with HEOG
Total Value to Delete [%]:

< Previous Next > Cancel

Ocular Correction ICA --- Matrix Files

Matrix Files:

Placeholders: \$h = History File Name
\$n = Name of Current Data Set

Write LDR-File for ICA Matrix
File Name:
Resulting File Name:

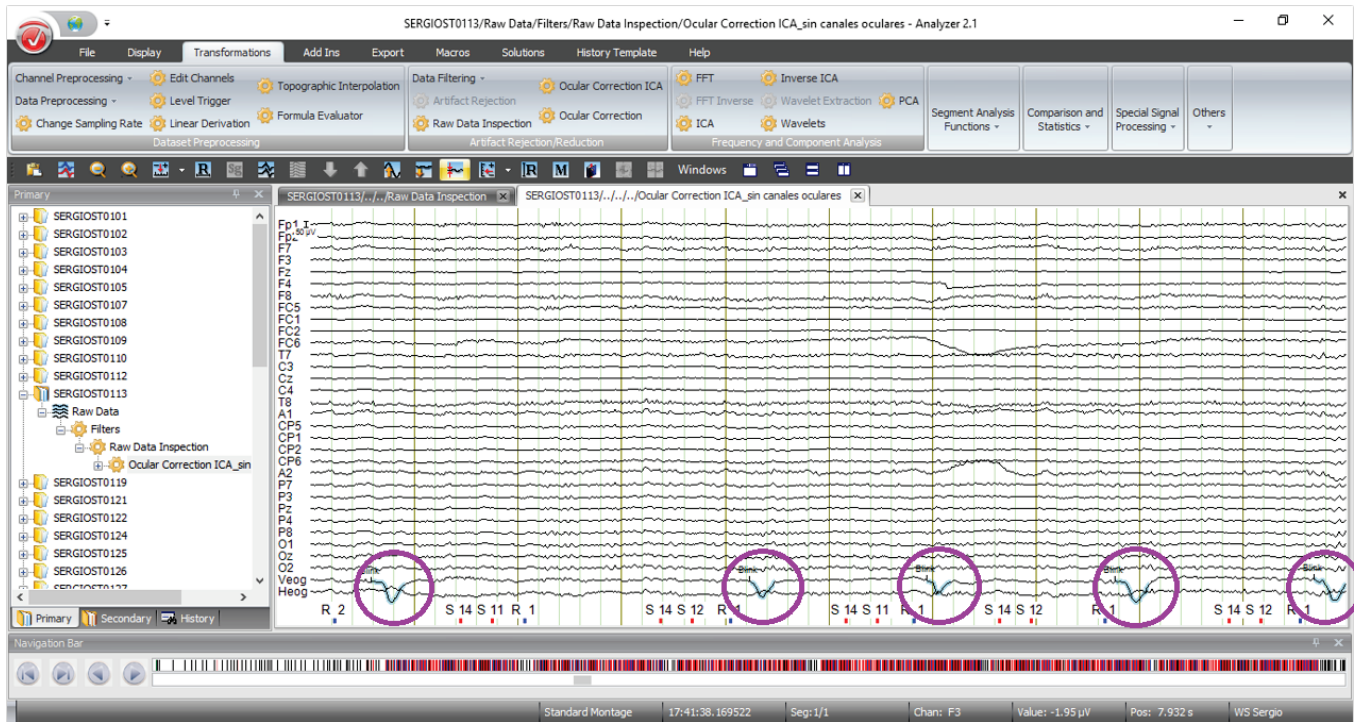
Write LDR-File for Inverse ICA Matrix
File Name:
Resulting File Name:

Write to Export Directory
 Write to Raw Data Directory
 Write to Following Directory:

Browse

< Previous Finish Cancel

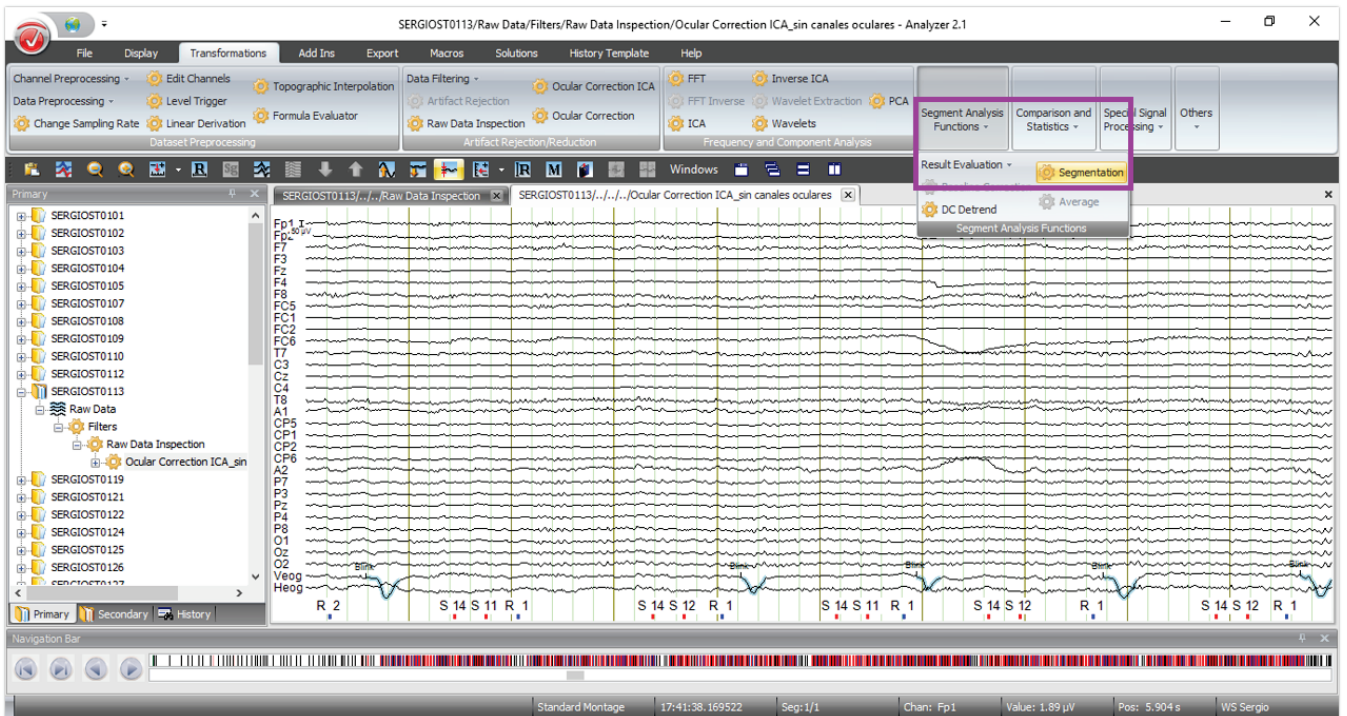
Ahora en el registro del participante al que le estamos aplicando los filtros aparecerán marcados todos los parpadeos y movimientos oculares desproporcionados, con lo que, al analizar posteriormente los segmentos que nos interesan, evitaremos perderlos si hay un parpadeo de por medio.



NOTA: Si os fijáis en la imagen de arriba, ninguno de los parpadeos coincide con segmentos en los que aparezcan marcadores. Lo óptimo es pedirle al participante antes de que comience el experimento que intente parpadear después de responder y no antes, ya que esto favorecerá una menor presencia de ruido que luego puede impedir el correcto análisis del fragmento (en este caso del ensayo experimental).

- 1ª SEGMENTACIÓN:** Cuando ya hemos aplicado los filtros, controlado los voltajes extraños o anómalos y corregido los movimientos oculares y los parpadeos, es cuando podemos empezar a analizar los datos en función de nuestros marcadores y de las distintas condiciones experimentales que presenta nuestra tarea. Mediante la segmentación vamos a quedarnos exclusivamente con las partes del registro que tienen marcadores, desechando lo demás, y además vamos a separar la actividad de cada electrodo de forma que aparezcan de manera independiente. **Transformations → Segment Analysis Functions → Segmentation**

Análisis de Datos EEG



La ventana secundaria de segmentación cuenta con 3 pasos. En el primer paso, dejar marcada la primera opción para las dos preguntas que aparecen para crear segmentos nuevos en función de los distintos tipos de marcadores que escogimos en el diseño de la tarea experimental.

The image shows the "Segmentation Wizard - Step 1" dialog box. It contains two main sections of radio button options. The first section asks "What kind of Segmentation would you like to be performed?" with four options: "Create new Segments based on a marker position." (selected), "Divide data set in equal sized segments.", "Set new segments manually.", and "Create new segments limited by start and end markers.". The second section asks "How should the data be stored?" with four options: "Do not store data, calculate data on demand." (selected), "Cache data to a temporary file.", "Cache data to a permanent file." (with a checked "Cache Data on Request" checkbox), and "Store data compressed in history file." Below this section is a text input field for "Resolution [nV]" with the value "100". At the bottom right, there are three buttons: "< Previous", "Next >", and "Cancel".

En el segundo paso debemos seleccionar qué marcadores queremos segmentar. Aquí aparecen listados todos los marcadores con los que cuenta el registro y a su derecha el número de veces que aparece en el registro completo. Esta ventana es excelente para comprobar que el número de ensayos por condición coincide con nuestra tarea y solucionar posibles problemas con el código de los marcadores. Este paso va a depender exclusivamente del paradigma que empleemos y de los marcadores que hayamos asignado a cada condición experimental. En este caso se puede comprobar que se seleccionaron los marcadores de SOA largo (21 para congruente y 22 para incongruente) y luego en la interfaz principal habría que volver a situarse en la ventana de Corrección Ocular ICA y volver a realizar una segunda segmentación con los marcadores asignados al SOA corto (11 para congruente y 12 para incongruente). [La expresión booleana avanzada que aparece al final es para eliminar segmentos en los que el participante haya cometido un error al responder (marcador R2), por lo que es importante tenerla en cuenta].

NOTA: En cualquier paradigma o tarea puede existir una condición experimental que engloba a la otra. Es aconsejable ir de lo general a lo particular ya que se pueden hacer segmentaciones más específicas en futuros pasos del análisis. En este caso debemos separar los SOA porque son intervalos temporales diferentes y no se pueden analizar juntos, pero se mantienen los niveles de congruencia porque más adelante se hace una segunda segmentación para separar esa segunda condición en ambos intervalos de SOA.

Segmentation Wizard - Step 2 of 3

Which markers would you like to include?

Available Markers

Type	Description	Count
UserDefi...	Blink	268
Stimulus	S 30	1
Stimulus	S 14	144
Stimulus	S 12	108
Stimulus	S 11	36
Stimulus	S 13	144
Stimulus	S 31	1
Response	R 1	275
Response	R 2	13

Add >>

<< Remove

Selected Markers

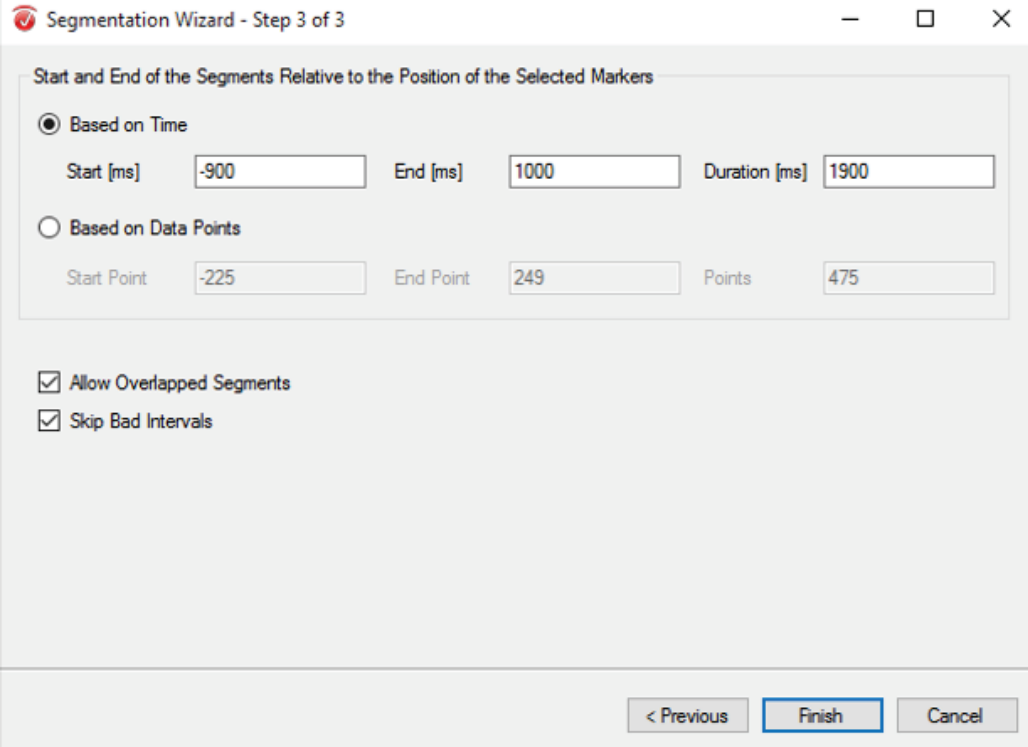
Type	Description	Count
Stimulus	S 22	108
Stimulus	S 21	36

Advanced Boolean Expression:

NOT(FIRST(Stimulus,R2.0,1000))

< Previous Next > Cancel

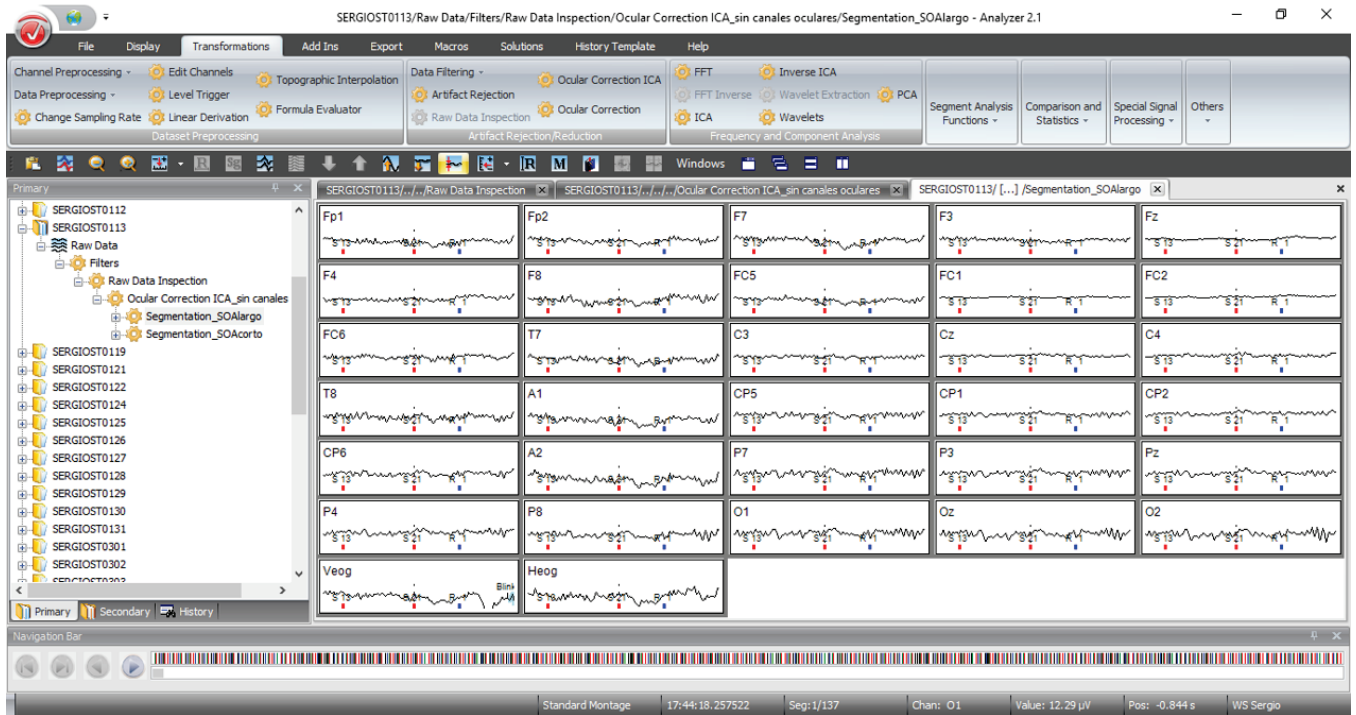
En el último paso hay que seleccionar qué longitud temporal tendrán los segmentos que hemos escogido en función de un determinado marcador (en este caso, 21 y 22, marcadores de presentación del estímulo objetivo). Esto significa que, en función del tipo de marcador que estemos interesados en analizar, el comienzo y el final del segmento van a variar (tanto de símbolo como de duración). En la primera segmentación es aconsejable escoger un intervalo grande para tener mayor margen en una segunda segmentación más adelante. En este caso, hemos seleccionado los 900 ms previos al marcador y los 1.000 ms posteriores. El SOA largo de este experimento era de 700 ms, por lo que estamos seleccionando todo ese intervalo más 200 ms anteriores a la palabra previa. En SOA corto (300 ms) esta segmentación no tiene que ser tan larga. Si aplicamos lo anterior, nuestros segmentos en SOA corto comenzarían en -500 (300 ms de SOA más 200 ms previos). [Dejar marcadas las dos opciones que aparecen al final].



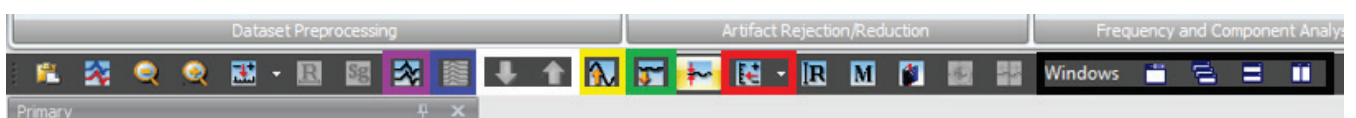
Si os fijáis en la imagen siguiente, ahora ya no tenemos la visión del registro en bruto, sino que ahora solamente tenemos los intervalos temporales en los que aparecían los marcadores que seleccionados previamente en la segmentación y los electrodos se muestran separados en ventanas distintas. A partir de aquí, todos los pasos que se hagan en una segmentación (SOA largo) se tienen que repetir en las otras (SOA corto). El historial que se genera tras los distintos filtros, inspecciones y análisis se puede arrastrar con el ratón (por ejemplo, si los análisis que se van a explicar a continuación solamente








Análisis de Datos EEG

los hacemos en SOA largo y queremos ahorrar tiempo, podemos arrastrar el historial desde el siguiente punto de la segmentación de SOA largo a la segmentación de SOA corto) pero es conviene hacerlo de forma manual y repetir el proceso en la segunda segmentación ya que los marcadores cambian y también los intervalos, evitando posibles errores que podemos pagar caro más adelante.

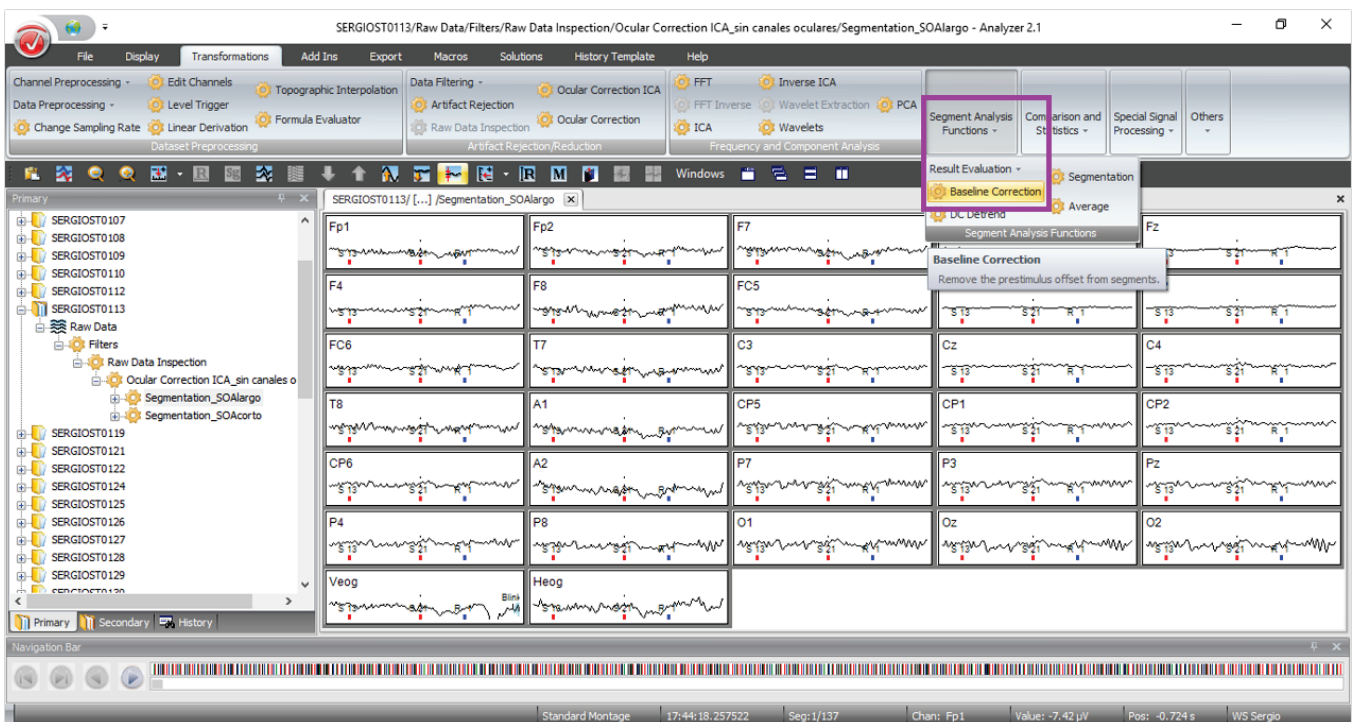


En el menú que está justo encima de dónde aparece el registro cuando pulsamos en un elemento del historial hay varias herramientas que ahora van a ser de mucha utilidad:

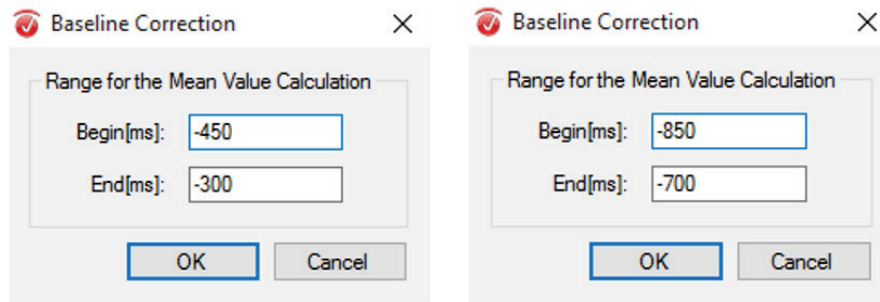


-  Ampliar la visión de los electrodos (reduce el número de electrodos en la interfaz)
-  Alejar la visión de los electrodos (aumenta el número de electrodos en la interfaz)
-  Desplazarse por los electrodos
-  Reducir rango de voltaje (aumenta el tamaño de las ondas)
-  Aumentar rango de voltaje (disminuye el tamaño de las ondas)
-  Ajustar el rango mínimo y máximo
-  Modificar la visión de diferentes pestañas

