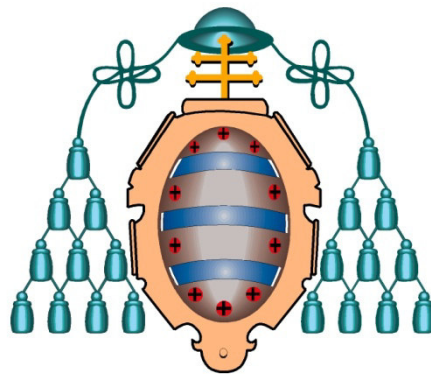


UNIVERSIDAD DE OVIEDO

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE
VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON
LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y
ARCGLOBE DE ARCGIS.

Trabajo fin de máster.



UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Eduardo Mateo Mateos

JULIO 2014

Contenido

RESUMEN / ABSTRACT	1
1. INTRODUCCION A LAS "TRACKING ANALYST TOOLS"	2
1.1. Conceptos básicos	2
Datos temporales	2
Eventos temporales.....	2
El campo de identificación de rastreo.....	3
2. OBJETIVOS.....	3
3. REPRESENTACIÓN DE DATOS ESPACIO-TEMPORALES	4
3.1. Eventos temporales simples	5
3.1.1. Datos de partida.....	5
3.1.2. Procedimiento.....	5
3.1.3. Simbología de la capa de seguimiento.....	11
Configuración de una "ventana de tiempo".	11
3.1.4. Reproducción de datos temporales.	14
3.1.5. Acciones.	15
EVENTOS TEMPORALES COMPLEJOS.	19
3.2. Eventos estáticos complejos	20
3.2.1. Datos de partida:.....	20
3.2.2. Preparación de datos:	21
3.2.3. Representación de datos.....	27
Demanda biológica de oxígeno.	27
Porcentaje de oxígeno en el agua; o "saturación de oxígeno".	29
pH	31
Nitritos.....	32
Amonio total.....	33
3.2.4. Datos comparados	34
Clasificación de datos.....	35
Simbología.....	36
3.2.5. Análisis temporal.....	39
3.3. Eventos dinámicos complejos.	40
3.3.1. Datos de partida.....	40
3.3.2. Preparación de datos.	41
Componente de observación.	41

Componente objeto.....	43
3.3.3. CREACIÓN CAPA DE SEGUIMIENTO.....	43
3.3.4. Simbología.....	45
3.3.5. Acciones.....	47
Acciones de velocidad máxima permitida.....	47
Acciones de cruce con puntos sensibles.....	48
Conclusiones.....	49
3.4. representación de datos temporales en ArcGlobe.....	50
3.4.1. Datos de partida.....	50
3.4.2. Preparación de datos.....	50
3.4.3. Representación gráfica.....	52
4. CONCLUSIONES.....	53
5. BIBLIOGRAFÍA.....	54

RESUMEN / ABSTRACT

La extensión *Tracking Analyst* del programa ArcGis permite añadir la variable temporal a un Sistema de Información Geográfica, de tal forma que se pueda realizar un seguimiento o trazado (Tracking) a un elemento o conjunto de elementos que cambian su posición o el estado de alguno de sus atributos en el tiempo. La representación de la variable temporal junto con la representación de la localización geográfica permite apreciar cambios espacio temporales que de otra forma serían más difíciles de observar, extendiendo el alcance y la capacidad de análisis del Sistema de Información Geográfica.

En el presente trabajo se realizará un estudio de las posibilidades del *Tracking Analyst* enmarcadas dentro del alcance del Master de Teledetección y Sistemas de Información geográfica de la universidad de Oviedo.

The Tracking Analyst extension from the ArcGis software allows adding the time variable to a Geographic Information System, so that an element or a group of elements that change their location or the state of any of their attributes through the time could be tracked. By displaying together temporal and spatial variables, changes in space and time can be appreciated better than in other ways of displaying, increasing the scope and the capacity of the GIS.

This work is an approach to the possibilities of the Tracking Analyst tool, in the frame of the Master of Remote Sensing and Geographic Information System from the University of Oviedo.