5. **CORRECCIÓN LÍNEA BASE**: Ya dentro de la segmentación, vamos a realizar una corrección línea-base. Con esta corrección tenemos que elegir un intervalo breve (100 – 200 ms), dentro de ese segmento que hemos escogido en el paso anterior, en el que no ocurra nada en la tarea y la activación sea mínima (una pantalla en blanco). Con esto, obtenemos una activación basal que nos va a servir de referencia y con la que podemos comparar el voltaje producido por los eventos de la tarea. Para ello debemos acceder a la ruta **Transformations → Segment Analysis Functions → Baseline Correction**

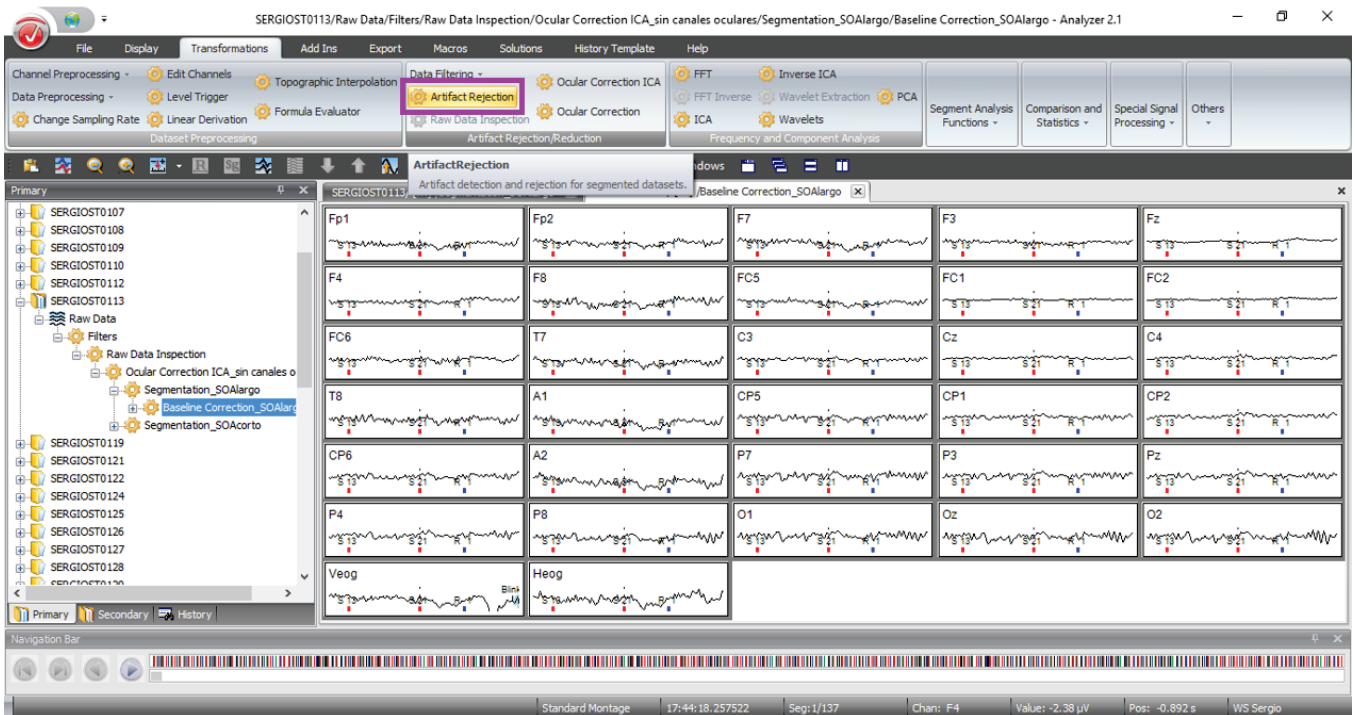


Lo mejor es escoger la franja temporal previa al estímulo en cuestión, pero como es una tarea secuencial (podría existir un sesgo por la activación generada por el estímulo previo), hemos elegido quedarnos con 150 ms anteriores al estímulo previo en ambos SOA para usarlos como línea base. Hay que tener en cuenta que estamos analizando el segmento desde la aparición del estímulo objetivo (S11, S12, S21 y S22), por lo que la línea base va a comenzar y a terminar con símbolo negativo [Si no fuera una tarea secuencial, la línea base podría situarse antes del estímulo objetivo, siendo 0 el final]. Este es otro motivo por el que siempre hay que escoger un segmento lo suficientemente grande en el paso anterior.

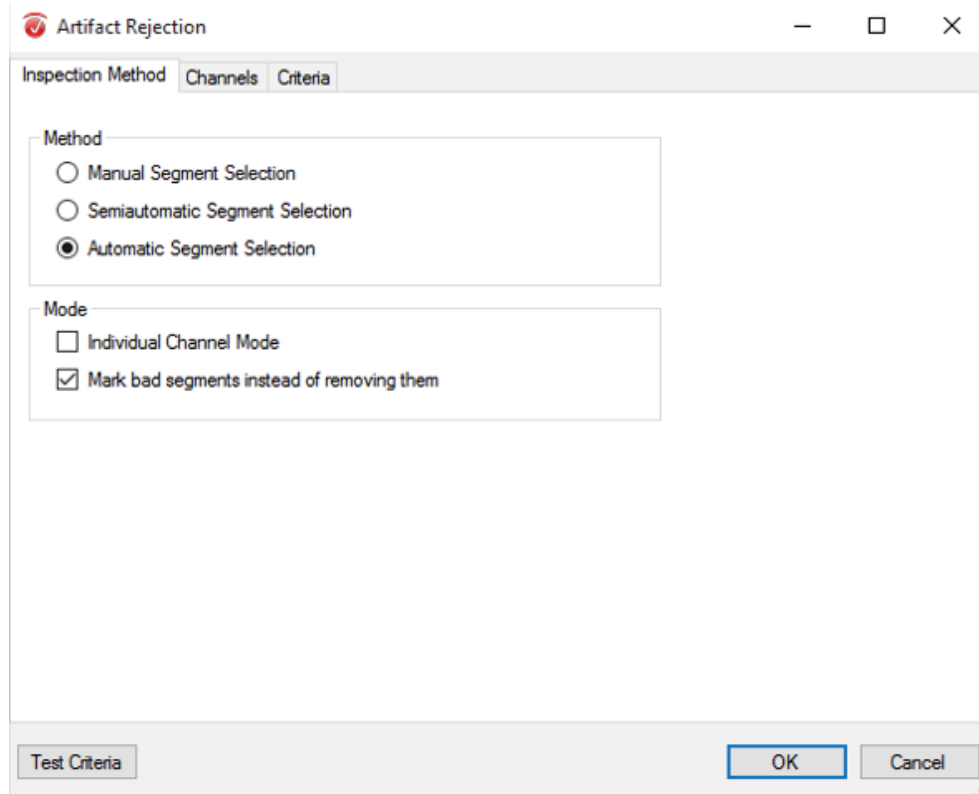


NOTA: El segmento que escogamos para usar como línea base puede tener la duración que uno quiera, pero es aconsejable que no sea demasiado grande para evitar demasiada variabilidad de voltaje. Lo recomendable es una línea base que se sitúe en torno a 100 y 200 ms.

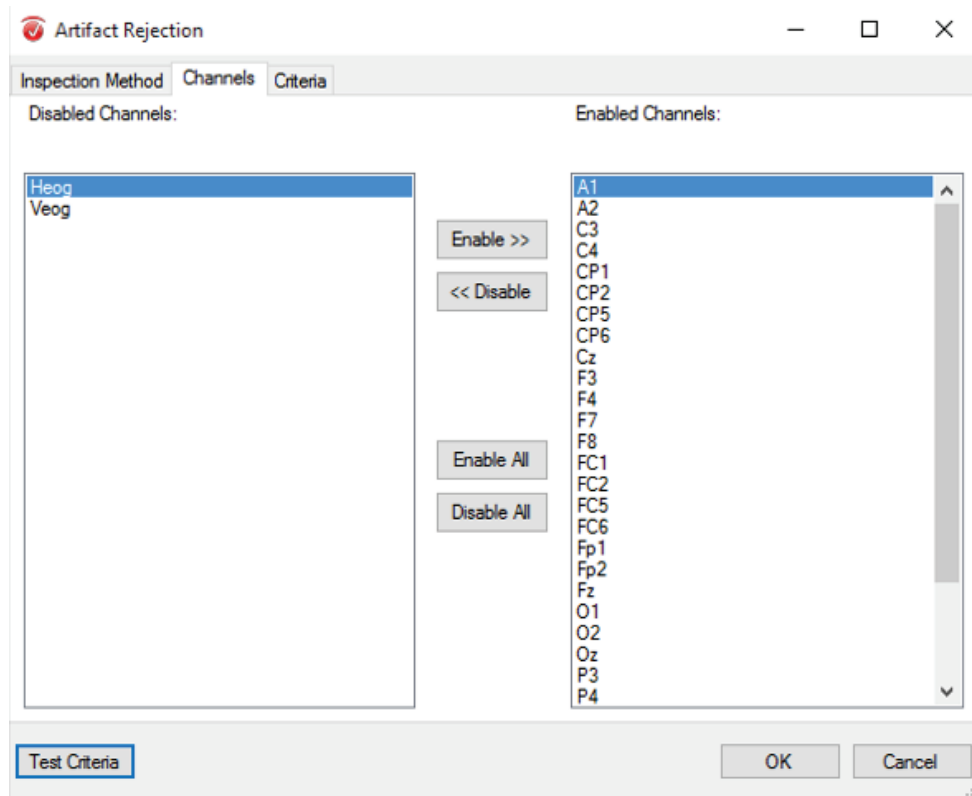
6. **RECHAZO DE ARTEFACTOS:** Tras la corrección línea-base, el siguiente paso es el rechazo de artefactos. Los artefactos son elementos extraños que no se pueden analizar y que, si no los identificamos, se convierte en un problema que puede conllevar a la eliminación innecesaria de numerosos ensayos. Este paso solamente está disponible con datos segmentados y sirve como un segundo filtro para controlar actividad o voltaje anómalos que no pueden explicarse por la activación producida por el paradigma experimental. **Transformations → Artifact Rejection/Reduction → Artifact Rejection**



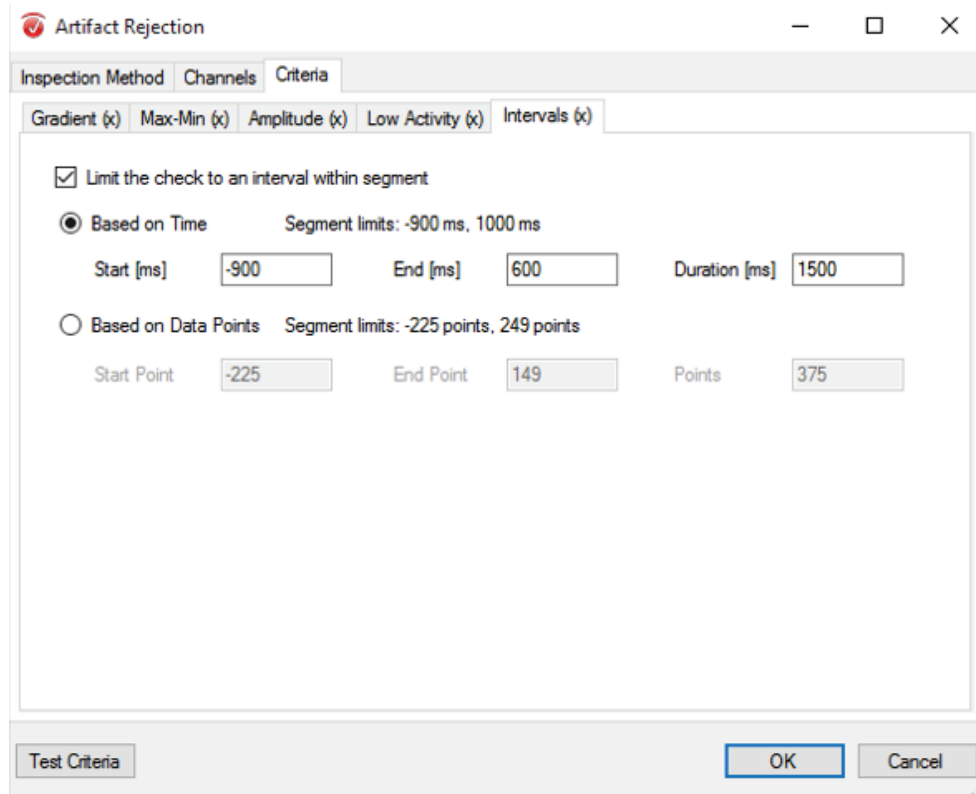
Las ventanas secundarias correspondientes al rechazo de artefactos son muy parecidas a las que ya vimos en la inspección de datos brutos. Consta de tres pasos: *Inspection Method*, *Channels* y *Criteria*. En el primero, se repite lo que ya ocurría en *Raw Data Inspection*, lo mejor es hacerlo de forma manual para que no seleccione el programa por sí mismo, pero para ello deberíamos ser expertos en la materia, por lo que vamos a dejar marcado el método automático. Además, en *Mode*, marcamos la segunda opción que nos va a indicar los segmentos que contienen artefactos, pero no nos los va a eliminar.



En *Channels*, aplicamos este rechazo de a todos los electrodos excepto a los oculares (Heog y Veog). *Test Criteria* lo dejamos por defecto.

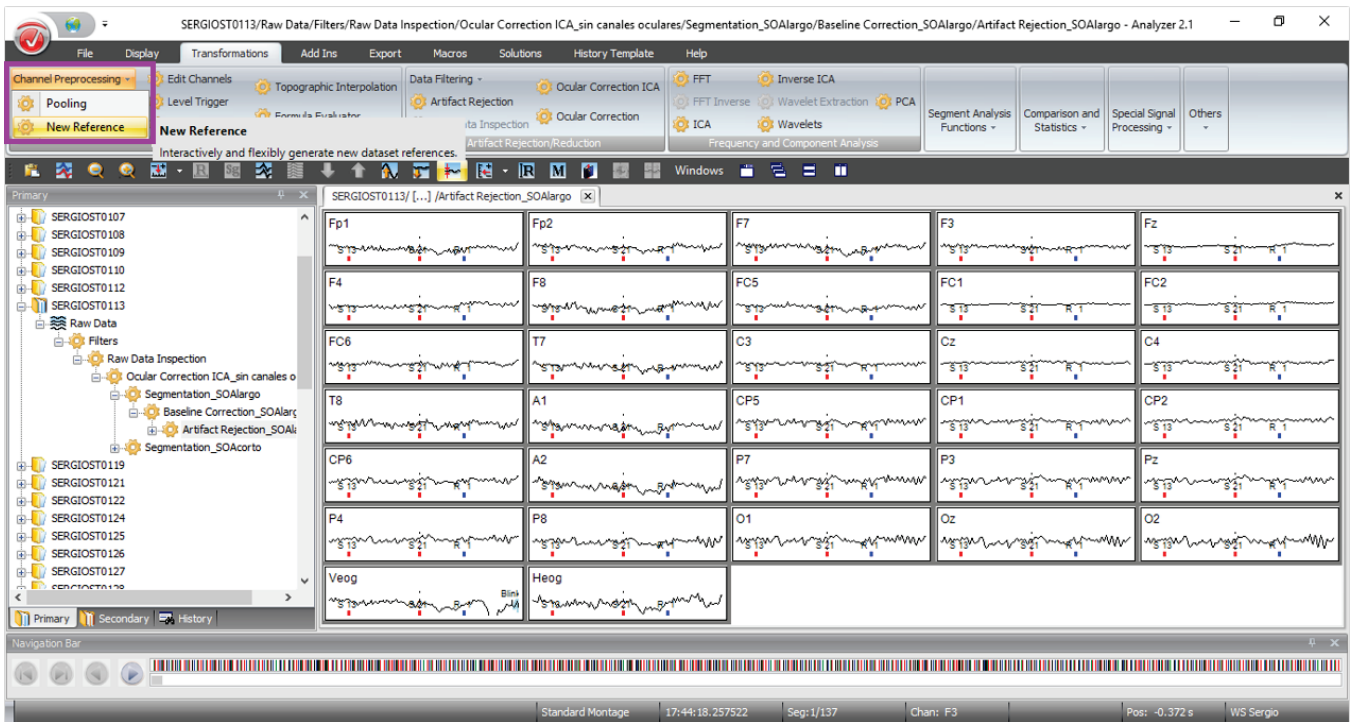


En *Criteria*, aparecen 5 subpestañas: *Gradient*, *Max-Min*, *Amplitude*, *Low Activity* e *Intervals*. Dejar las 4 primeras subventanas por defecto [esta vez la amplitud se deja marcada], en la quinta hay que elegir qué intervalo del segmento escogido en la fase de segmentación vamos a inspeccionar para rechazar artefactos. Se puede escoger el mismo rango temporal que ya se usó en la segmentación o escoger un intervalo un poco más breve. Si más adelante no se va a analizar un segmento tan largo como el que seleccionamos al principio, podemos reducir la zona de inspección, pero hay que tener en cuenta que en las partes que no hagamos este análisis habrá artefactos que escaparán a nuestro control y pueden afectar de forma muy negativa en el número de ensayos válidos con los que contaremos al final:

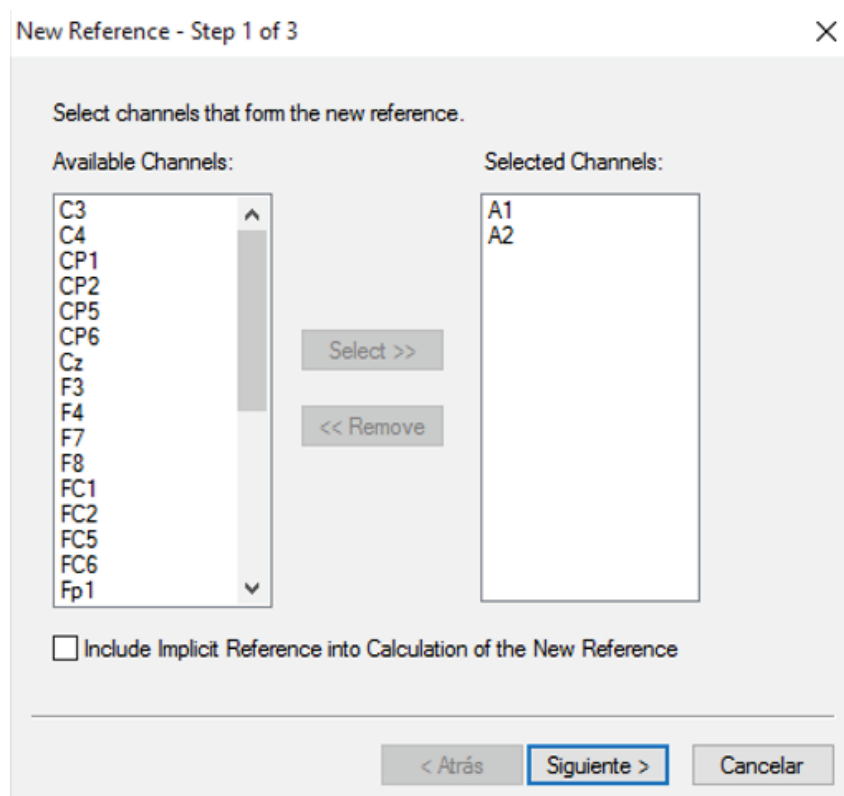


7. **NUEVA REFERENCIA**: Ahora que hemos separado de forma independiente a los electrodos en cada ensayo, vamos a transformar el electrodo de referencia del casco (FCz) en otro electrodo más del que se puede analizar el voltaje del participante. Posiblemente la zona que nos interese analizar sea la zona central del cerebro, por lo que este electrodo va a ser de suma importancia. Para ello vamos a sustituir este canal de referencia por los que colocamos en los lóbulos de las orejas del participante (A1 y A2). **Transformation → Dataset Preprocessing → Channel Preprocessing → New Reference**

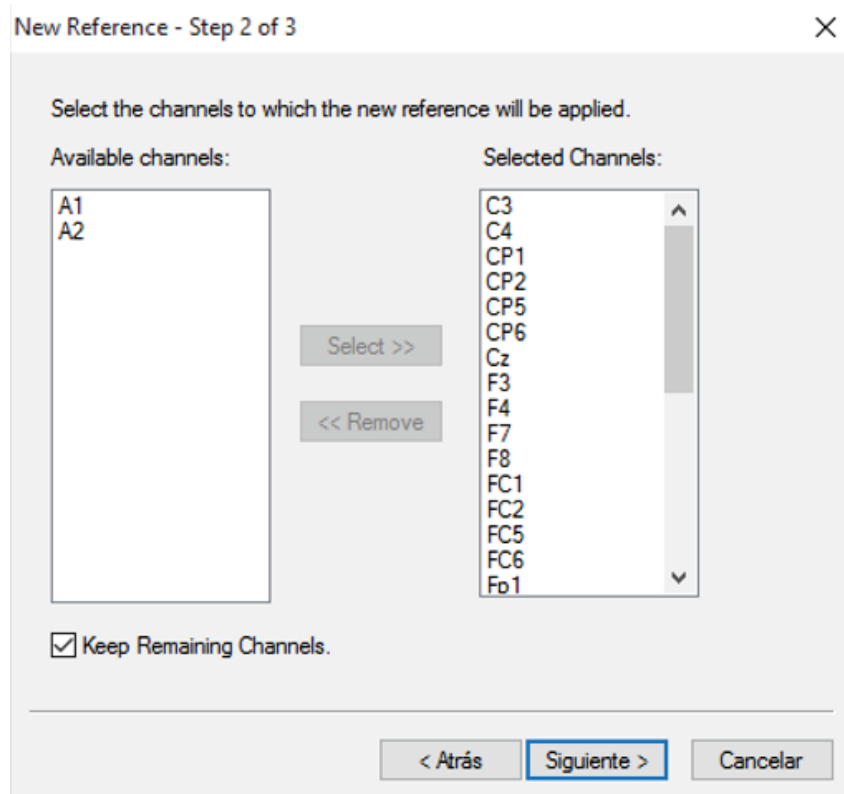
Análisis de Datos EEG



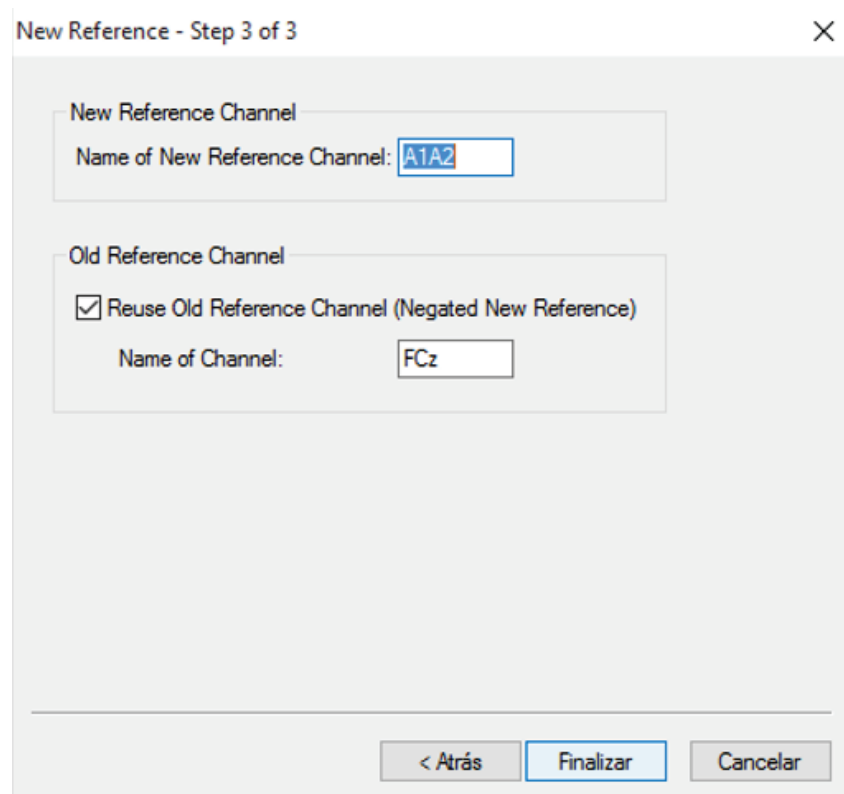
En el primer paso de la ventana secundaria de la nueva referencia hay que seleccionar los canales que van a actuar desde este momento como tal (A1 y A2).



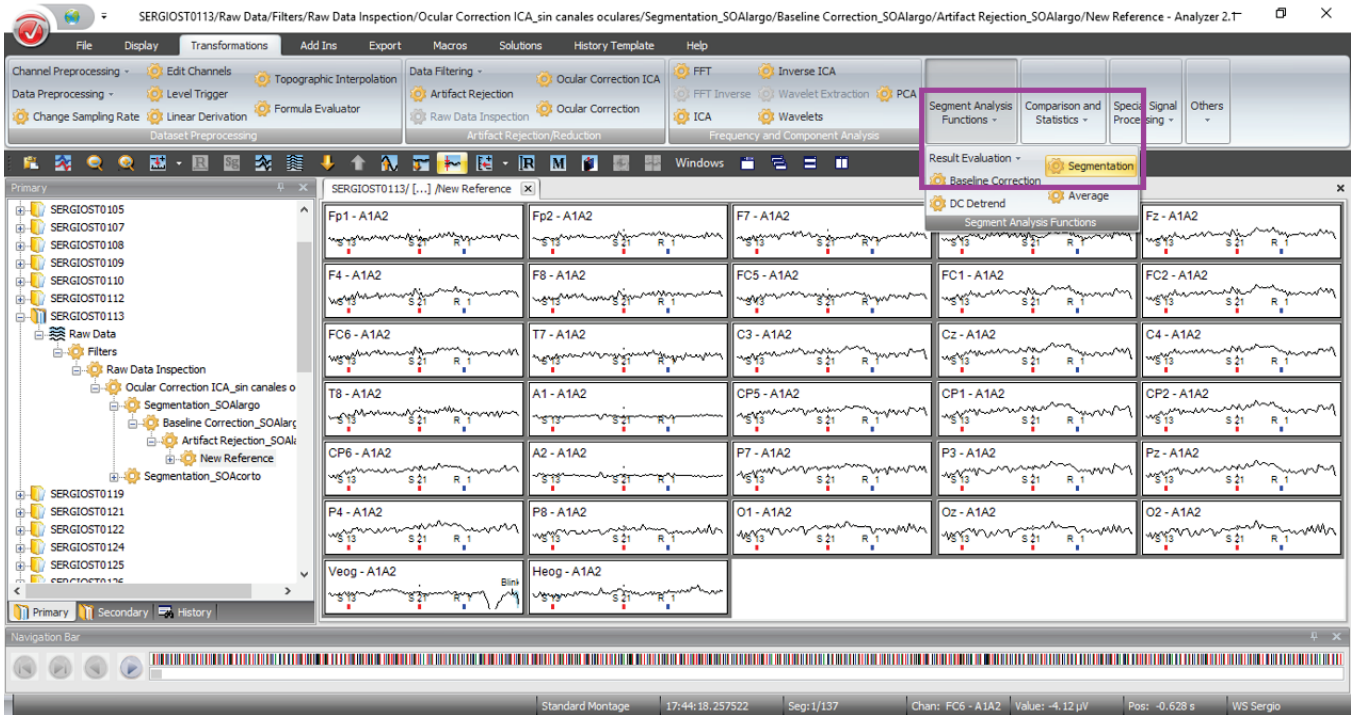
En el segundo paso seleccionamos todos los canales a los que se les va a aplicar la nueva referencia. Seleccionamos todos menos A1 y A2.



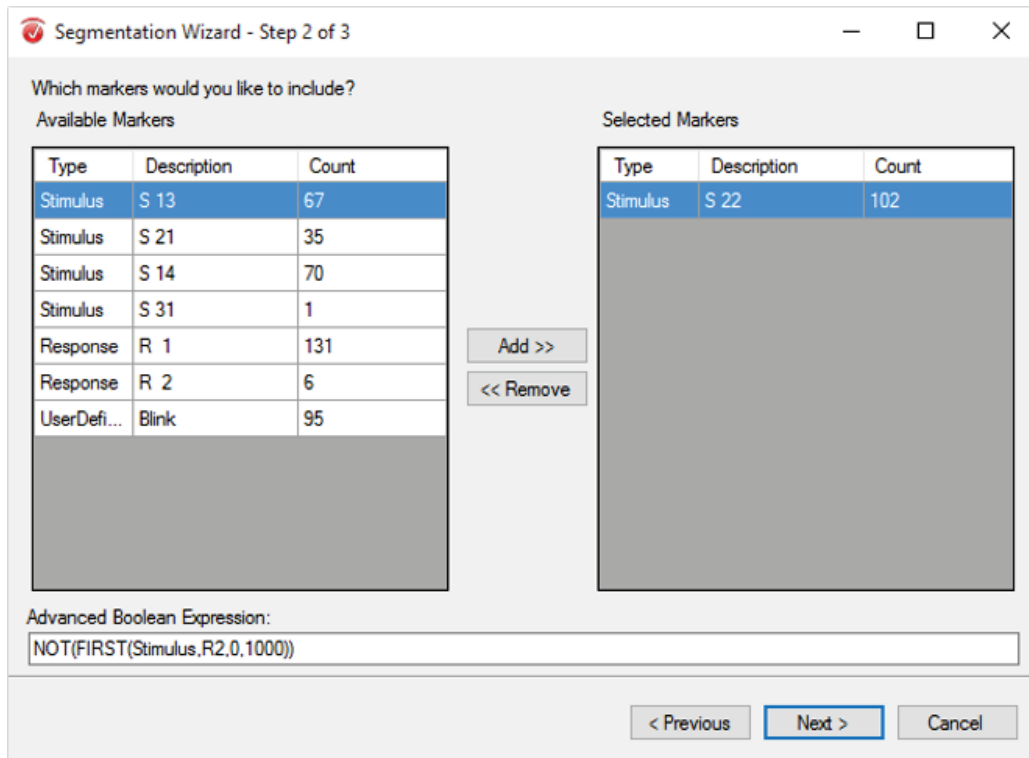
En el último paso debemos dar nombre a la nueva referencia [Le solemos llamar **A1A2**] y, al mismo tiempo, marcar la opción de usar la antigua referencia como un nuevo canal y renombrarlo [**FCz**].



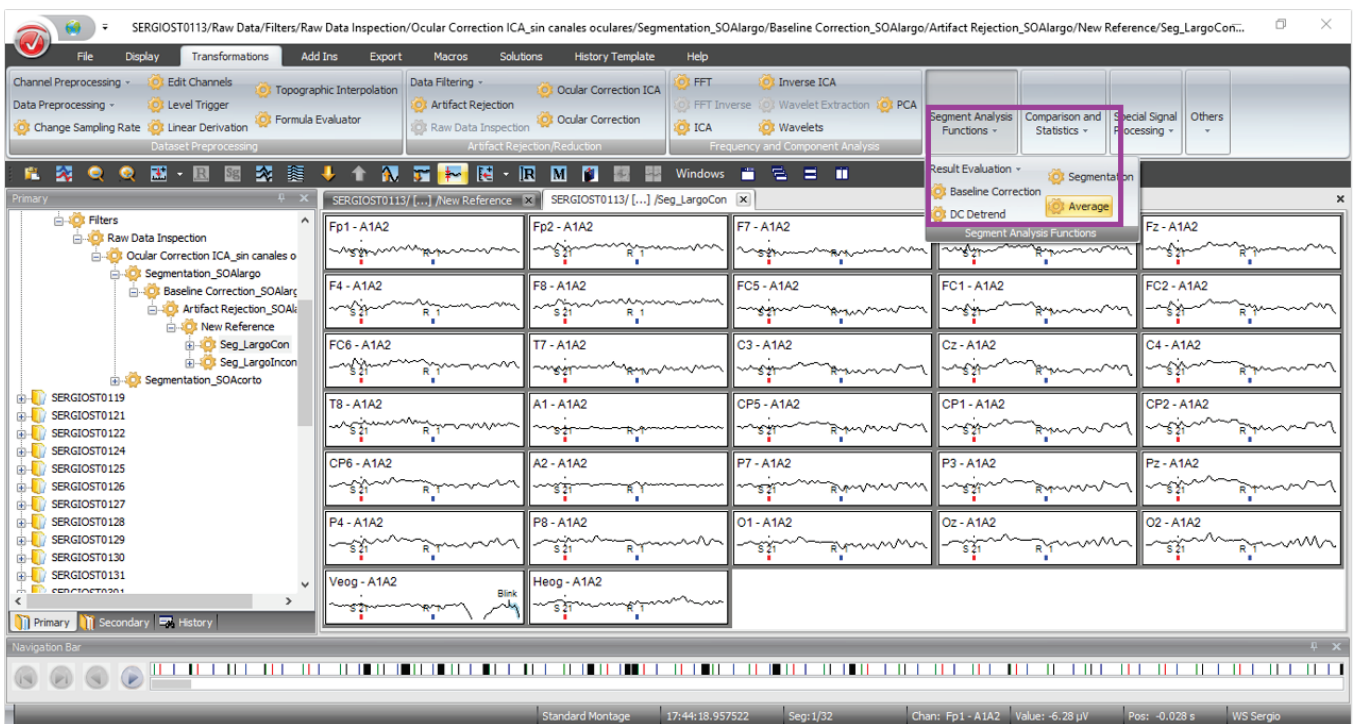
8. **2ª SEGMENTACIÓN:** Una vez hechos todos estos pasos, realizaremos la segunda segmentación para separar los niveles de la segunda variable (en este caso, la Congruencia). Hacemos lo mismo que en la primera segmentación: **Transformations** → **Segment Analysis Functions** → **Segmentation**



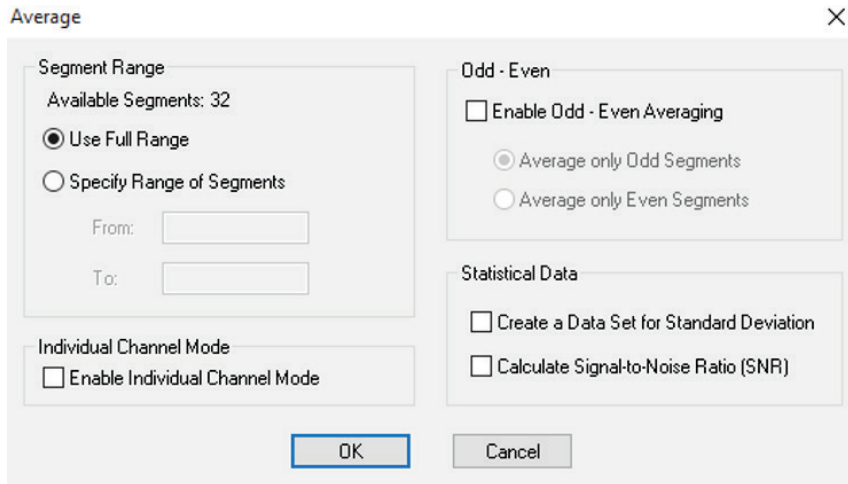
Esta vez solamente elegimos un marcador de los dos posibles y luego hacemos una segunda segmentación para el otro nivel de la condición experimental. Además, esto tenemos que hacerlo para ambas segmentaciones iniciales (en este caso, los dos niveles de SOA) [Como se puede ver en la siguiente imagen, en el análisis del SOA largo solamente aparecen los marcadores 21 y 22. Si lo hiciéramos para SOA corto los que aparecerían serían 11 y 12 en su lugar. Esta es una buena forma de verificar que previamente hemos seleccionado los marcadores de forma correcta].



9. **PROMEDIADO**: Una vez separadas todas las condiciones mediante las sucesivas segmentaciones, es aquí cuando vamos a hacer un promedio de todos los ensayos de cada condición experimental. De esta forma obtendremos una única onda que refleje el voltaje medio en cada uno de los electrodos. Para acceder a este análisis debemos dirigimos a **Transformations** → **Segment Analysis Functions** → **Average**

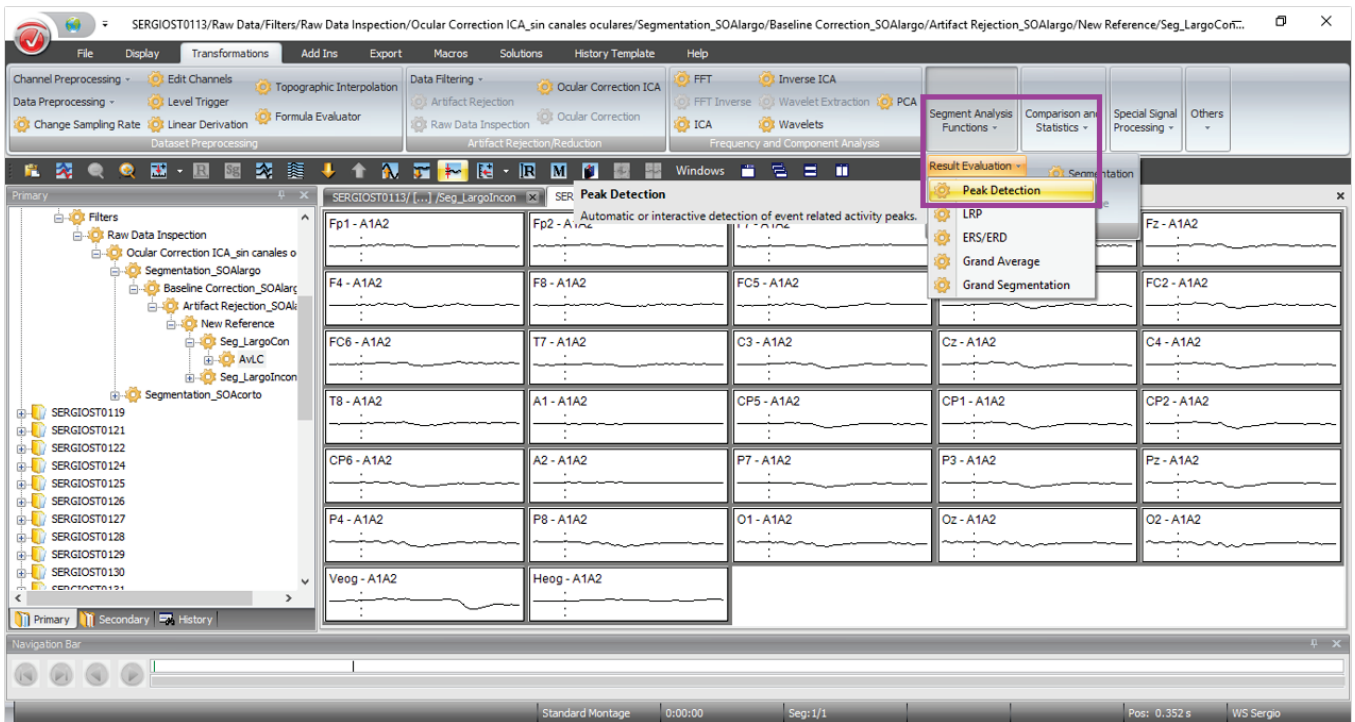


En la ventana secundaria de *Average* nos aparece el número de segmentos de cada condición en la que estemos haciendo el promediado [Otra forma de verificar que no hemos perdido demasiados ensayos] y debemos marcar la opción *Use Full Range*. Lo demás lo dejamos sin marcar.

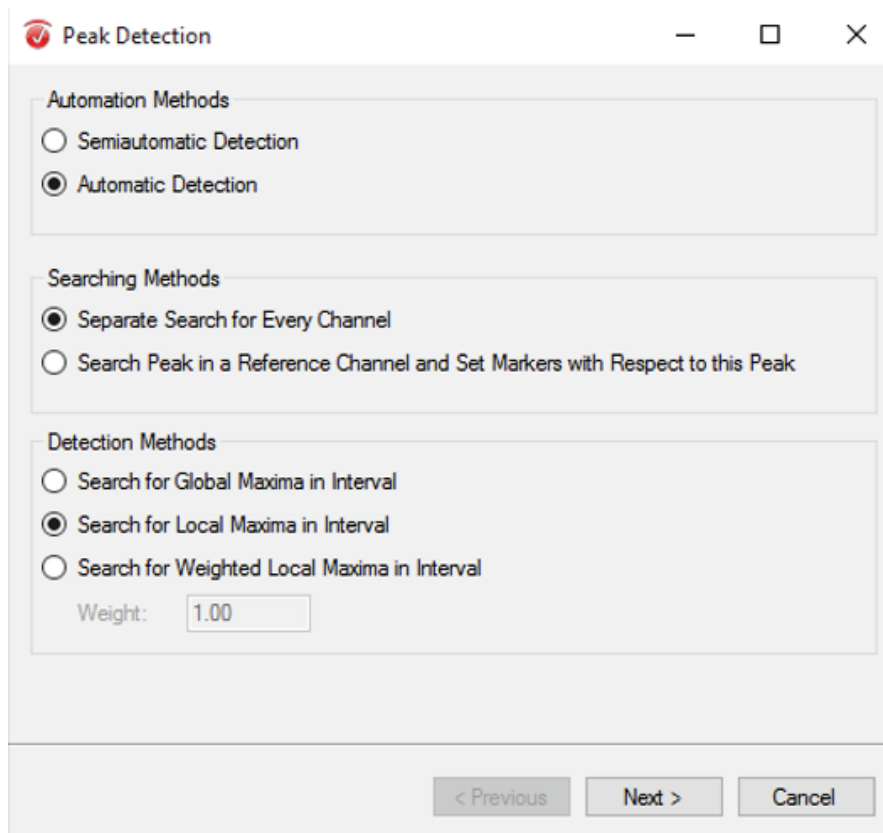


NOTA: Cuando hayamos realizado este paso (también se aplica para el siguiente) y no aparezca en el historial de análisis, es muy recomendable modificar su nombre por defecto y acortarlo (de una forma que lo entendamos fácilmente) porque luego estos van a ser los datos que vamos a exportar a Excel y a SPSS.

10. **DETECCIÓN DE PICOS**: Ahora lo que nos aparece en la interfaz es similar a como si solo tuviéramos un único ensayo con el voltaje de cada uno de los electrodos. Si estamos interesados en detectar una actividad determinada en un intervalo temporal específico por la literatura previa que hayamos leído sobre el paradigma o tarea experimental que estamos empleando, podemos marcar picos de voltaje. Para hacer eso accedemos a través de la ruta: **Transformations → Segment Analysis Functions → Result Evaluation → Peak Detection**



La ventana secundaria de detección de picos se muestra a continuación. Dejad marcadas las opciones tal y como aparecen en la imagen.

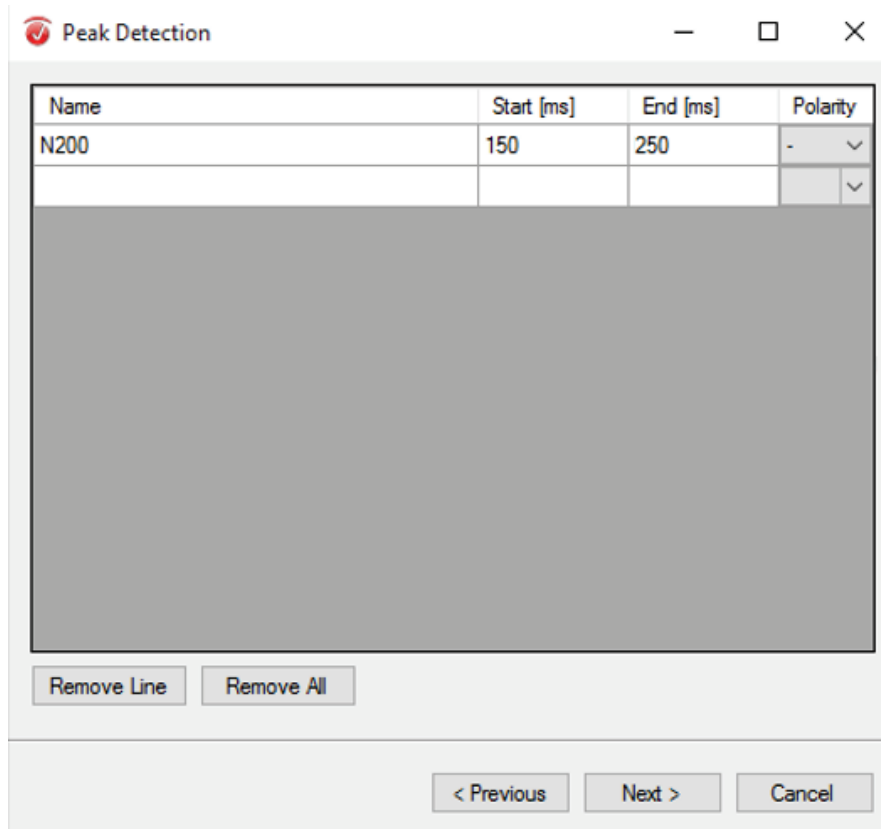


A continuación, debéis dar nombre al pico que estáis interesados en buscar, el intervalo de tiempo en el que aparece a partir del estímulo objetivo y su polaridad (en función de si es negativo o positivo).