1. INTRODUCCION A LAS “TRACKING ANALYST TOOLS”

La extensión de ArcGIS *Tracking Analyst* abarca las posibilidades relacionadas con el factor temporal del sistema ArcGIS con funciones avanzadas que permiten visualizar, analizar y entender patrones espaciales y tendencias en un contexto temporal. A través de herramientas para la simbolización y análisis temporal, ArcGIS Tracking Analyst automatiza y permite el seguimiento y descubrimiento de tendencias y patrones relacionados temporalmente.

La Extensión Tracking Analyst ArcGIS está diseñada para representar objetos que se desplazan o cambian de estado a través del tiempo.

Con la extensión Tracking Analyst para ArcGis se puede:

- Dar vida a datos geográficos que contengan fechas y horas (datos temporales) agregándolos a un mapa como una **capa de seguimiento**.
- Seguir objetos en **tiempo real**. Tracking Analyst proporciona soporte técnico para unidades GPS (Sistema de posicionamiento global) y otros dispositivos de seguimiento y monitorización para poder cartografiar datos en tiempo real.
- Simbolizar los datos temporales utilizando ventanas de tiempo y otras opciones especializadas para ver datos que cambian a lo largo del tiempo.
- **Reproduzca datos temporales** mediante Administrador de reproducción (playback) de Tracking Analyst. Se puede reproducir datos a diferentes velocidades hacia delante y hacia atrás.
- Analice **patrones** en datos temporales creando relojes de datos.
- Cree y aplique **acciones** a los datos temporales.
- Cree **animaciones de los datos** utilizando la herramienta Animación de Tracking Analyst.
- Vea los datos de rastreo en **3D** mediante ArcGlobe.

1.1. Conceptos básicos

Datos temporales

Para entender las funciones de esta extensión es necesario saber que son los **datos temporales**. Estos son datos que incluyen la información de fecha y hora para las ubicaciones geográficas, lo que le permite efectuar el rastreo de las observaciones previamente documentadas y en tiempo real. Estas observaciones pueden ser discretas, como caídas de rayos, o continuas, como rutas de camiones y rutas de vuelo.

Eventos temporales

La representación de datos temporales se realiza mediante la creación de **eventos temporales**, que se visualizan como **Capas de seguimiento o rastreo**. Estas capas se añaden a la tabla de contenidos de ArcMap o a ArcGlobe. La simbología se puede configurar de forma similar a la de una clase de entidad pero con algunas características especiales que se verán más adelante.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

Una vez agregada al mapa una capa de rastreo, se pueden realizar las siguientes funciones con la extensión Tracking Analyst:

Para la creación de eventos temporales es necesario disponer de dos tipos de información:

- Información temporal (o Componente de observación temporal). No incluye toda la información del objeto.
- Información espacial.

Dependiendo de cómo se encuentre almacenada esta información se pueden distinguir dos tipos de eventos temporales.

- **Eventos temporales simples.** Toda la información se encuentra en una clase de entidad o en un *shapefile*.
- **Eventos temporales complejos.** La información se encuentra repartida entre un *shapefile* y una tabla de datos, ambos integrados en la misma base de datos geográfica personal.

El campo de identificación de rastreo

También llamado campo Id. de rastreo. No es necesario para todas las capas de rastreo, pero puede mejorar las funciones de Tracking Analyst si los datos de rastreo contienen varios objetos rastreados.

El campo ID de rastreo debe contener valores de datos que identifiquen de forma única los objetos individuales de los datos. El ID de rastreo se puede utilizar para agrupar distintas observaciones del mismo objeto para fines de visualización y análisis. Por ejemplo, si está realizando el rastreo de varios camiones de entrega, asignar un ID de rastreo único a cada camión le permite supervisar la ruta de cada camión individualmente. Existen opciones de simbología especial que utilizan un Id. de rastreo. Por ejemplo, las líneas de rastreo le permitirían conectar las posiciones de cada camión a lo largo del día y volver a crear su ruta de entrega, de forma similar a conectar los puntos.

2. OBJETIVOS

El objetivo fundamental del presente trabajo es la comprensión del funcionamiento de esta herramienta en el análisis de datos en un Sistema de Información Geográfica, y analizar sus posibilidades a través de ejemplos prácticos. Los entornos donde se aplicará este conjunto de herramientas son ArcMap y ArcGlobe.