Algunos de los componentes que suelen ser de interés en Psicología y los intervalos en los que suelen aparecer son:

P100: 80 - 100 ms / **N100:** 100 - 150 / **N200:** 150 - 250 ms /

P300: 250 - 350 ms / **N400:** 350 - 500 ms

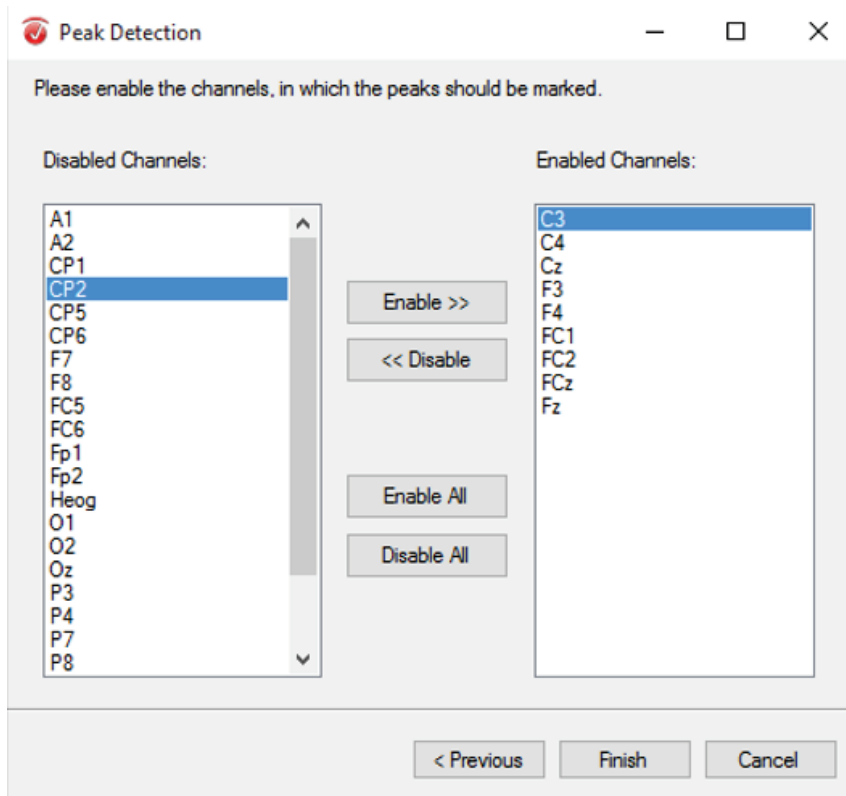


Name	Start [ms]	End [ms]	Polarity
N200	150	250	-

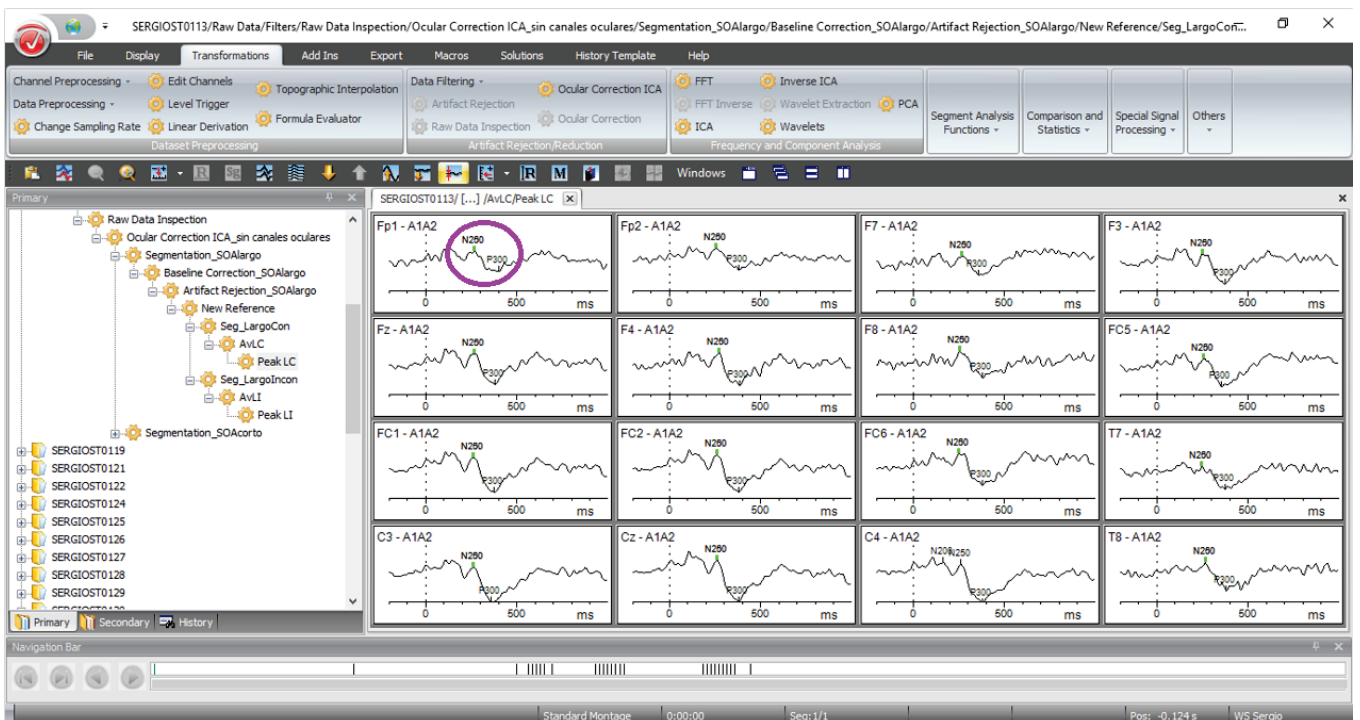
Remove Line Remove All

< Previous Next > Cancel

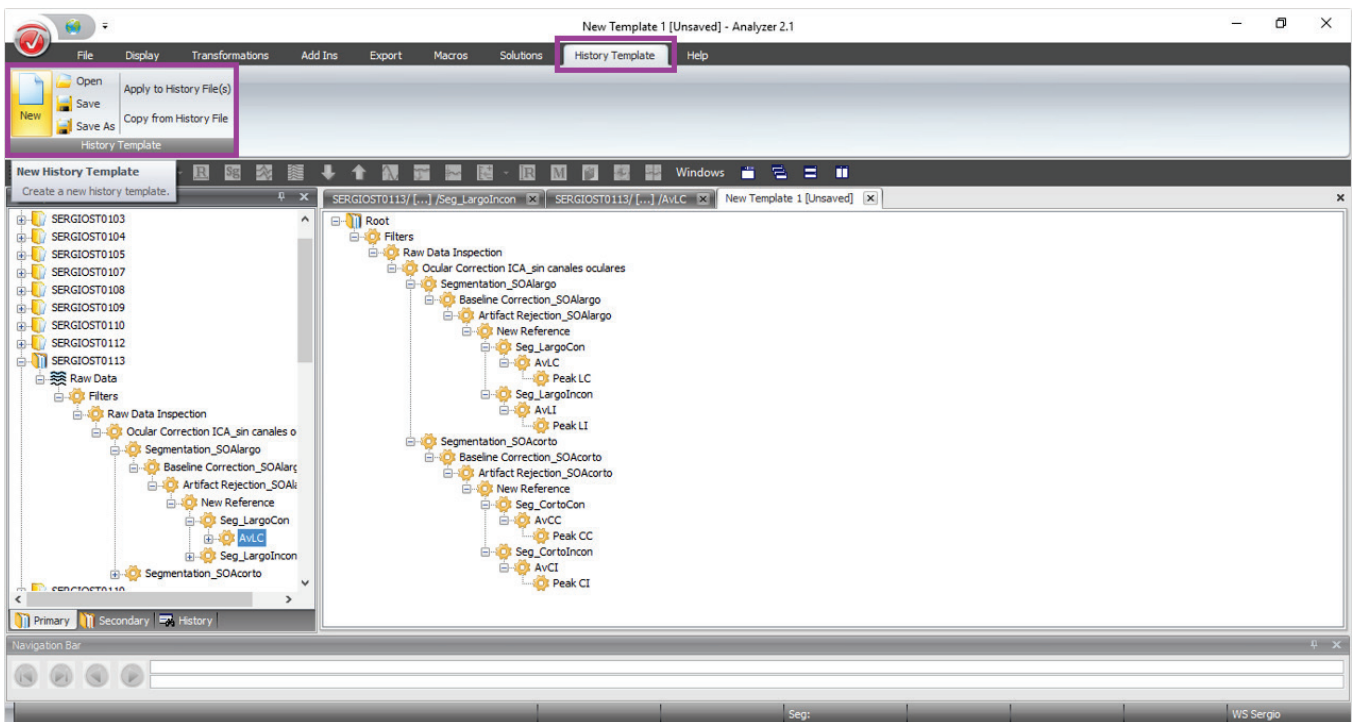
En la última ventana tenemos que elegir a qué electrodos vamos a aplicar la detección. En función del componente que se trate, tendremos que buscar en unas zonas u otras.



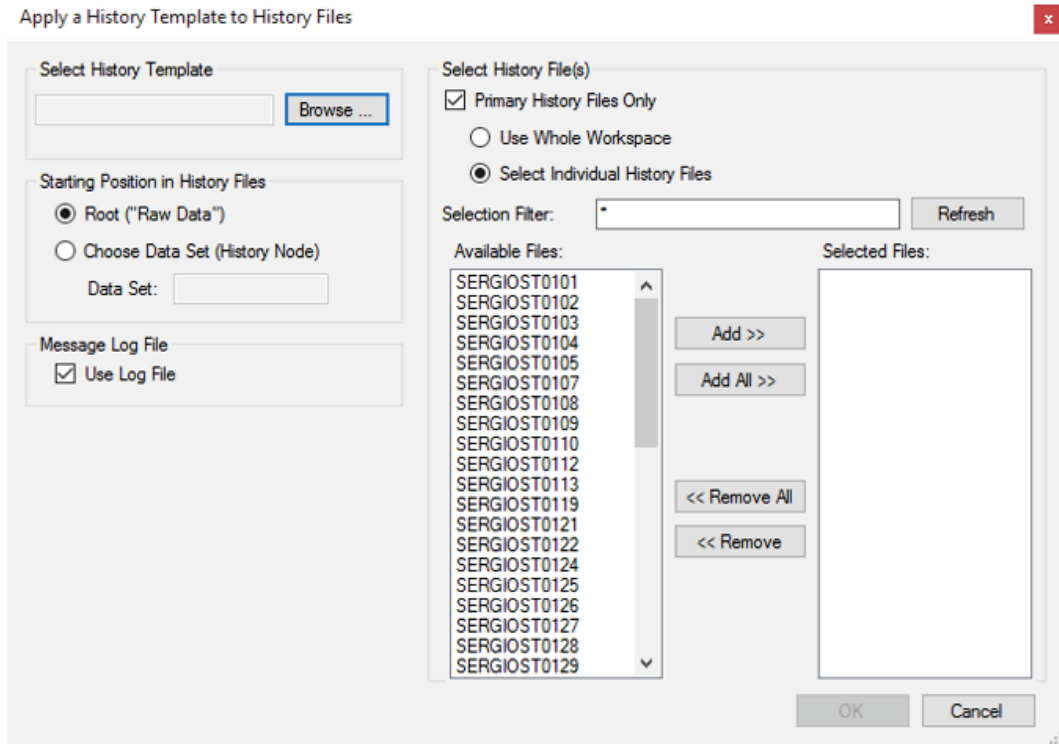
El programa, de forma automática, marca los componentes definidos en los electrodos que hemos escogido de forma automática. Esto puede ser útil para una primera inspección visual de los electrodos por separado.



11. **HISTORIAL DE ANÁLISIS:** El análisis general de los datos en bruto ya está completado, pero se pueden continuar haciendo segmentaciones con otros marcadores que hayamos definido en la tarea o hacer otros análisis más concretos. Todos los pasos que hemos realizado para analizar los datos en bruto han sido solamente para un participante. Para aplicarlo a los demás sujetos no tenemos que hacerlo de forma manual, sino que hay que crear un History Template: **History Template → New**. En la interfaz aparecerá una venta en blanco con una carpeta en la parte superior llamada *Root*. Ahora, seleccionamos con el ratón el primer análisis que hicimos al registro bruto del sujeto y arrastramos todo el historial hasta la carpeta *Root* para copiar toda la cadena de análisis que hemos realizado. Y para acabar pulsamos en **Apply to History File(s)**. [El programa nos preguntará si queremos guardar el historial para más tarde abrirlo desde *Open* directamente sin tener que volver a arrastrarlo desde el que hicimos paso a paso].

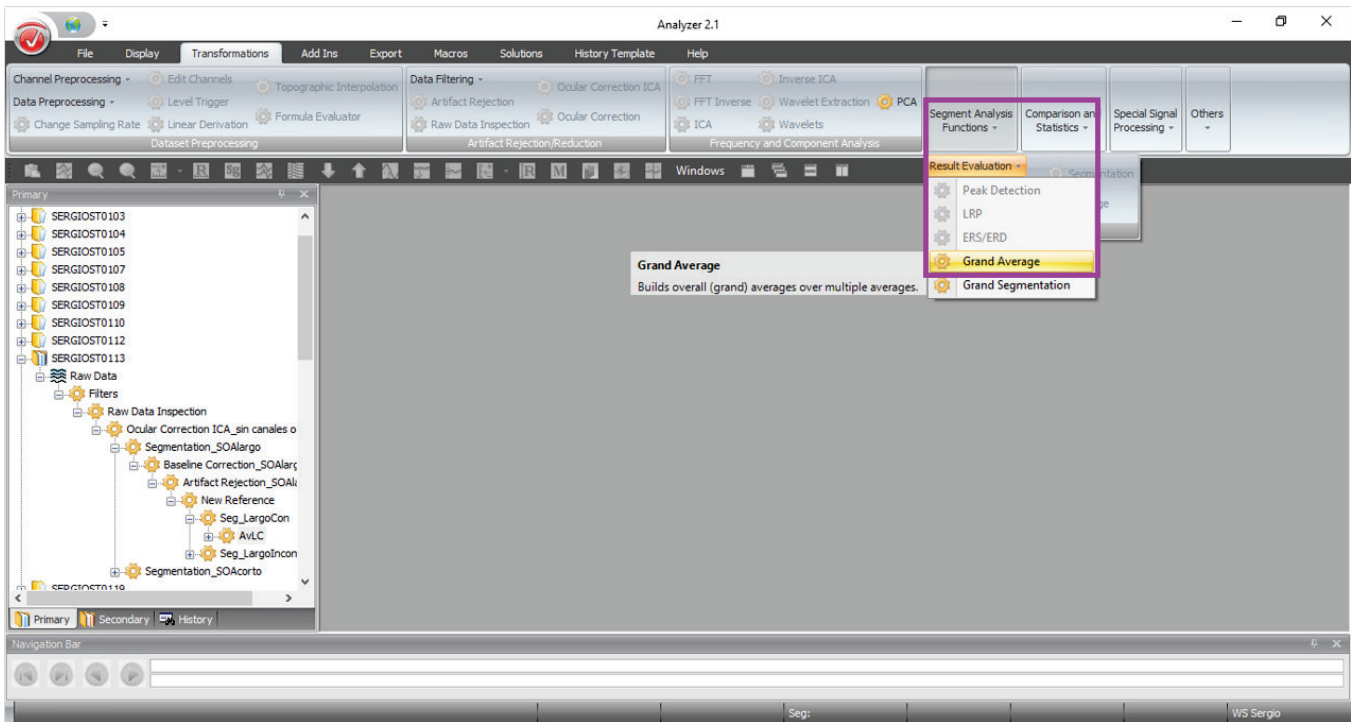


Para aplicar el historial a todos los sujetos, hay que pasar todos desde *Available Files* hasta *Selected Files*. Dejad marcadas todas las opciones que aparecen en la siguiente imagen.

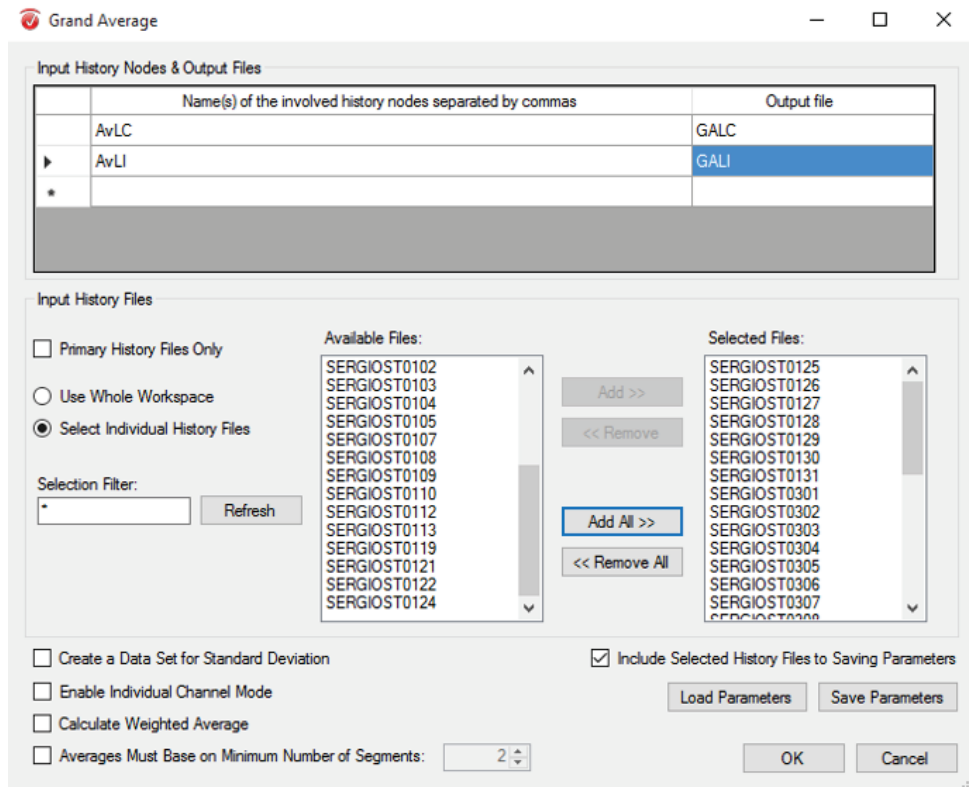


NOTA: Aplicar el historial a los demás participantes va a tardar mucho o poco en función del número de sujetos que hayamos registrado.

12. GRAN PROMEDIO: Cuando se haya acabado el proceso de aplicar el historial a todos los participantes, ya podremos hacer un gran promedio para juntar el promedio del voltaje de cada sujeto en una sola onda para cada condición experimental. Para ello pulsamos en: **Transformations → Segment Analysis Functions → Result Evaluation → Grand Average**

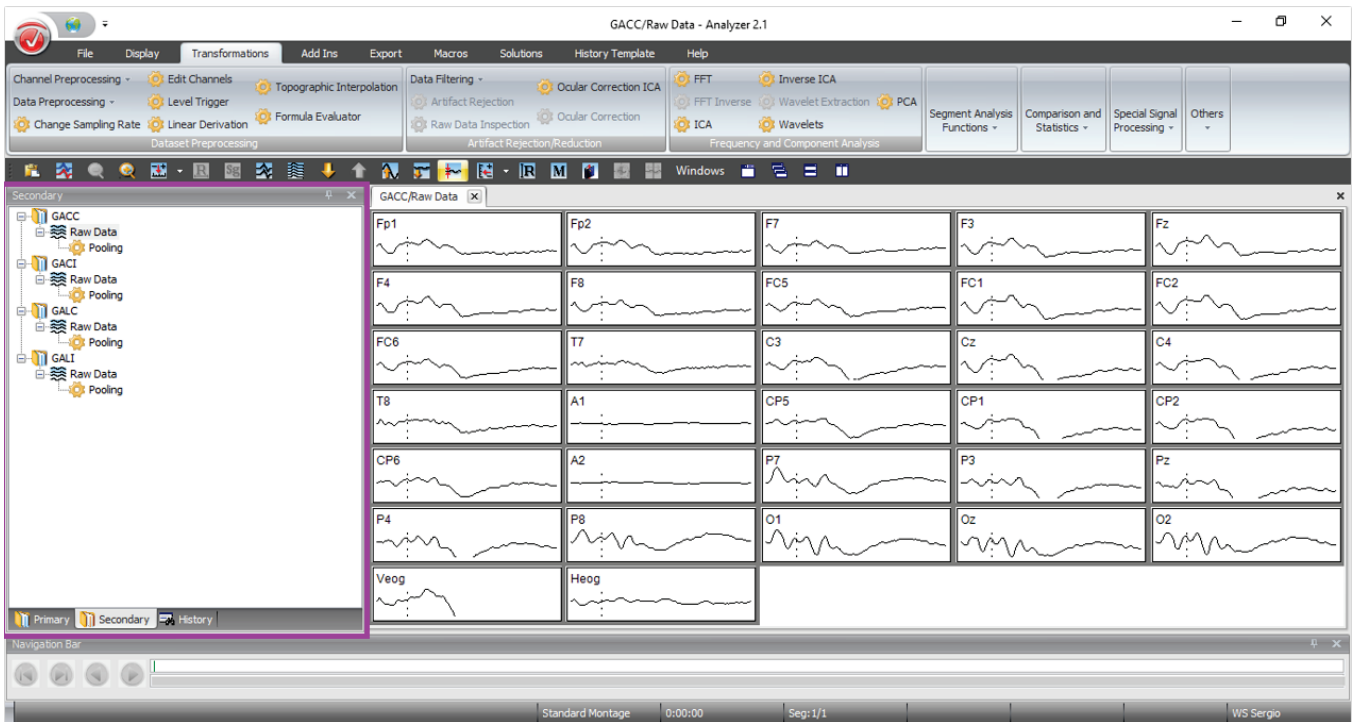


En la ventana secundaria que se abre, tenemos que escribir el nombre que le dimos a los promedios de la segunda segmentación y a su derecha tenemos que renombrarlo para el promedio de sujetos (se pueden poner todos los promedios al mismo tiempo independientemente de que pertenezcan a segmentaciones distintas). Dejamos marcada la opción *Select Individual History Files* y movemos a todos los participantes desde *Available Files* hasta *Selected Files*.



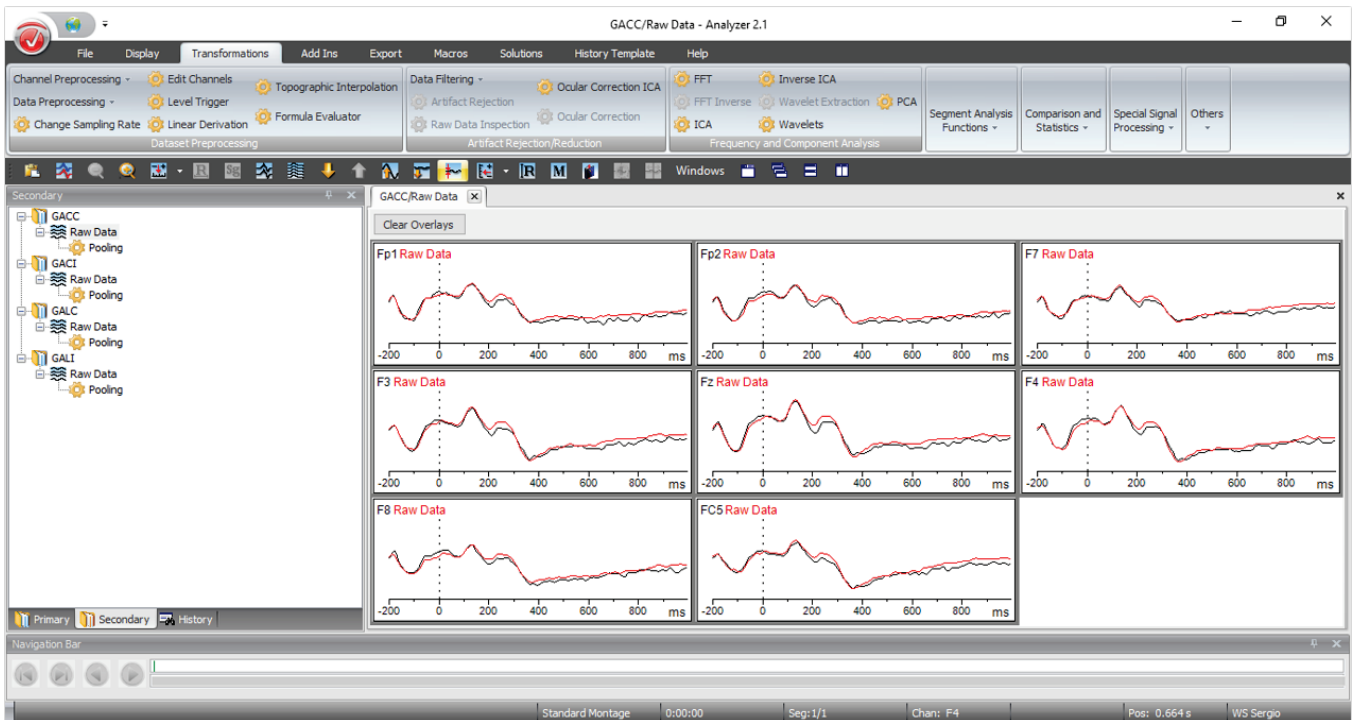
Estos grandes promedios que acabamos de hacer ahora aparecen en el árbol secundario (junto a la pestaña primaria en la que están los registros individuales de cada participante). Debemos tener tantos promedios en esta pestaña como interacciones entre los distintos niveles tengan nuestras variables. En este caso tenemos 4: SOA corto – Congruente; SOA corto - Incongruente; SOA largo – Congruente y SOA largo – Incongruente).

Análisis de Datos EEG



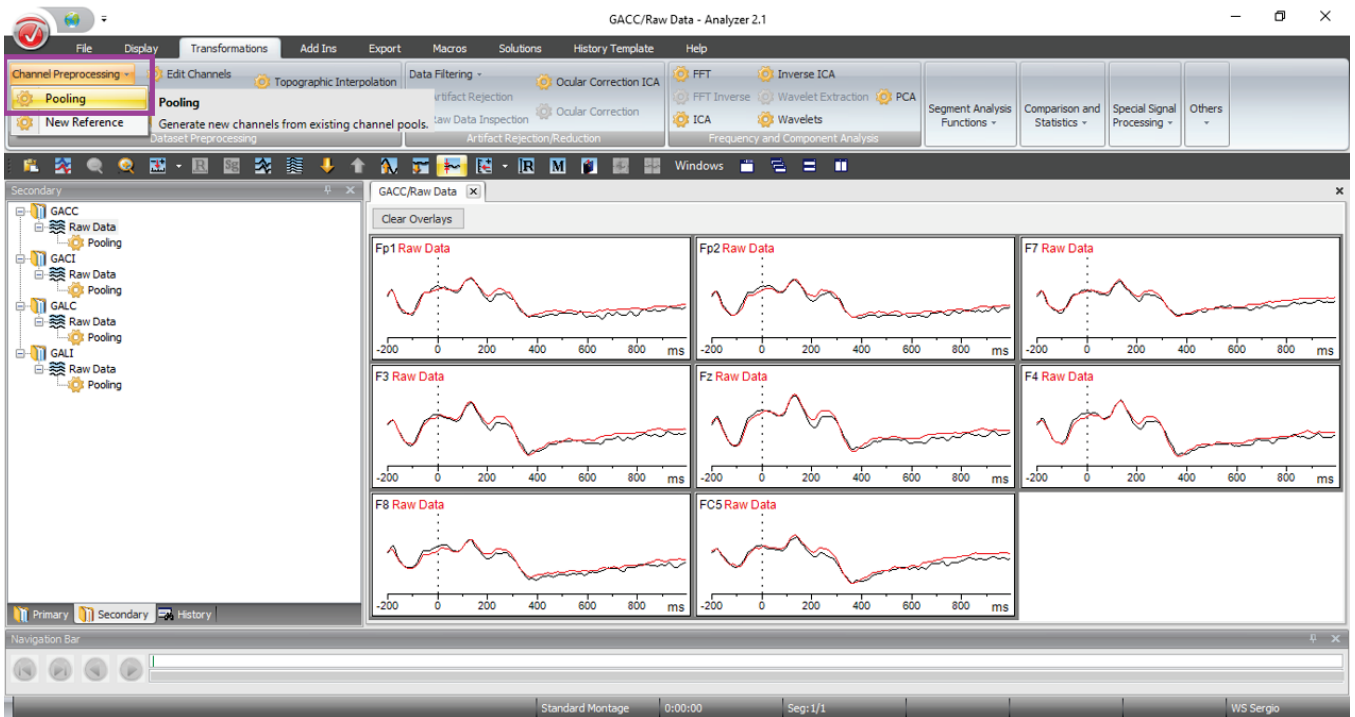
Si pulsamos dos veces en un Raw Data, aparecerá en la interfaz el voltaje promedio de todos los participantes en cada electrodo. Desde aquí podemos hacer una inspección visual, aunque, en lo que a voltaje se refiere, esto no es muy útil si no se comparan varias ondas de diferentes condiciones experimentales. Por esto, el programa nos permite superponer diferentes Raw Datas para comparar el voltaje en distintas situaciones y comprobar previamente en qué electrodos e intervalos temporales existen mayores diferencias. Para hacerlo solamente tenemos que abrir un Raw Data y arrastrar con el ratón un segundo Raw Data hacia la interfaz en la que aparecen el voltaje de cada electrodo. Cuando lo hayáis hecho, esta segunda onda aparecerá en rojo y ya se pueden ver los primeros indicios o pistas de dónde están las mayores diferencias para poder exportar los datos de una forma más específica.

Análisis de Datos EEG

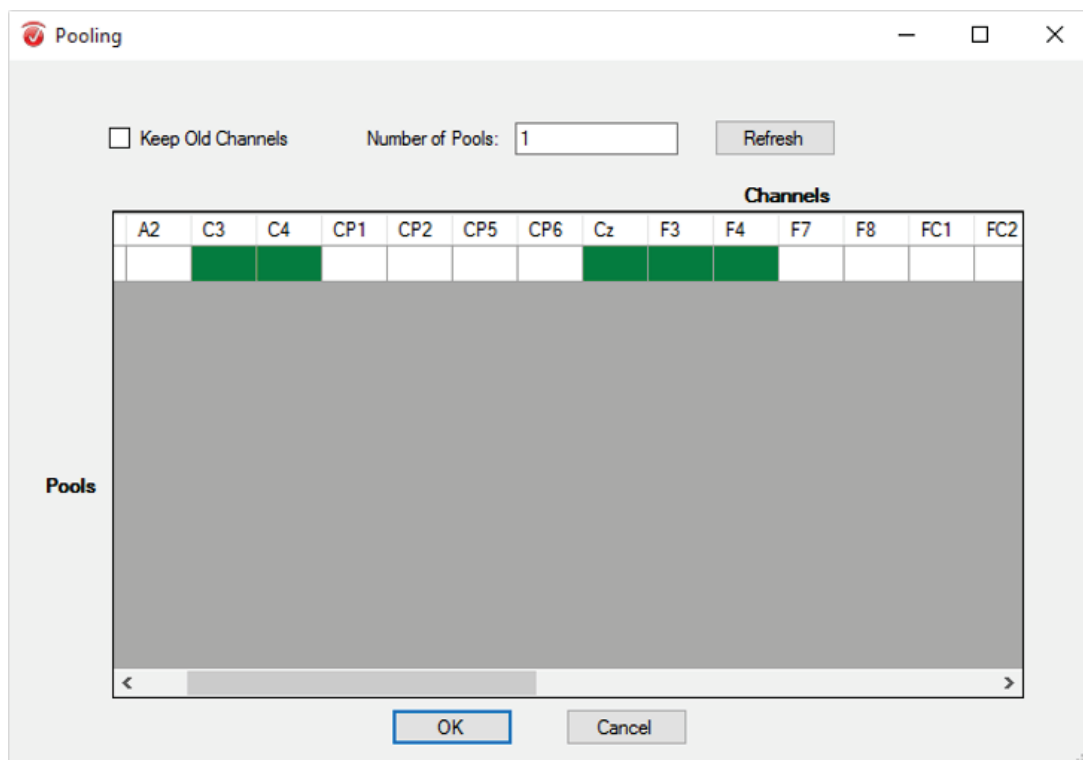


13. **AUNAR GRUPOS DE ELECTRODOS**: Si previamente (por la literatura o investigaciones previas) estáis buscando un componente que se da en una zona o conjunto de electodos en concreto, podéis agrupar esos electodos y comparar directamente su actividad promedio en diferentes condiciones. Para ello vamos a hacer un *Pooling* a través de: **Transformation → Dataset Preprocessing → Channel Preprocessing → New Reference**

Análisis de Datos EEG

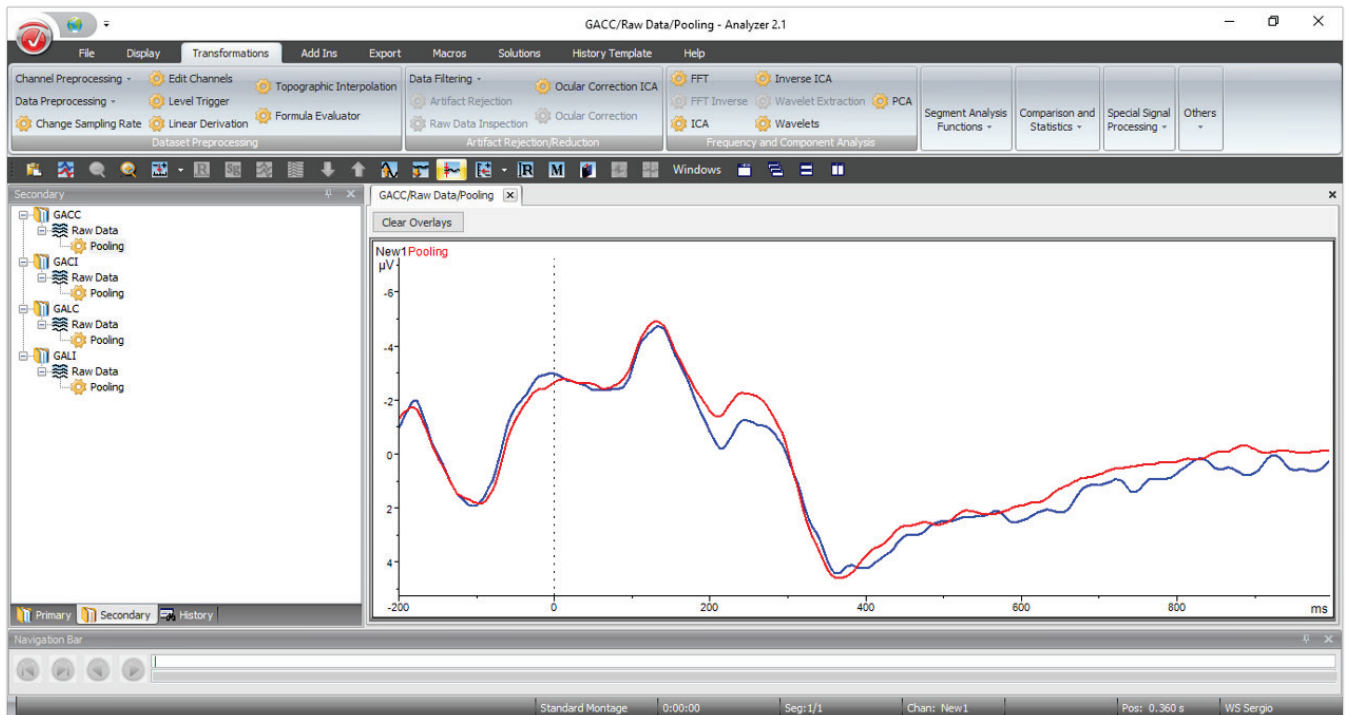
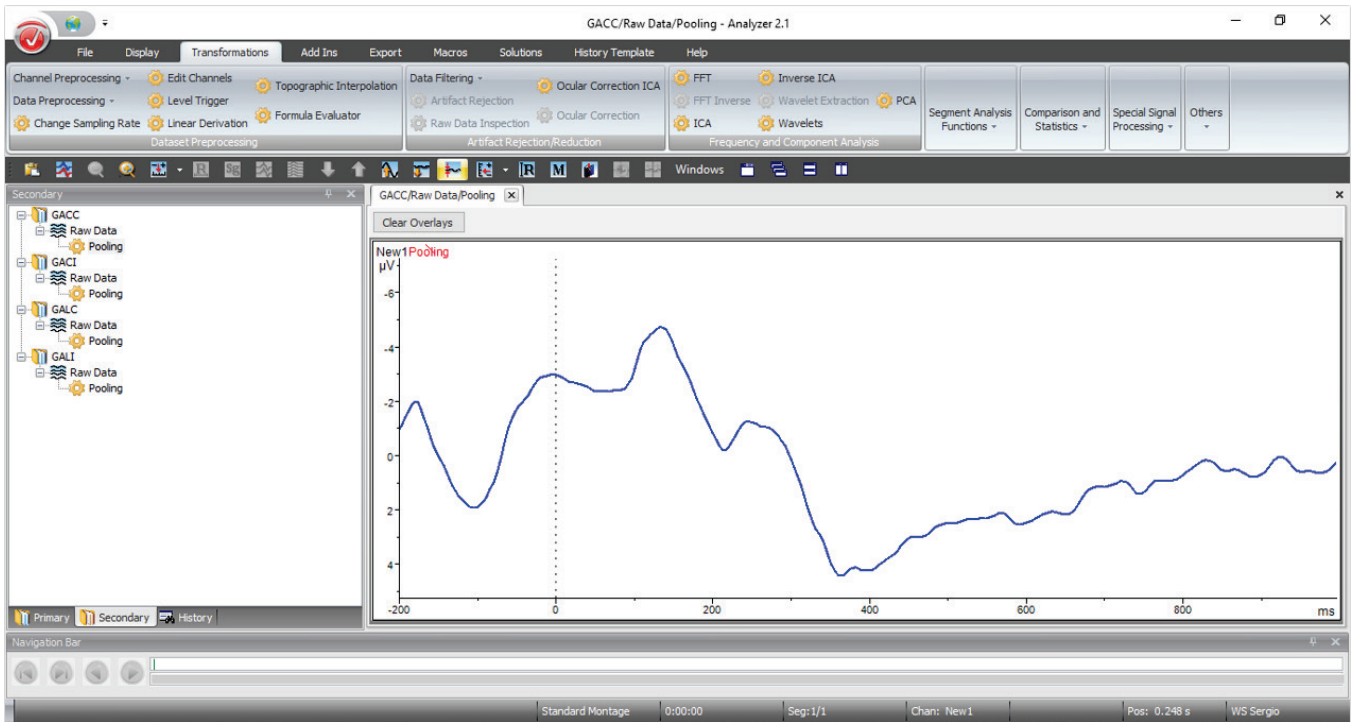


En esta ventana de *Pooling*, primero tenemos que establecer el número de *Pools* que queremos hacer y pulsar en *Refresh*. A continuación, nos saldrán tantas filas como cantidad hayamos escrito en *Pools* y ahí tenemos que marcar los electrodos que queremos unir.



Análisis de Datos EEG

Cuando lo hayamos hecho, podemos arrastrar ese *Pooling* a los demás *Raw Data*. Para comparar Poolings entre sí, podemos hacer lo mismo que con los Raw Data. Pulsamos en uno para abrirlo y arrastramos otro para superponer ondas y ver las diferencias entre condiciones.

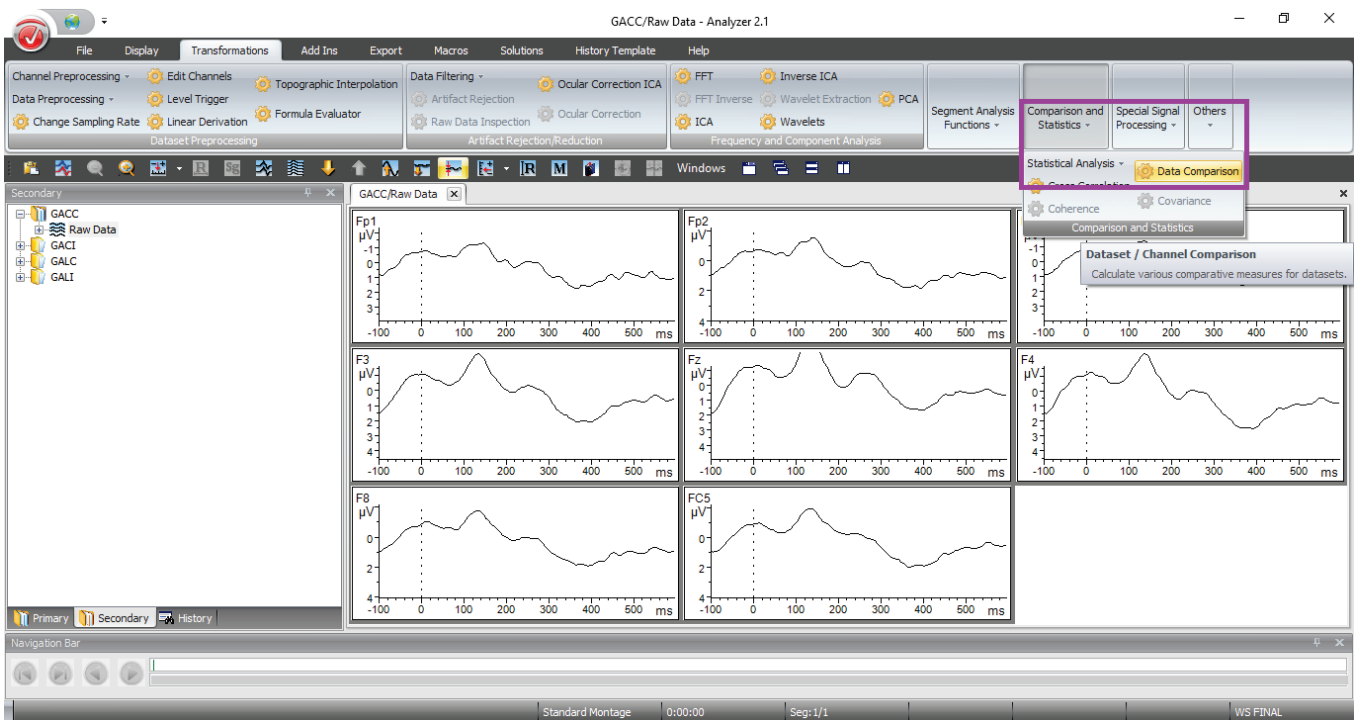


NOTA: Todo lo que hemos hecho hasta ahora se va a guardar en la carpeta HISTORY, tanto el historial de análisis en cada participante como en cada promedio que aparecen en el árbol secundario. Cada uno de ellos tiene dos tipos de archivos en esta carpeta (.EHST2 y .HFINF2)

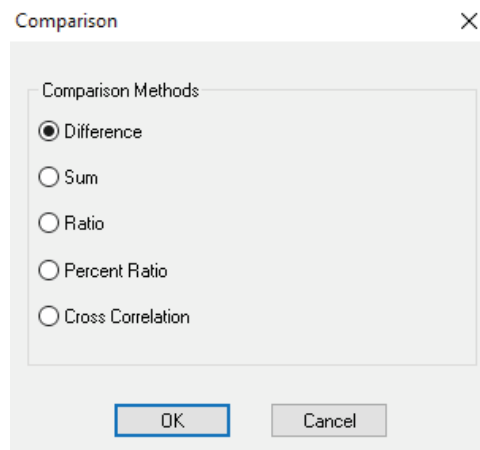
Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
GACC.ehst2	12/02/2020 14:02	Archivo EHST2	40 KB
GACC.hfinf2	12/02/2020 14:02	Archivo HFINF2	1 KB
GACI.ehst2	12/02/2020 14:02	Archivo EHST2	40 KB
GACI.hfinf2	12/02/2020 14:02	Archivo HFINF2	1 KB
GALC.ehst2	12/02/2020 17:47	Archivo EHST2	68 KB
GALC.hfinf2	12/02/2020 17:47	Archivo HFINF2	1 KB
GALI.ehst2	12/02/2020 17:47	Archivo EHST2	53 KB
GALI.hfinf2	12/02/2020 17:47	Archivo HFINF2	1 KB
SERGIOST0101.ehst2	26/02/2020 13:26	Archivo EHST2	18.229 KB
SERGIOST0101.hfinf2	26/02/2020 13:26	Archivo HFINF2	19 KB
SERGIOST0102.ehst2	26/02/2020 13:26	Archivo EHST2	10.742 KB
SERGIOST0102.hfinf2	26/02/2020 13:26	Archivo HFINF2	17 KB
SERGIOST0103.ehst2	26/02/2020 13:24	Archivo EHST2	11.754 KB
SERGIOST0103.hfinf2	26/02/2020 13:24	Archivo HFINF2	17 KB
SERGIOST0105.ehst2	26/02/2020 13:24	Archivo EHST2	10.489 KB
SERGIOST0105.hfinf2	26/02/2020 13:24	Archivo HFINF2	17 KB
SERGIOST0107.ehst2	26/02/2020 13:24	Archivo EHST2	10.926 KB
SERGIOST0107.hfinf2	26/02/2020 13:24	Archivo HFINF2	17 KB
SERGIOST0108.ehst2	26/02/2020 13:24	Archivo EHST2	10.290 KB
SERGIOST0108.hfinf2	26/02/2020 13:24	Archivo HFINF2	17 KB
SERGIOST0109.ehst2	26/02/2020 13:24	Archivo EHST2	11.024 KB
SERGIOST0109.hfinf2	26/02/2020 13:24	Archivo HFINF2	17 KB
SERGIOST0110.ehst2	26/02/2020 13:24	Archivo EHST2	10.186 KB
SERGIOST0110.hfinf2	26/02/2020 13:24	Archivo HFINF2	15 KB
SERGIOST0112.ehst2	26/02/2020 13:24	Archivo EHST2	9.898 KB
SERGIOST0112.hfinf2	26/02/2020 13:24	Archivo HFINF2	15 KB
SERGIOST0113.ehst2	26/02/2020 13:24	Archivo EHST2	9.583 KB
SERGIOST0113.hfinf2	26/02/2020 13:24	Archivo HFINF2	15 KB

14. **MAPAS DE VOLTAJE:** Si os habéis fijado en artículos con datos electrofisiológicos, suelen utilizar una gráfica en la que se puede ver un mapa de voltaje sobre figuras con forma de cabeza vistas desde arriba. Estas imágenes pueden colocarse en secuencia con distintos intervalos temporales y son muy ilustrativas de lo que sucede en el cerebro. Si queréis usar este tipo de imágenes, estos son los pasos que debéis realizar. Abrid en la interfaz un Raw Data de la carpeta secundaria (gran promedio) y cuando lo hagáis debéis acceder a: **Transformations → Comparison and Statistics → Data Comparison.**