3. REPRESENTACIÓN DE DATOS ESPACIO-TEMPORALES

Las posibilidades de la extensión Tracking Analyst y del programa ArcGlobe se van a mostrar a través de un conjunto de ejemplos. Los casos estudiados son:

ArcMap:

- Eventos temporales simples. Huracanes.
- Eventos temporales complejos estáticos. Análisis de Aguas.
- Eventos temporales complejos dinámicos. Transporte de mercancías peligrosas.

ArcGlobe: Transporte de mercancías peligrosas.

3.1. Eventos temporales simples

Son aquellos en los que el evento temporal se crea solamente a partir de una clase de entidad o archivo del tipo “shapefile” en la que se encuentran la información temporal y la localización geográfica.

Para ilustrar este caso vamos a realizar una capa de trazado o de seguimiento del movimiento de los Huracanes que se produjeron en el año 2000.

3.1.1. Datos de partida

- Shapefile llamado “atlantic_hurricanes2000” que contiene la siguiente información:

FID	Shape *	DAY	TIME	LAT	LONG	PRESSURE	WINDSPEED	STAGE	EVENTID	Date Time	DT Text	DT Numeric	DT Text So
0	Point	03/08/2000	18:00:00	10.8	-18	1007	25	tropical depression	Alberto	03/08/2000	08/03/2000 18:00:00	20000803180000	20000803180000
1	Point	04/08/2000	00:00:00	11.5	-20.1	1005	30	tropical depression	Alberto	04/08/2000	08/04/2000 00:00:00	20000804000000	20000804000000
2	Point	04/08/2000	06:00:00	12	-22.3	1004	35	tropical storm	Alberto	04/08/2000	08/04/2000 06:00:00	20000804060000	20000804060000
3	Point	04/08/2000	12:00:00	12.3	-23.8	1003	35	tropical storm	Alberto	04/08/2000	08/04/2000 12:00:00	20000804120000	20000804120000
4	Point	04/08/2000	18:00:00	12.7	-25.2	1002	40	tropical storm	Alberto	04/08/2000	08/04/2000 18:00:00	20000804180000	20000804180000
5	Point	05/08/2000	00:00:00	13.2	-26.7	1001	40	tropical storm	Alberto	05/08/2000	08/05/2000 00:00:00	20000805000000	20000805000000
6	Point	05/08/2000	06:00:00	13.7	-28.2	1000	45	tropical storm	Alberto	05/08/2000	08/05/2000 06:00:00	20000805060000	20000805060000
7	Point	05/08/2000	12:00:00	14.1	-29.8	999	45	tropical storm	Alberto	05/08/2000	08/05/2000 12:00:00	20000805120000	20000805120000
8	Point	05/08/2000	18:00:00	14.5	-31.4	994	55	tropical storm	Alberto	05/08/2000	08/05/2000 18:00:00	20000805180000	20000805180000
9	Point	06/08/2000	00:00:00	14.5	-33.2	987	65	hurricane	Alberto	06/08/2000	08/06/2000 00:00:00	20000806000000	20000806000000
10	Point	06/08/2000	06:00:00	14.6	-34.4	985	65	hurricane	Alberto	06/08/2000	08/06/2000 06:00:00	20000806060000	20000806060000
11	Point	06/08/2000	12:00:00	14.7	-35.4	983	70	hurricane	Alberto	06/08/2000	08/06/2000 12:00:00	20000806120000	20000806120000
12	Point	06/08/2000	18:00:00	15.2	-36.6	981	75	hurricane	Alberto	06/08/2000	08/06/2000 18:00:00	20000806180000	20000806180000
13	Point	07/08/2000	00:00:00	15.7	-38.1	979	75	hurricane	Alberto	07/08/2000	08/07/2000 00:00:00	20000807000000	20000807000000
14	Point	07/08/2000	06:00:00	16	-39.6	978	80	hurricane	Alberto	07/08/2000	08/07/2000 06:00:00	20000807060000	20000807060000
15	Point	07/08/2000	12:00:00	16.2	-41	977	80	hurricane	Alberto	07/08/2000	08/07/2000 12:00:00	20000807120000	20000807120000
16	Point	07/08/2000	18:00:00	16.5	-42.2	978	80	hurricane	Alberto	07/08/2000	08/07/2000 18:00:00	20000807180000	20000807180000
17	Point	08/08/2000	00:00:00	16.7	-43.6	979	75	hurricane	Alberto	08/08/2000	08/08/2000 00:00:00	20000808000000	20000808000000
18	Point	08/08/2000	06:00:00	17	-44.9	982	70	hurricane	Alberto	08/08/2000	08/08/2000 06:00:00	20000808060000	20000808060000
19	Point	08/08/2000	12:00:00	17.7	-45.7	985	70	hurricane	Alberto	08/08/2000	08/08/2000 12:00:00	20000808120000	20000808120000
20	Point	08/08/2000	18:00:00	18.6	-46.5	987	65	hurricane	Alberto	08/08/2000	08/08/2000 18:00:00	20000808180000	20000808180000
21	Point	09/08/2000	00:00:00	19.6	-47.2	989	60	tropical storm	Alberto	09/08/2000	08/09/2000 00:00:00	20000809000000	20000809000000