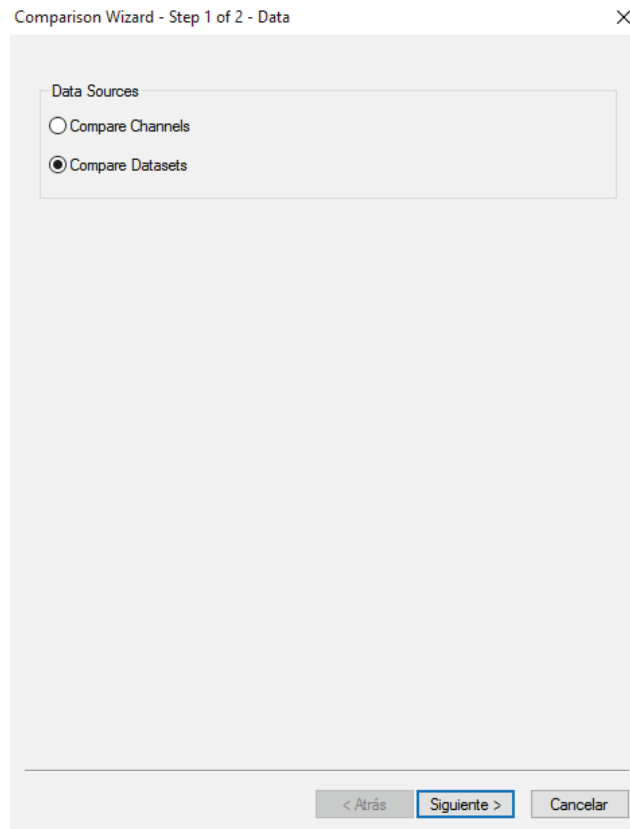
Análisis de Datos EEG



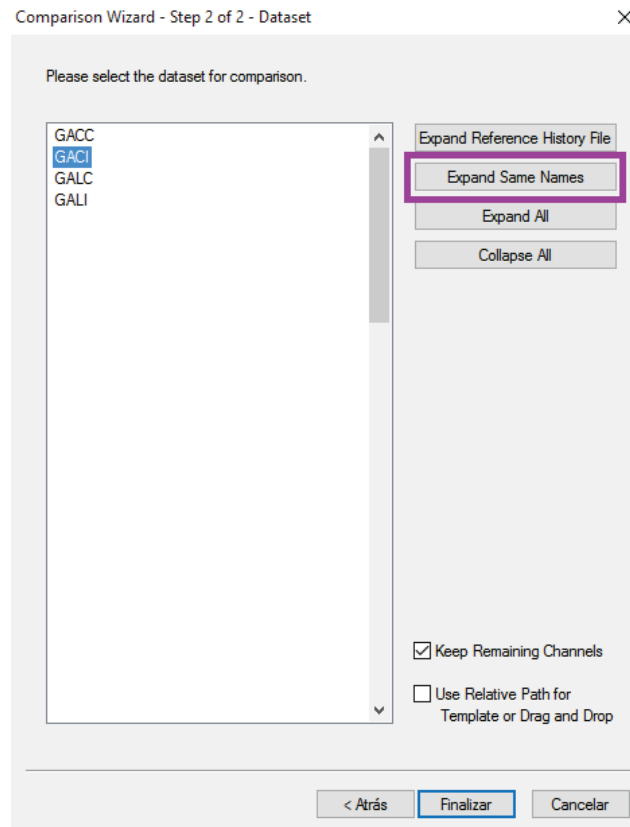
En la ventana secundaria que se abre al pulsar en la comparación, primero os preguntará el método por el que queréis comparar ambas condiciones. Lo usual es elegir la **diferencia**, pero hay más opciones.



Y en la siguiente ventana marcáis *Compare Datasets* para emparejar el voltaje de cada electrodo en las dos condiciones.

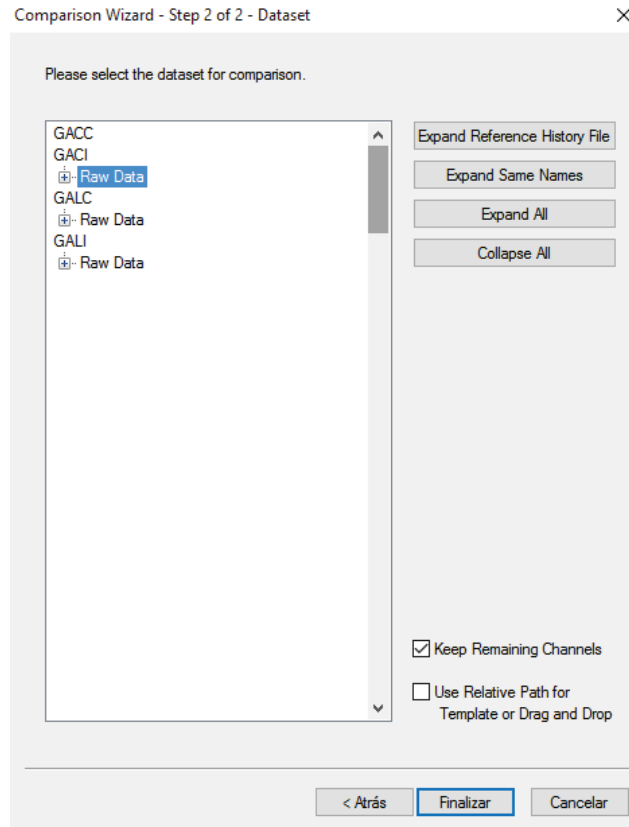


En el paso 2 aparecerán los grandes promedios que habéis realizado, además del que habéis seleccionado para comparar. Para hacerlo tenemos que comparar un Raw Data con otro Raw Data, así que, si os aparece como veis en la siguiente imagen, tenéis que pulsar en *Expand Same Names* para que os aparezcan los demás Raw data de cada gran promedio.

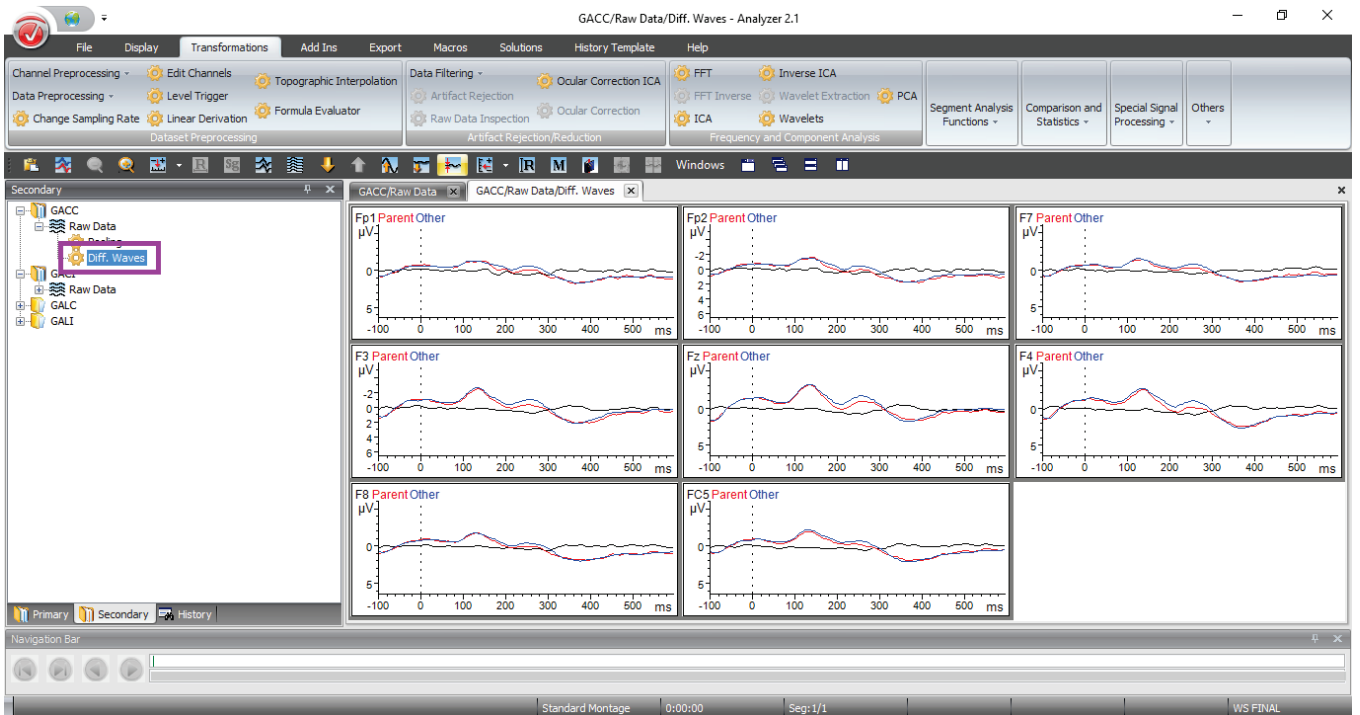


Cuando lo hagáis, os aparecerán los Raw Data de todos los grandes promedios excepto el que queréis comparar, y debéis elegir el Raw Data de la condición que queráis enfrentar a la seleccionada antes de acceder a las comparaciones.

Análisis de Datos EEG

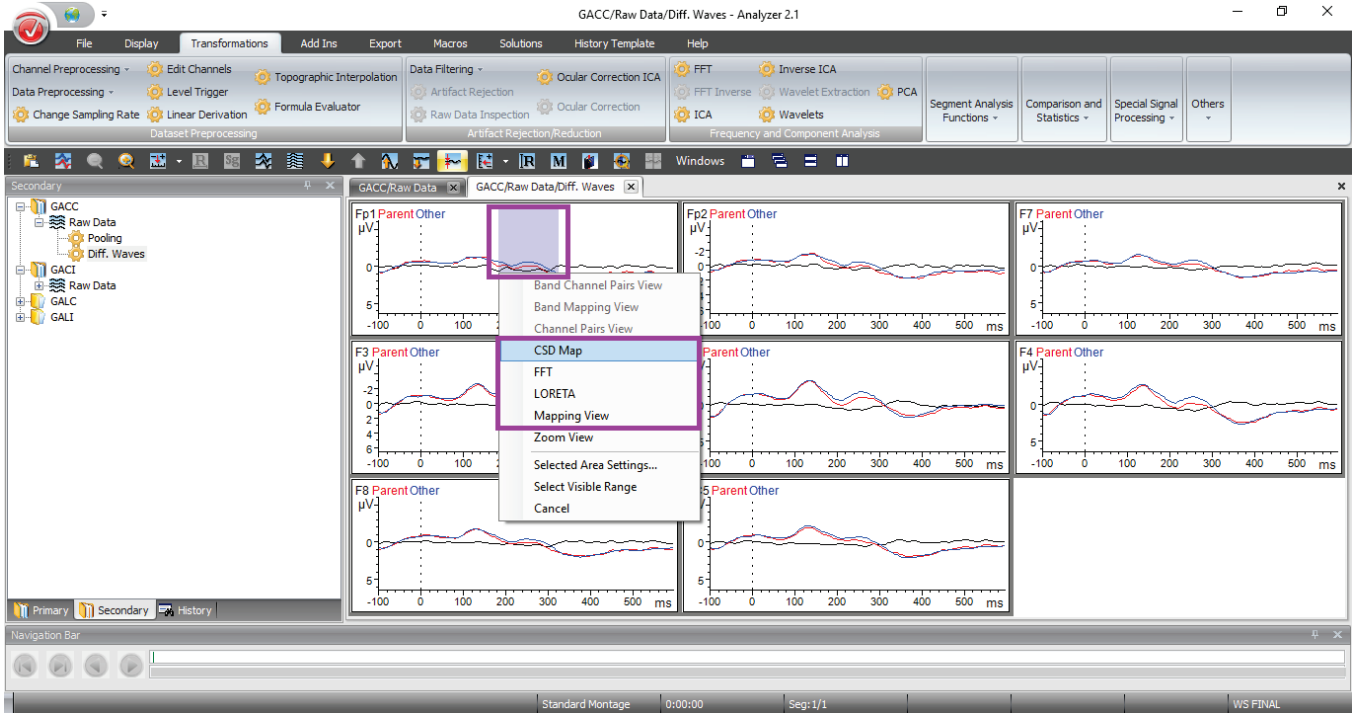


Cuando Finalicéis el proceso, aparecerá un nuevo análisis en el historial de este Raw Data (*Diff. Waves*) que muestra el voltaje de la condición inicial (onda roja), la seleccionada que queréis comparar (onda azul) y la diferencia de voltaje entre ambas (onda negra).



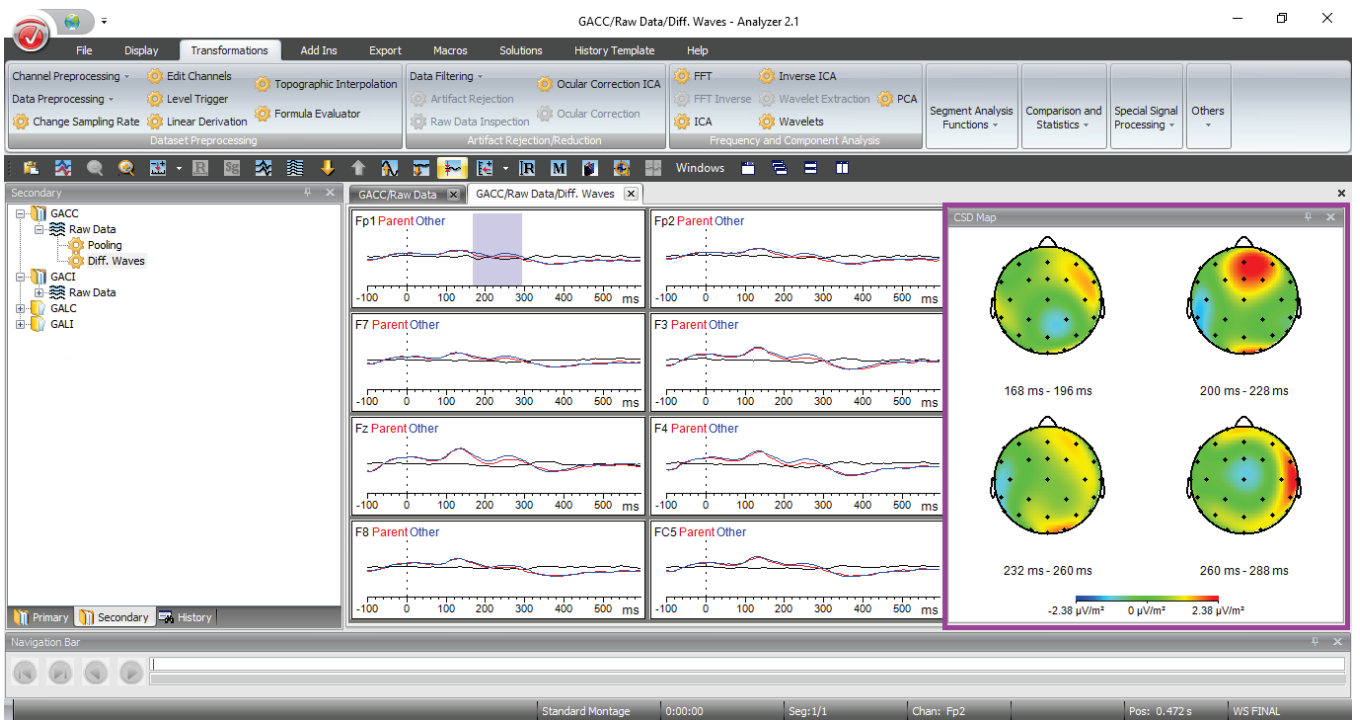
Análisis de Datos EEG

Hecho esto, situaos con el ratón sobre la onda de cualquier electrodo y seleccionad un intervalo cualquier (no tenéis que ser precisos porque este intervalo se puede modificar) y al dejar de pulsar el botón izquierdo del ratón os aparecerá un menú como el que podéis ver en la siguiente imagen. Hay varios métodos para generar gráficas de voltaje que podéis explorar, pero en este caso vamos a elegir *CSD Map*.

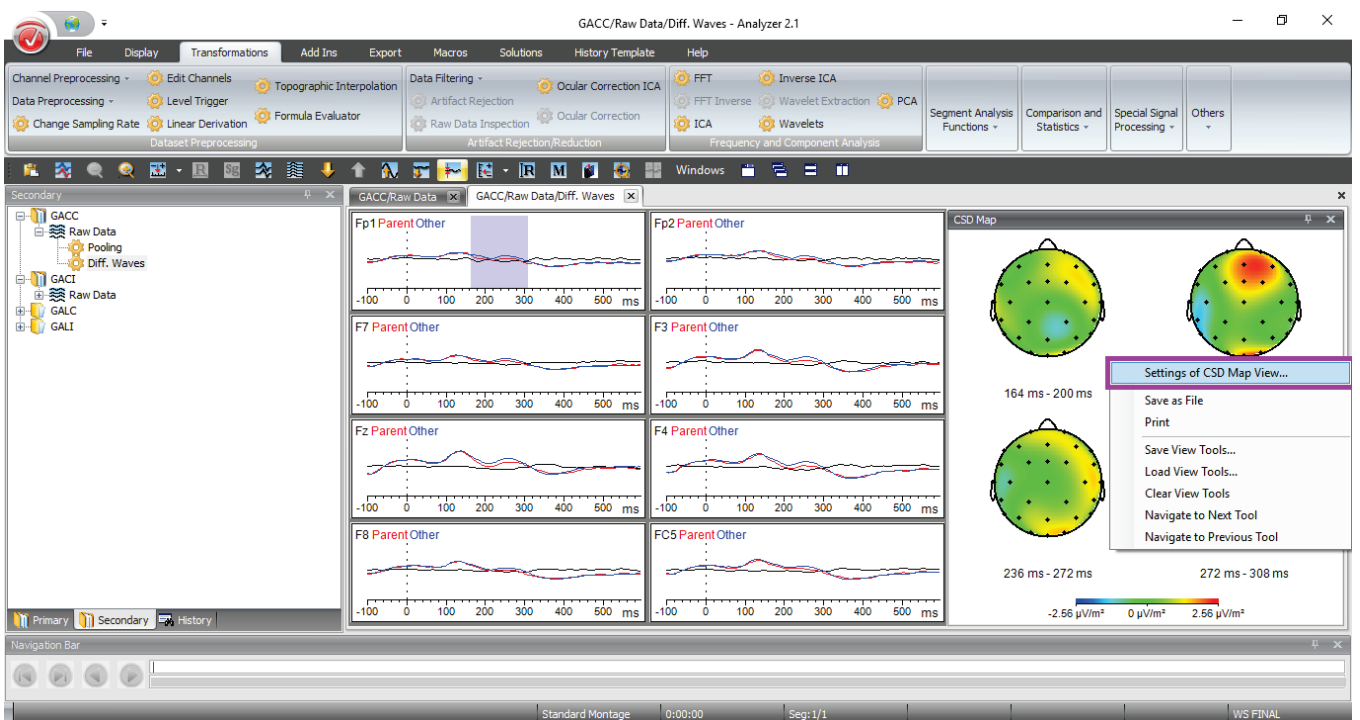


En la parte derecha de la interfaz os aparecerán los mapas de voltaje en distintos rangos de ese intervalo que habéis seleccionado y la diferencia de voltaje según los electrodos y el área cerebral.

Análisis de Datos EEG

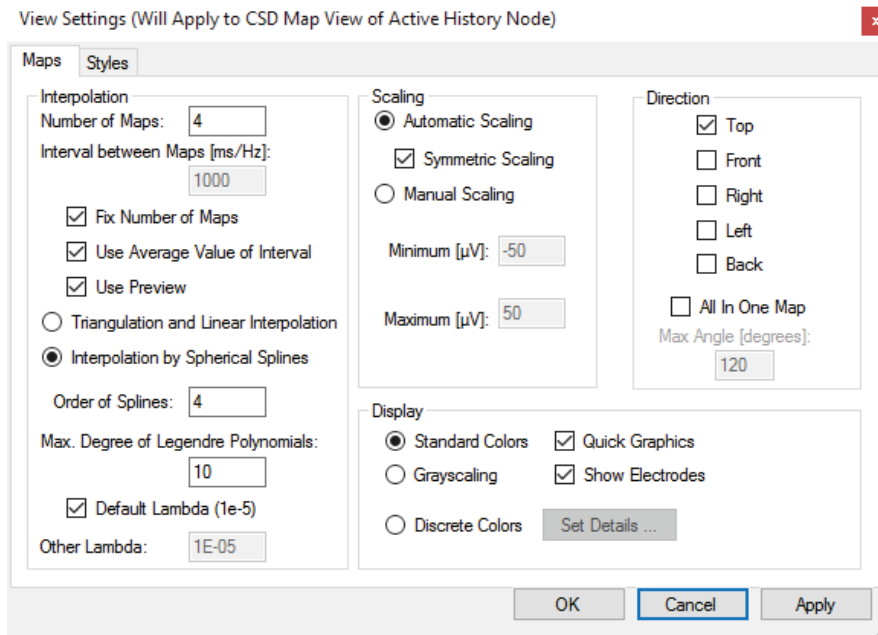


Si situáis vuestro ratón sobre la imagen y pulsáis el botón derecho, podéis cambiar la configuración de la imagen en *Settings of CSD Map View...*



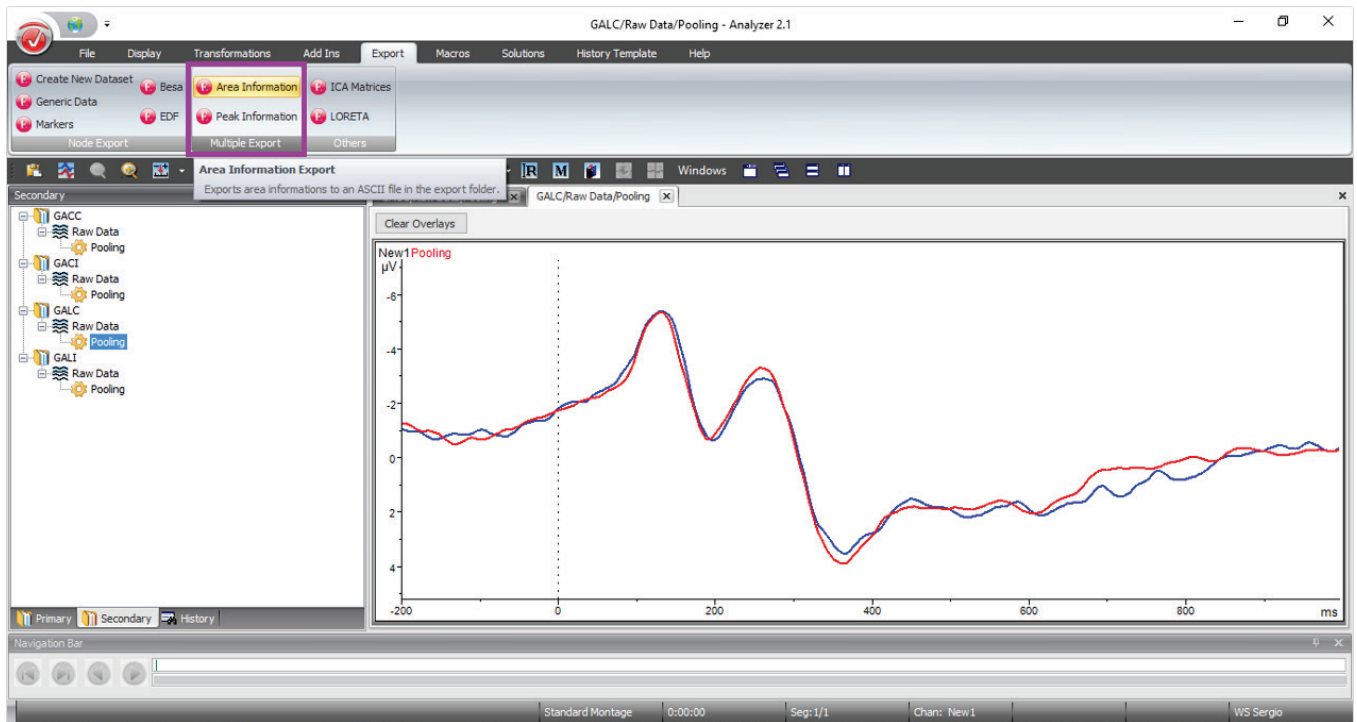
NOTA: Si pulsáis al rango seleccionar con el botón derecho también podéis modificar el comienzo y el final de este.

Y este menú podéis cambiar todo lo que os parezca: número de cabezas, rangos de los intervalos, escala de voltaje, etc.



Cuando hayáis hecho los cambios necesarios, podéis exportar esta imagen a vuestro ordenador en formato .PNG o .JPG (entre otros). Estas imágenes podéis encontrarlas en la carpeta EXPORT que creasteis inicialmente.

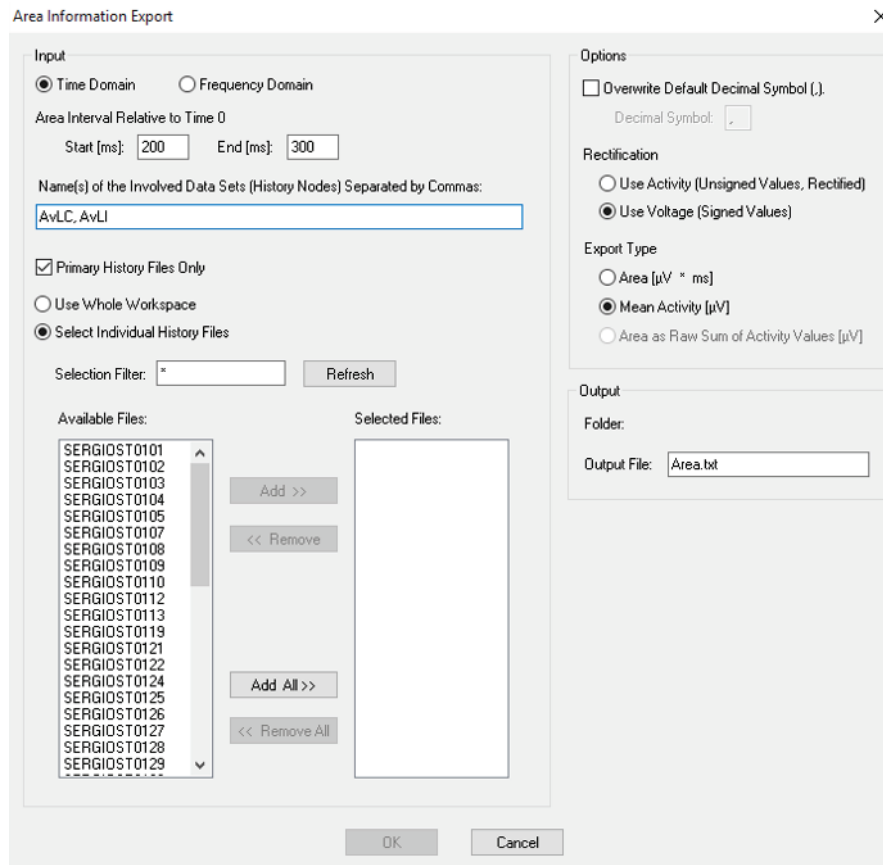
15. **EXPORTACIÓN:** Aunque esta inspección visual dé muchos indicios y luego se use esta gráfica para explicar las diferencias, necesitamos transformar esta representación en datos. Para ello, vamos a exportar áreas para transformar esa imagen en números: **Export → Multiple Export → Area Information [Desde aquí también se pueden exportar información de picos que identificamos previamente].**



Para exportar el área desde esta ventana secundaria, en la parte de Inputs tenemos que marcar la opción Time Domain, seleccionar el intervalo de tiempo que queremos exportar, escribir los nombres de los promedios finales que hicimos en cada sujeto separados por comas (de ahí que se renombre de forma más breve e informativa), marcar *Primary History Files Only* y *Select Individual History Files* y mover a los participantes hacia la parte de *Selected Files*.

En Options, se dejan marcadas las opciones Use Voltage (Signed Values) y Mean Activity (μV).

En Outputs debemos darle un nombre al archivo .TXT que se va a generar. Todo lo que exportemos del programa va a colocarse en la carpeta EXPORT que creamos al principio.



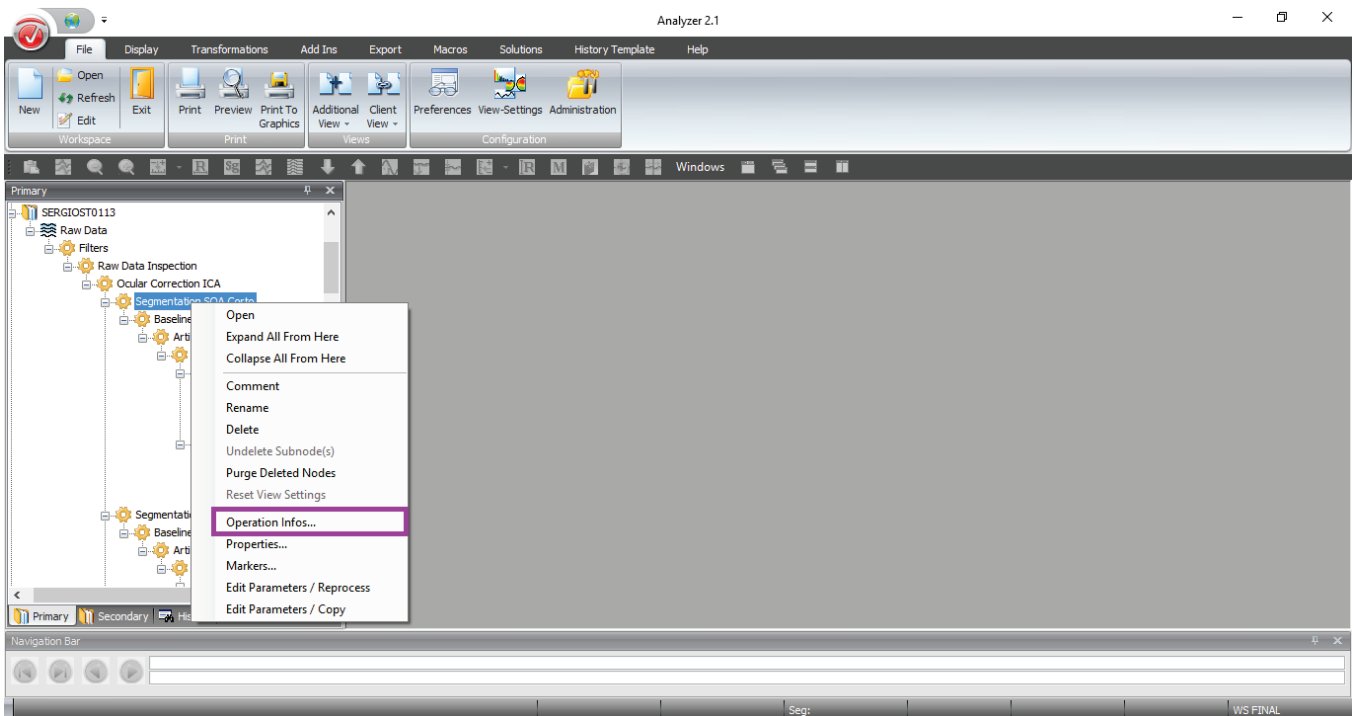
16. **EXCEL:** Para abrir este archivo de texto a Excel, tenemos que abrir un Excel en blanco y seguir los siguientes pasos: **Archivo → Abrir → Examinar → Buscamos nuestra carpeta Export → Cambiar en la parte de abajo la opción ‘Todos los archivos de Excel’ por ‘Todos los archivos’ → Seleccionar el archivo de texto y abrirlo.** Lo que veréis será algo parecido a lo que se muestra en la siguiente imagen. Cada fila corresponde a un participante, y cada columna hace referencia al voltaje promedio del intervalo que hemos escogido en cada electrodo y en todas las condiciones experimentales. Por esto, cada electrodo va a tener, en este caso en concreto, cuatro columnas. Desde aquí se pueden pasar los datos a SPSS para hacer cálculos estadísticos.

Análisis de Datos EEG

File	Fp1-AvCC	Fp1-AvCI	Fp1-AvLC	Fp1-AvLI	Fp2-AvCC	Fp2-AvCI	Fp2-AvLC	Fp2-AvLI	F7-AvCC	F7-AvCI	F7-AvLC	F7-AvLI	F3-AvCC	F3-AvCI	F3-AvLC	F3-AvLI	Fz-AvCC	Fz-AvCI	Fz-AvLC	Fz-AvLI	
2																					
3	SERGIOST0101	-0.965759	-0.707931	0.018954	-0.454276	-0.537317	-0.356291	0.123232	-0.481429	-0.658867	-0.642376	-0.103986	-0.235883	-0.599886	-0.634867	0.030575	-0.506378	-0.343012	-0.303016	0.376947	-0.51852
4	SERGIOST0102	2.631453	2.356693	-0.185759	0.129927	2.34048	2.290475	-0.053242	0.245619	2.520068	2.091021	0.061292	0.1597	3.576726	3.383281	-0.203308	0.232494	4.299925	3.899958	-0.05446	0.346328
5	SERGIOST0103	-0.331667	-0.772517	-0.043825	-0.292961	-0.376614	-0.407908	0.476438	-0.188546	-0.203549	0.044869	-0.353002	0.116816	-0.388427	0.152029	-0.147248	0.229486	-0.741665	0.166746	-0.093934	
6	SERGIOST0105	0.003966	0.625133	0.514762	0.671243	0.039858	0.622153	0.631608	0.744759	-0.077575	0.507943	0.502948	0.519209	-0.464627	0.563901	0.433994	0.651804	-0.571657	0.374207	0.507567	0.602722
7	SERGIOST0107	0.499965	0.511612	0.127795	0.162074	0.39266	0.420511	0.419167	0.314706	0.708653	0.69338	0.099525	0.35485	0.913204	0.657213	0.143324	0.311187	0.702802	0.571396	0.262394	0.280636
8	SERGIOST0108	-0.116664	-0.374277	-0.155664	0.071957	-0.144995	-0.3148	-0.179555	-0.040238	0.138675	-0.203252	-0.115772	0.246051	-0.103591	-0.088905	0.017891	0.072799	-0.222062	-0.236498	0.063284	-0.049515
9	SERGIOST0109	0.947803	0.671643	-0.266991	0.00091	1.143833	0.878625	-0.290701	-0.073894	0.919271	0.629956	-0.078378	0.025767	2.309259	1.742684	0.061823	0.114161	3.019582	2.256546	0.017451	0.126575
10	SERGIOST0110	1.686118	1.163662	-0.033937	0.020222	1.262444	1.059845	-0.097315	0.068969	1.28086	1.12146	0.13138	0.063727	1.718277	1.345228	-0.05811	0.036806	1.762462	1.142035	-0.028312	0.217829
11	SERGIOST0112	-0.001857	0.202995	-0.025302	0.27491	-0.079415	0.247365	-0.103234	0.306595	-0.433631	0.056314	-0.120648	0.260623	0.000371	0.262447	-0.159605	0.200635	-0.014935	0.037101	-0.165057	0.281245
12	SERGIOST0113	0.076865	-0.108196	-0.081337	0.162272	0.185773	0.218845	-0.024475	-0.08172	0.489439	0.08354	0.365608	0.17031	0.555205	0.168279	0.065316	0.228016	0.704754	0.293559	0.100217	0.239303
13	SERGIOST0119	2.07662	1.985286	-0.186962	-0.420515	2.091497	1.433183	-0.167012	-0.247447	1.470489	1.557123	-0.130722	-0.182158	2.50836	2.393198	-0.190989	-0.195064	3.04771	2.655044	0.409327	-0.267255
14	SERGIOST0121	0.385997	0.554728	0.041461	0.316015	0.507956	0.623039	0.180074	0.298511	0.138615	0.161457	0.080749	0.155791	1.111312	0.76471	-0.065922	0.325087	1.26603	1.120484	-0.143196	0.415751
15	SERGIOST0122	2.31467	2.226569	-0.104541	0.398722	2.074986	2.086314	0.054687	0.409447	1.91356	1.928562	0.120648	0.482838	2.193769	2.12694	-0.085443	0.467369	2.75147	2.837347	0.017316	0.588705
16	SERGIOST0125	0.715405	1.047474	0.502414	0.217395	0.460177	0.641288	0.740666	0.255901	1.112154	1.395365	0.376922	0.306333	3.850149	1.734062	0.054632	0.281123	1.351515	1.549986	0.015882	0.168727
17	SERGIOST0126	1.489238	1.505594	0.405858	0.408559	1.918298	1.796264	0.369553	0.411175	1.089037	1.24298	0.251848	0.274819	1.850254	1.921588	0.237959	0.281122	1.193753	2.27728	0.370768	0.41506
18	SERGIOST0127	0.290627	0.293068	-0.25097	-0.207868	0.399953	0.674474	-0.090184	-0.349433	0.220405	0.152303	-0.396406	-0.102543	0.351214	0.390143	-0.041175	0.006371	0.18415	0.426756	-0.176897	-0.262191
19	SERGIOST0128	-0.126164	-0.035337	0.245033	0.092847	0.142641	0.157053	0.116195	0.08519	-0.231366	-0.232772	0.158615	0.135371	0.772725	0.329328	0.21577	0.120048	1.603492	0.52403	0.049831	0.140814
20	SERGIOST0129	0.416425	0.401117	0.589236	0.176341	0.485293	0.517009	0.337241	0.197004	0.228427	0.373428	0.527987	0.211273	-0.138364	-0.183856	0.666464	0.116913	0.022326	-0.036977	0.58787	0.111347
21	SERGIOST0131	0.894555	0.654808	-0.096888	0.032927	0.855736	0.715136	-0.028738	0.094798	1.030707	0.478053	0.022187	0.005019	1.096941	0.831051	0.192222	0.084197	1.426073	1.200492	-0.062957	-0.012084
22	SERGIOST0301	1.013929	0.574469	0.679711	0.291155	1.360443	0.565348	0.449672	0.522281	0.689881	0.662244	0.808117	1.021215	1.400254	1.683192	1.450159	0.42213	1.087505	2.278231	1.61833	0.740163
23	SERGIOST0302	0.031604	-0.25565	-0.428933	0.505408	0.009313	-0.260903	-0.424389	0.471492	-0.045796	0.0431	-0.301454	0.319057	0.410812	0.162485	-0.209809	0.383554	0.588524	0.115106	-0.12747	0.486713
24	SERGIOST0303	1.194629	0.467915	-0.538655	0.217412	1.231305	0.492719	-0.308255	0.236389	1.041366	0.602461	-0.35558	0.127692	1.474485	0.682388	-0.501203	0.083901	1.562667	0.856324	-0.475469	0.034164
25	SERGIOST0304	-0.327099	-0.143863	0.350709	0.084423	0.397369	0.420874	0.120952	0.072986	-0.178661	-0.122775	0.07037	0.00163	-0.258738	-0.075179	0.317825	0.196642	-0.286834	-0.21335	0.421866	0.196325
26	SERGIOST0305	0.694262	0.034371	-0.063778	0.232399	0.607816	-0.30482	0.341081	0.23585	-0.014584	0.080183	-0.452876	0.047402	1.813339	0.463585	-0.31978	0.109279	1.848554	0.727212	-0.26227	-0.023404
27	SERGIOST0306	-0.078414	-0.238276	0.014557	-0.017881	-0.442894	-0.323238	-0.237956	-0.067059	-0.320056	-0.029177	0.154729	-0.119406	0.187252	-0.01769	0.049572	-0.191271	0.196513	-0.139351	-0.044351	-0.136332
28	SERGIOST0307	0.603261	0.820232	0.103725	0.042837	0.505795	0.815659	0.052611	0.106586	0.541726	0.338784	0.253148	0.253053	0.958227	0.809886	0.068287	0.096649	0.82582	1.382741	0.130051	0.069702
29	SERGIOST0308	-0.511599	-0.845906	0.754813	0.814485	-0.39092	-0.675109	0.505257	0.355947	-0.261127	-0.654256	0.300036	0.787345	0.548452	0.359511	1.119673	0.596751	0.603205	0.84039	1.189676	0.189676
30	SERGIOST0309	0.986461	0.065908	-0.754484	-0.230566	1.092492	0.284989	-0.748256	-0.256172	1.12875	0.286144	-0.614002	0.036429	1.577408	0.934652	-0.49913	0.194813	0.376372	0.105212	-0.379664	0.96012
31	SERGIOST0310	-0.077603	-0.181701	0.030965	0.141043	0.245527	0.098666	0.072243	0.195302	0.086632	0.166677	0.167313	0.211285	0.153142	0.340893	-0.138748	-0.085312	-0.232667	-0.003076	-0.059065	-0.297002
32	SERGIOST0311	0.141604	0.544742	-0.092589	0.148445	0.069066	0.450911	-0.247578	0.184844	0.178965	0.370877	0.127726	0.194924	0.69063	0.192293	-0.082341	0.271313	0.554592	1.109981	-0.194088	0.231732
33	SERGIOST0312	-0.279908	-0.619027	-0.101492	-0.503958	-0.462478	-0.859937	0.42535	-0.639151	-0.820889	-0.056957	-0.352253	-0.207452	-0.101978	-0.522722	0.206516	-0.010663	0.463595	0.522462	-0.247568	0.228985
34	SERGIOST0313	0.407703	0.150995	0.08601	-0.038455	0.352766	0.097463	0.105205	-0.022606	0.800921	0.187477	-0.113922	-0.058289	0.813499	0.638287	0.194679	0.045491	0.794827	0.801291	0.314768	0.166432
35	SERGIOST0314	0.309521	0.666561	0.190554	-0.055224	0.350178	0.743981	0.000889	-0.047916	-0.18522	0.216966	-0.216887	0.114527	-0.271104	0.092991	-0.210714	0.121661	-0.099133	0.238024	-0.213172	0.046683
36	SERGIOST0315	-0.257689	0.076128	0.179751	0.282881	0.212474	0.166405	0.036457	0.13585	0.032293	-0.163942	0.24337	-0.00179	0.111134	0.037857	0.009395	0.04293	0.497255	0.50688	-0.020448	0.05783
37	SERGIOST0316	0.229596	-0.325147	0.09628	0.437312	0.107716	-0.285049	0.141613	0.395432	0.719362	0.501651	0.067722	0.421805	0.107504	0.579604	0.058918	0.398204	0.403936	0.643163	-0.03761	0.22053
38	SERGIOST0319	-0.050549	-0.155555	0.146994	-0.272605	0.189348	0.042622	0.333127	-0.291769	-0.442739	-0.172479	-0.348854	-0.03672	0.743314	0.534864	-0.080285	-0.089543	0.042066	0.614255	-0.038167	-0.150259
39	SERGIOST0320	0.893471	0.976732	0.36442	0.386618	0.880075	1.108417	0.297339	0.376068	1.079321	1.014807	0.606391	0.5839	0.86354	1.281519	0.366232	0.355945	0.710052	1.439657	0.41437	0.46832
40	SERGIOST0321	0.32224	0.601218	0.871264	0.618917	-0.463792	-0.828303	0.425638	0.031421	-0.216737	-0.052288	-0.20821	0.019101	0.245123	-0.40823	-0.095649	-0.416013	0.694566	0.657625	-0.110868	-0.097635
41	SERGIOST0322	-0.046744	0.525041	-0.02698	-0.097039	-0.493037	0.299975	-0.069206	-0.26001	0.042446	0.571862	0.310253	0.16868	0.174546	0.548572	-0.194525	0.048249	0.193183	0.690689	0.219709	0.080047
42	SERGIO																				

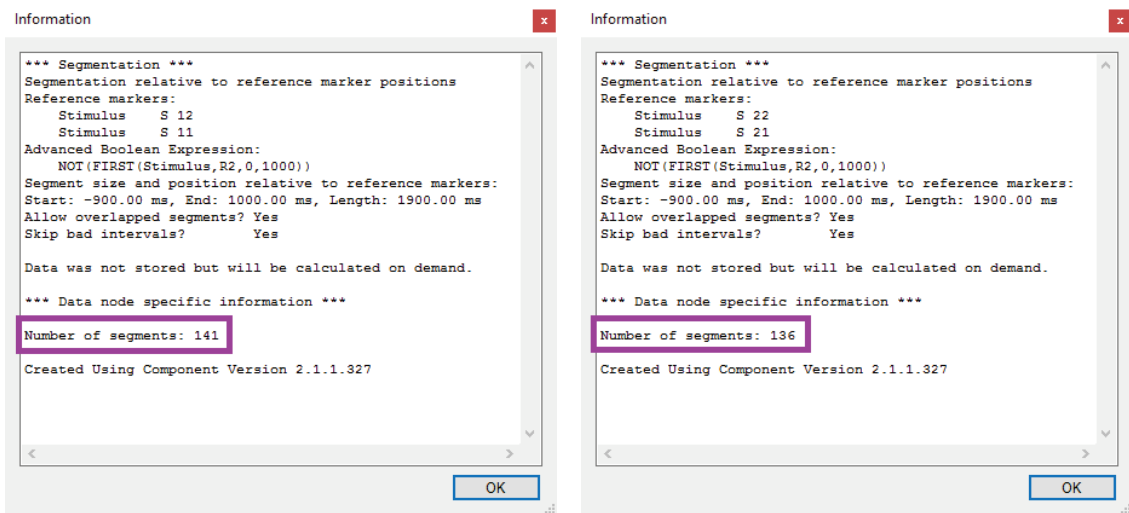
que uno o varios electrodos se repolarizan es que su registro haya sido defectuoso o en muestre un ruido adicional que impide que los datos de los demás electrodos sean procesados para analizar los segmentos correspondientes a cada ensayo. Cuando repolarizamos un electrodo lo que realmente hacemos es volver a calcular el voltaje que podría haber registrado en base a la actividad que han registrado los electrodos que tiene a su alrededor, de manera que es un voltaje ficticio (fruto del promedio de otros electrodos cercanos) pero que no tiene ruido ni artefactos que puedan influir en los análisis posteriores.