Tabla 1. Tabla de atributos de La clase de entidad “atlantic_hurricanes2000”

En esta tabla se puede observar de qué forma se distribuyen los datos temporales. Para cada huracán existen tantos elementos (filas) como posiciones registradas. Por esta razón es necesario un campo común a todos los registros de posición de cada huracán que lo identifique con respecto a los demás. En este caso es el campo “EVENTID”.

En esta tabla vemos que existen 4 campos con información temporal:

- Time (texto)
- Date_Time (fecha)
- DT_tex/DT_Tex_Sot. (texto) Concatenación de fecha y hora (Uno con espacio y otro no)
- DT_Numeric (Numérico double). No se puede utilizar como dato temporal en el Tracking Analyst

3.1.2. Procedimiento

1. Habilitar extensión tracking Analyst.

En el menú elegir la opción geo-procesamiento (Geoprocessing) y habilitar la opción Tracking Analyst..

Clic derecho sobre un espacio vacío de la barra de herramientas de ArcMap y marcar la opción Tracking Analyst. Se mostrará una barra de herramientas flotante.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

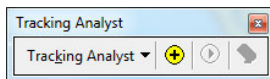



Fig. 1. Barra de herramientas tracking Analyst

2. Agregar datos temporales

Hacer clic en el botón Añadir Dato Temporal  de la barra de herramientas de Tracking Analyst para abrir el cuadro de diálogo del Asistente para añadir datos Temporales:

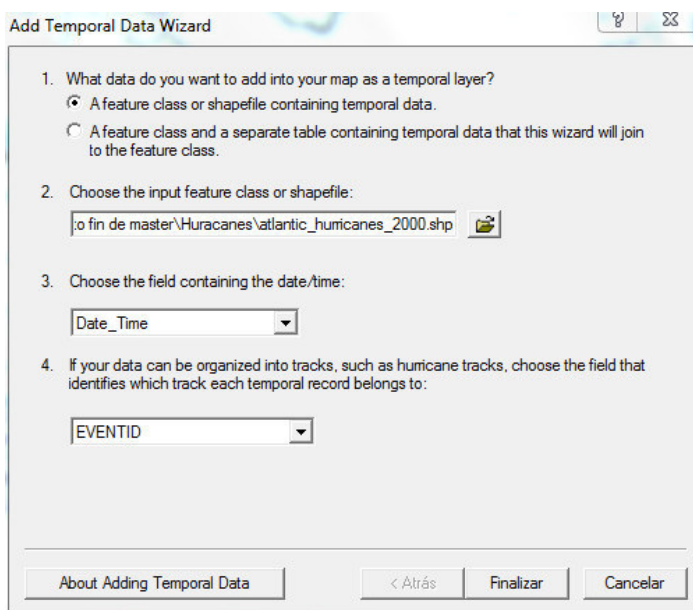
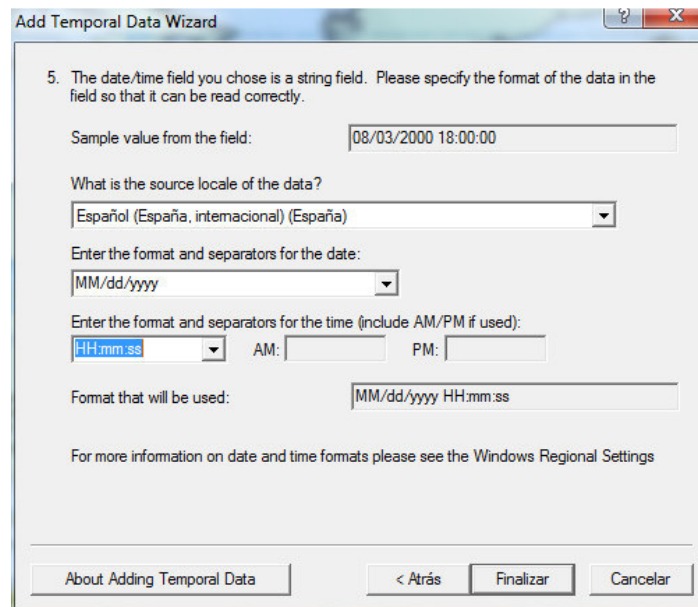


Fig. 2. Asistente para agregar datos temporales.

- En el primer apartado elegimos la opción “clase de entidad o shapefile que contiene los datos temporales. De esta forma estamos creando un **evento temporal simple**. (La creación de eventos temporales complejos se explicará en los siguientes casos prácticos).
- En el segundo apartado elegimos el shapefile o clase de entidad a través del explorador de archivos, en nuestro caso “atlantic_hurricanes2000”.
- En el tercer apartado elegimos el campo que contiene la información temporal. Aquí se nos presentan varias opciones:
 - Añadir el campo de tipo fecha. En este caso el campo “DATE_TIME”. Al ser un campo de tipo fecha, Tracking Analyst lo reconoce directamente. Contiene la fecha pero no la hora con lo cual, si existieran varios eventos temporales que ocurrieran en un mismo día ,tracking analyst registraía todas las posiciones de ese mismo día en un mismo instante.
 - Añadir un campo de tipo texto que contiene la **fecha y la hora concatenados**. En este caso hay que indicar a Tracking Analyst como leer esta información. Esto se puede hacer en la siguiente pantalla del asistente para agregar datos temporales (esta solo aparece cuando tracking analyst no reconoce el formato

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

de fecha y hora). En este caso si estamos teniendo en cuenta toda la información temporal, tanto el día como la hora.



5. The date/time field you chose is a string field. Please specify the format of the data in the field so that it can be read correctly.

Sample value from the field: 08/03/2000 18:00:00

What is the source locale of the data?
Español (España, internacional) (España)

Enter the format and separators for the date:
MM/dd/yyyy

Enter the format and separators for the time (include AM/PM if used):
HH:mm:ss AM: PM:

Format that will be used: MM/dd/yyyy HH:mm:ss

For more information on date and time formats please see the Windows Regional Settings

About Adding Temporal Data < Atrás Finalizar Cancelar

Fig.3. Asistente para agregar datos temporales (Continuación)

- En el cuarto apartado elegimos el campo que indica a Tracking Analyst cómo organizar los datos en rastros únicos de cada elemento. En este caso, el campo EVENTID contiene el nombre del huracán de cada evento. La ruta de cada huracán individual se convertirá en un rastreo en Tracking Analyst.

El resultado es una nueva capa en ArcMap en la que aparecen registradas todas las posiciones de todos los huracanes.