- A) Para saber qué electrodo o electrodos están registrando la actividad electrofisiológica con mucho ruido adicional tenemos dos métodos que se complementan entre sí, pero es necesario realizar los pasos anteriores, al menos hasta la primera segmentación.
- Método 1: En la primera segmentación que hagamos, colocamos el ratón sobre ella y pulsamos el botón derecho del mismo. Se habría un menú con numerosas opciones y tenemos que seleccionar *Operation Infos...*

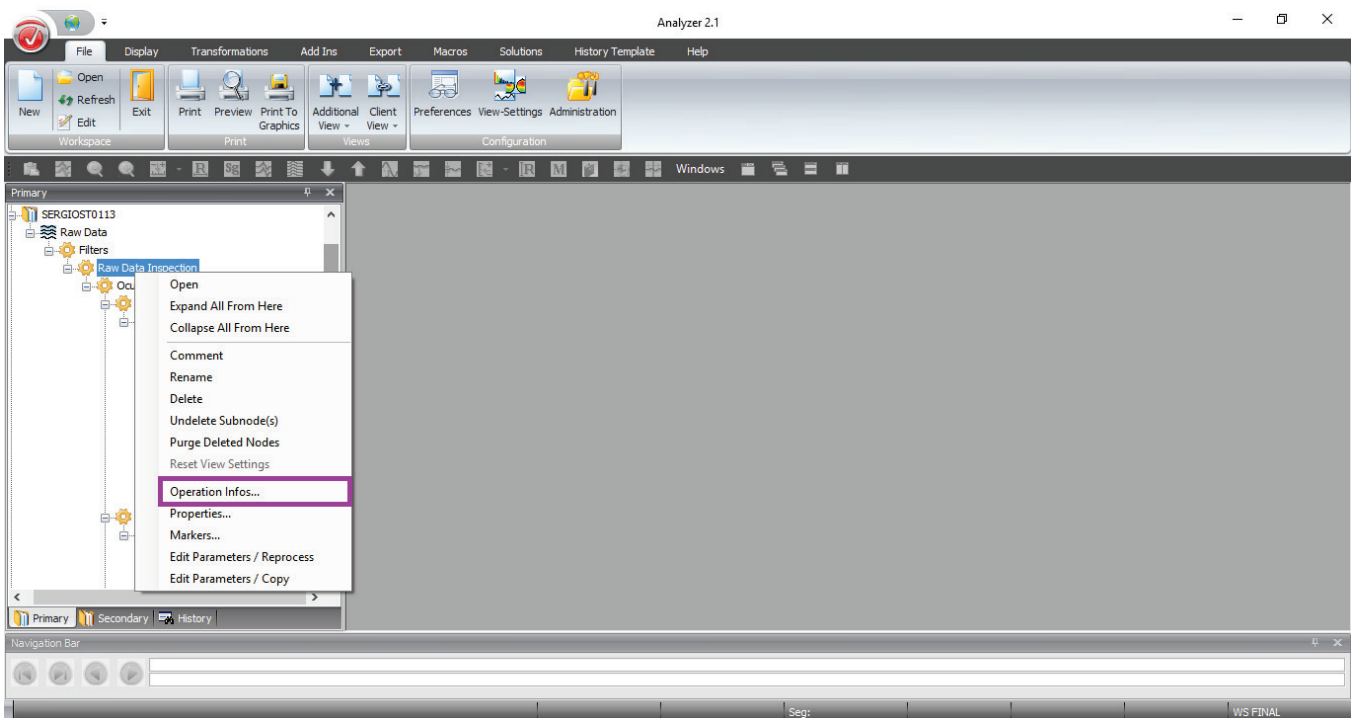


Se abrirá una ventana auxiliar que nos resume todo lo que hemos marcado y rellenado en el análisis. En la parte de abajo podemos ver que aparecen el número de segmentos que se han generado. Lo recomendable es que el número de segmentos que aparecen ahí sean, como mínimo, la mitad del total. En este caso, el número total de ensayos en cada SOA era 144 (sumando ensayos congruentes e incongruentes) por lo que, como se puede apreciar, apenas se han perdido ensayos. Los ensayos correspondientes a

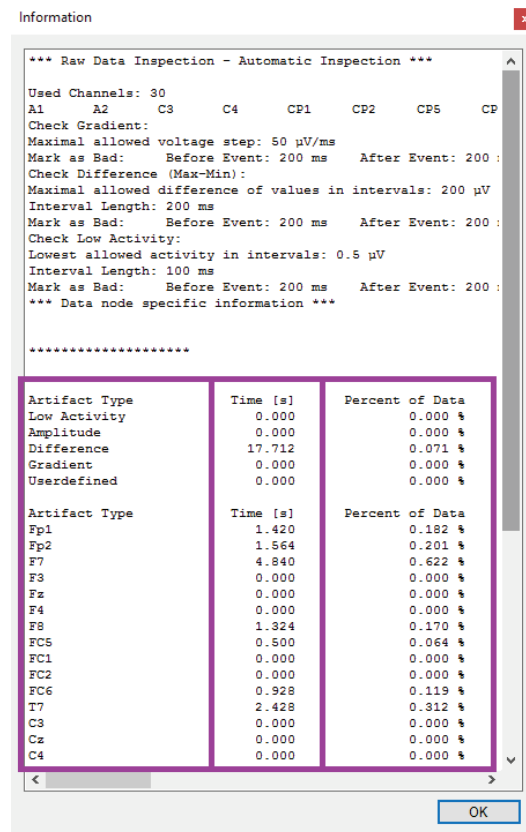
los segmentos que faltan hasta llegar a 144 se han podido perder por dos motivos: I) En el segmento había un artefacto o ruido que no se ha podido eliminar (por ejemplo, un fuerte parpadeo) o II) El participante se ha equivocado al responder y en el segmento aparecía el marcador R2 (recordad que con la expresión booleana hemos eliminado estos ensayos). Pero, ¿qué sucede si el número de ensayos es menor de la mitad o incluso cercano a 0? Si esto ocurre, debemos emplear el Método 2.



- Método 2: Esta vez vamos a realizar la misma operación que en la segmentación del Método 1 pero en Raw Data Inspection. Ponemos el ratón sobre este paso y pulsamos el botón derecho para acceder a *Operation Infos...*

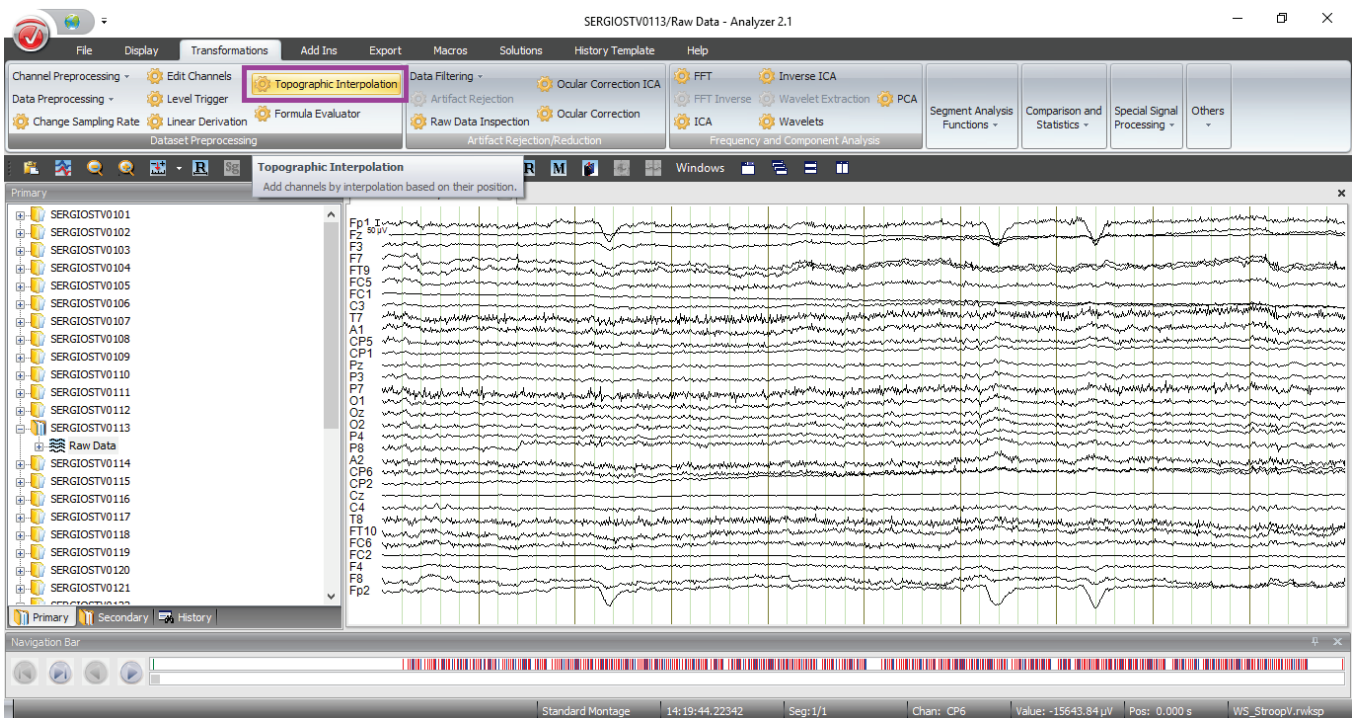


La ventana auxiliar que aparece es muy similar a la que vimos de la segmentación pero en este caso muestra, además de las características del análisis, la cantidad el tipo de ruido o artefactos de cada electrodo de forma individual. Se expresa en tiempo (segundos) que el ruido está presente a lo largo del registro completo y el porcentaje que representa con respecto al total. Cualquier electrodo que tenga un tiempo o un porcentaje muy elevado de artefactos debe ser repolarizado (ver siguiente punto). Si se han repolarizado los electrodos conflictivos y el número de segmentos sigue siendo menor de la mitad, ese sujeto tiene que ser eliminado para el análisis de los datos.

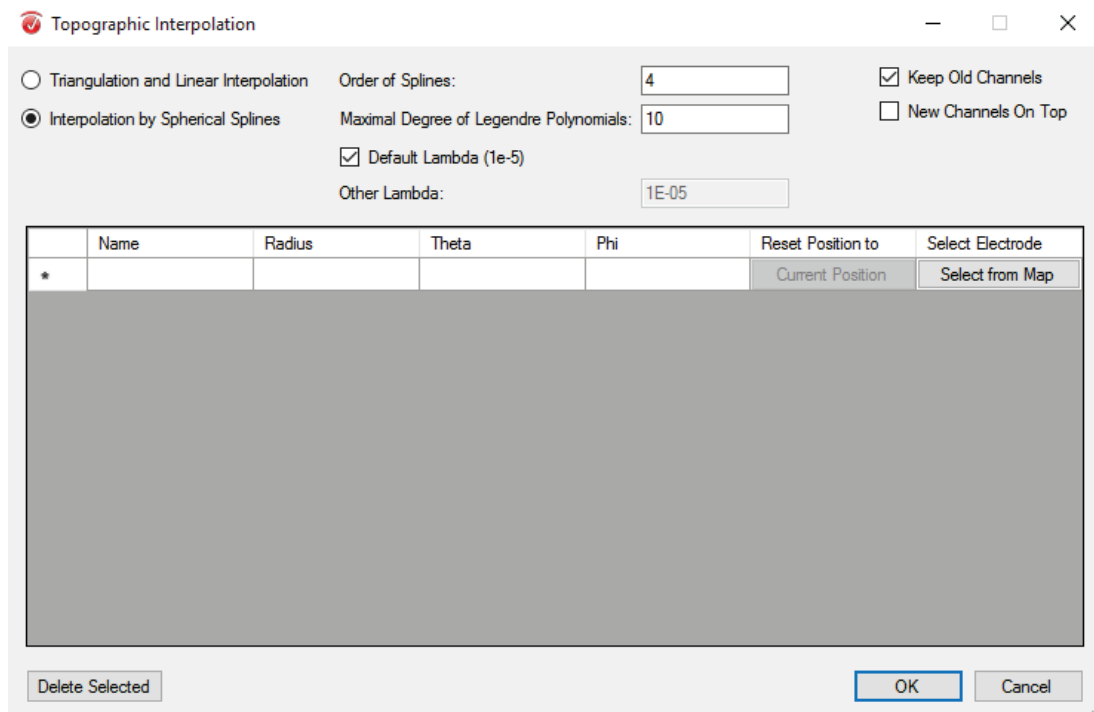


- B) Para hacer esta repolarización de electrodos con registro defectuoso, debemos situarnos en los Raw Data iniciales y acceder a la siguiente ruta: **Transformations** → **Dataset Preprocessing** → **Topographic Interpolation**

Análisis de Datos EEG

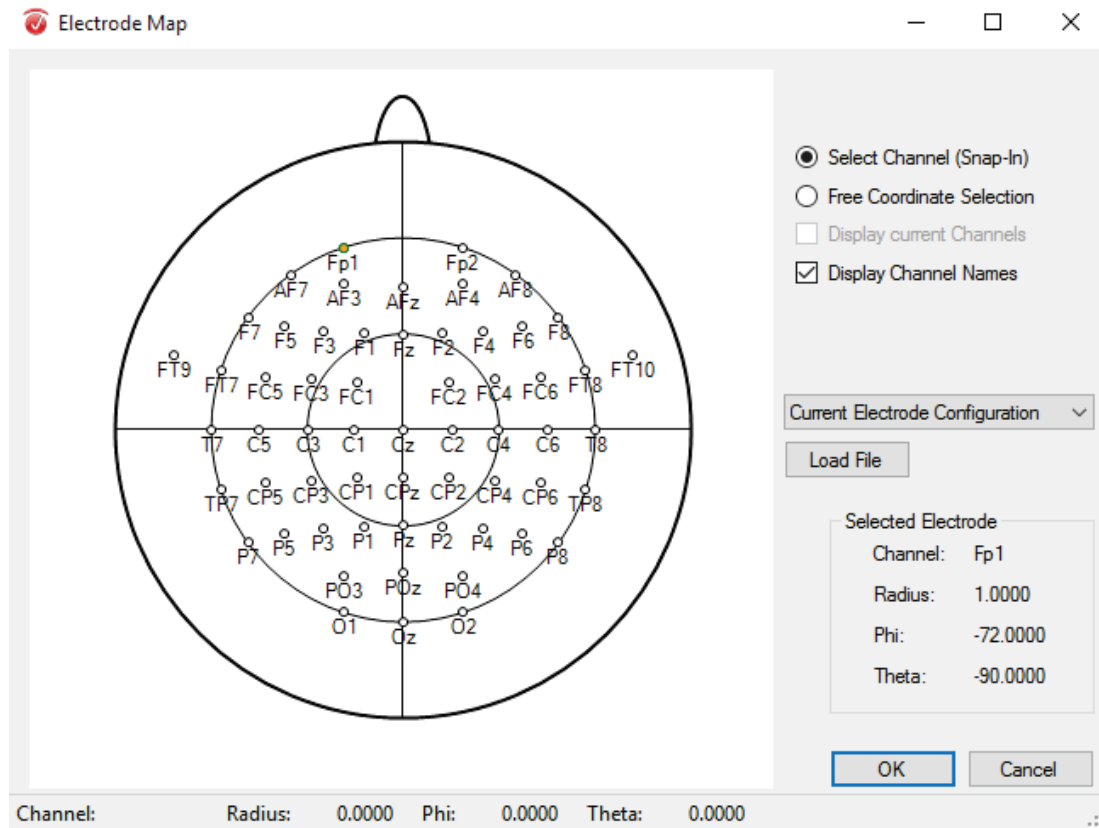


En la ventana secundaria que nos aparece, debemos marcar *Interpolation by Spherical Splines* y *Keep Old Channels* y dejar todo lo demás como aparece en la siguiente imagen. Lo siguiente es pulsar en *Select from Map*.



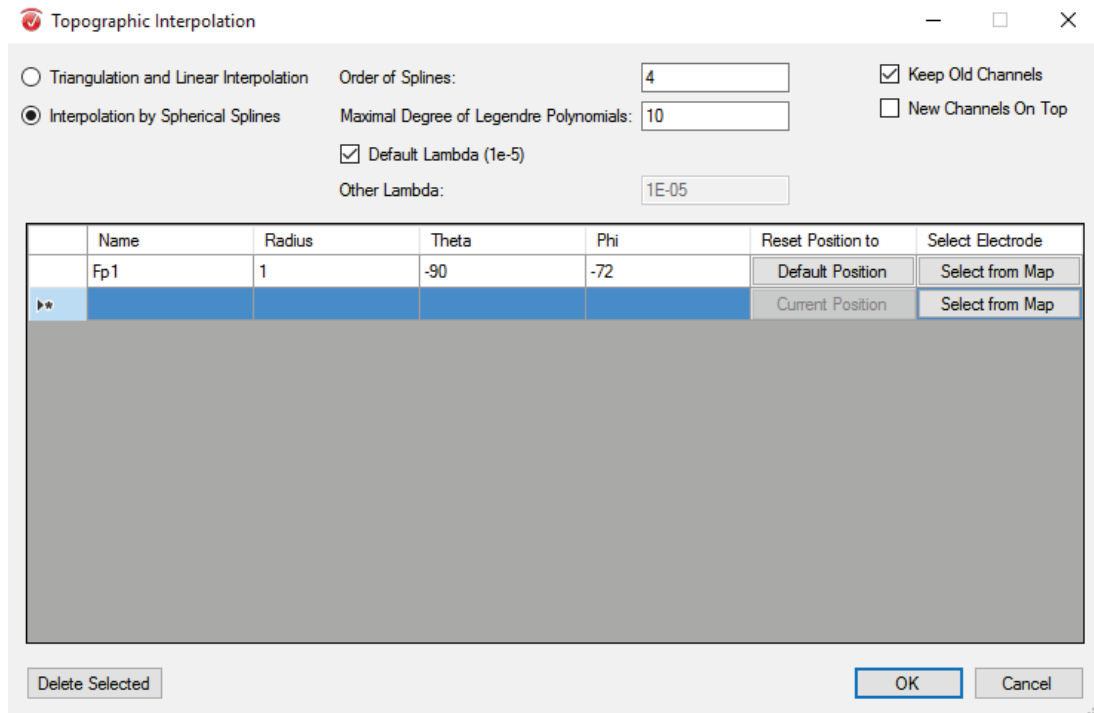
Y cuando pulsemos nos aparecerá una ventana como la de abajo. En ella podemos crear un electrodo virtual nuevo o pinchar en uno ya existente para repolarizarlo. Si en la información del *Raw Data Inspection* hemos comprobado que hay varios electrodos que

tienen mucho ruido, podemos repolarizar varios también, pero tenemos que seleccionar de uno en uno. Cuando tenemos uno seleccionado, pulsar OK.

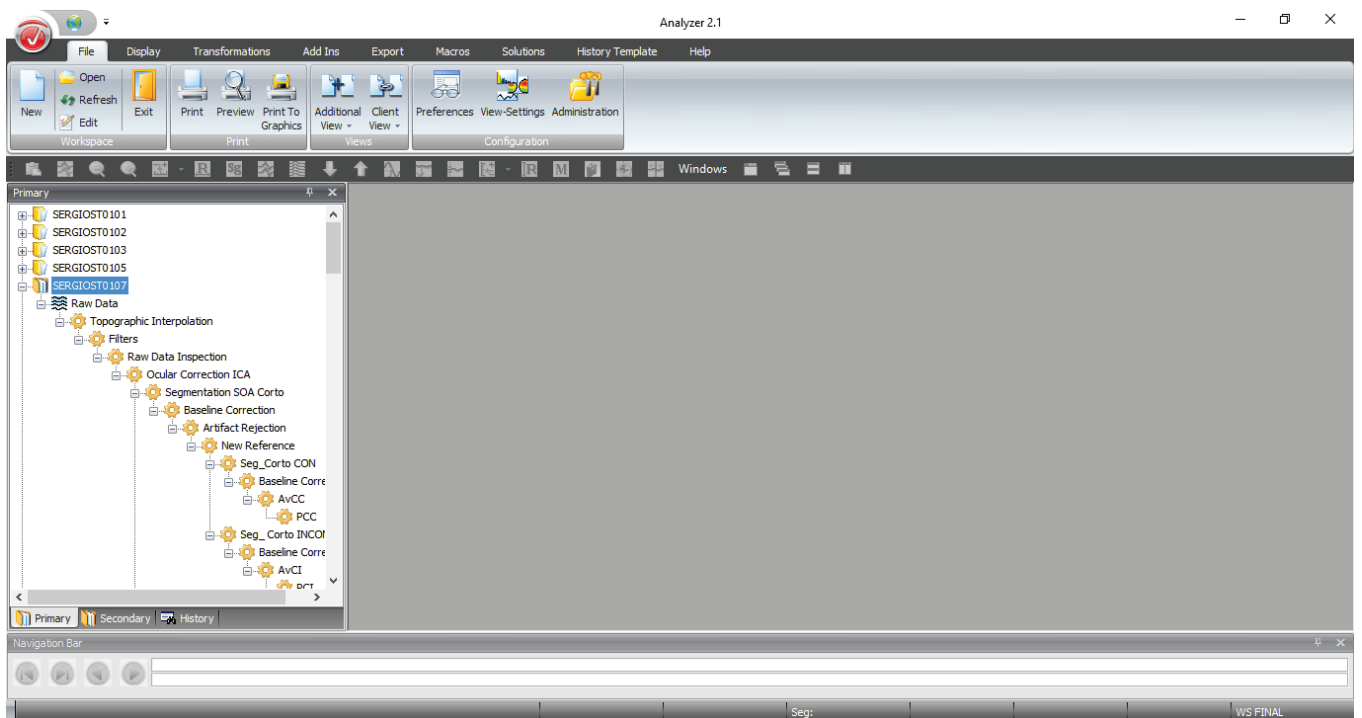


La ventana desaparece y nos devuelve a la anterior, pero ahora con el electrodo que hemos seleccionado en el mapa. Si quisiéramos repolarizar otro, debemos pulsar al siguiente *Select from Map* y volver a repetir el proceso con el siguiente que tuviera un ruido excesivo. Al terminar de seleccionar los que se necesiten, pulsar OK.

Análisis de Datos EEG



Ahora nos aparecerá esta interpolación en el primer lugar del historial del sujeto al que se lo hayamos aplicado. Si volvemos a aplicarle los análisis y comprobamos la información que ahora nos proporciona el *Raw Data Inspection*, veremos que el ruido de los electrodos repolarizados disminuye considerablemente, incluso desapareciendo completamente.



NOTA: Si se realiza una repolarización a un participante, habría que aplicarle todo el historial de análisis a partir de este punto, y no desde el Raw Data que aparece por defecto. Para hacer esto se puede arrastrar el *History Template* hasta la interpolación que se ha hecho en ese sujeto, que suele nombrarse por defecto como *Topographic Interpolation*. Si se quiere hacer a varios sujetos al mismo tiempo, los pasos son idénticos a lo que se explicó anteriormente. La única diferencia es que, en el apartado *Starting Position in History Files* de la ventana secundaria para aplicar un *History Template*, se debe marcar *Choose Data Set (History Node)* en lugar de *Root ("Raw Data")* y rellenar el Data Set con el nombre del punto en el que queremos que comience a aplicarse el historial (en este caso, *Topographic Interpolation*).