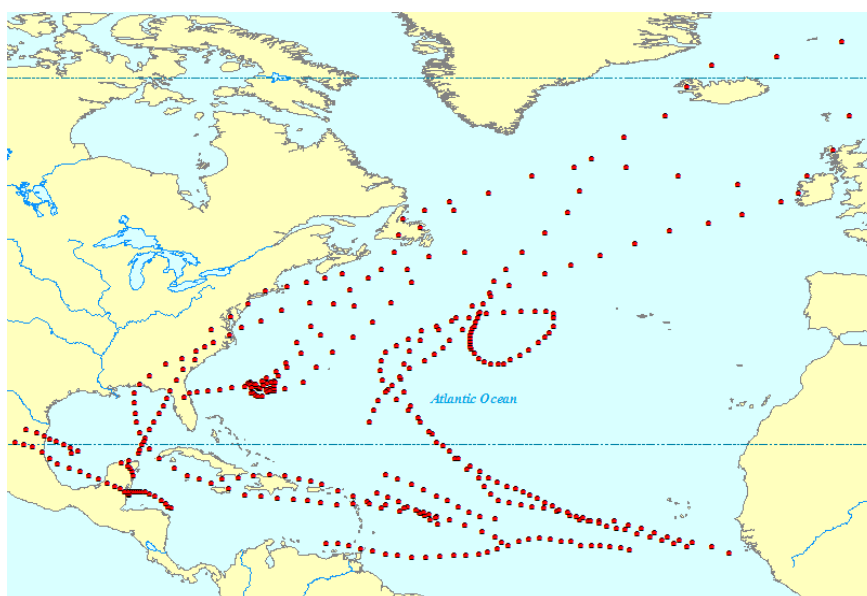


Fig. 4 Aspecto de la capa de trazado

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

3. Añadir líneas de trazado.

Sirven trazar líneas entre las diferentes posiciones de un objeto definiendo su recorrido.

Hacer clic con el botón derecho en la capa atlantic_hurricanes_2000 en la tabla de contenido
→ Propiedades → Simbología.

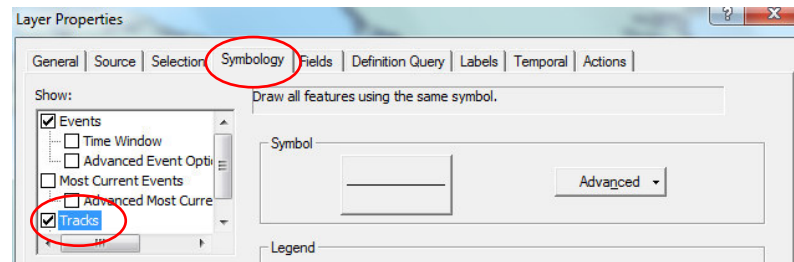


Fig. 5 Configuración líneas de trazado

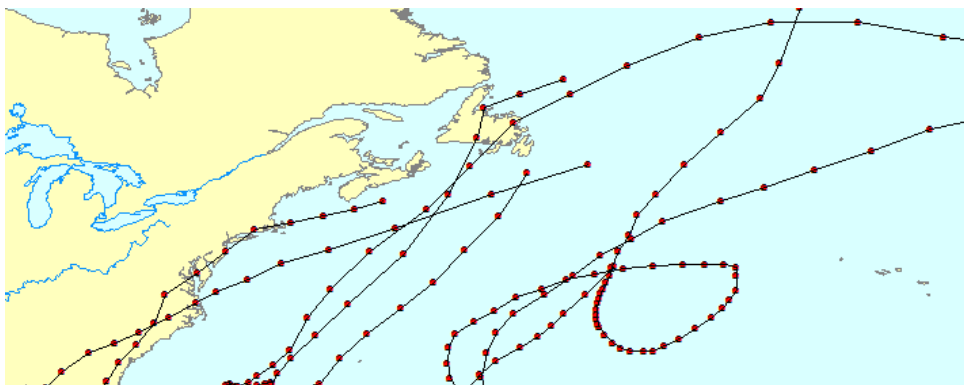



Fig. 6. Detalle líneas de trazado.

4. Inspeccionar datos sobre huracanes mediante la herramienta Paso

Una vez cargados los datos sobre huracanes en el mapa como una capa de rastreo, se pueden inspeccionar los datos individualmente mediante la herramienta Paso de Tracking Analyst.


Pasos:

1. Hacer clic sobre la capa atlantic_hurricanes_2000 en la tabla de contenido para asegurarse de que está seleccionada y, a continuación, en el botón de la herramienta Paso  para activar la herramienta Paso. Esta herramienta está diseñada para trabajar con la capa de rastreo seleccionada.
2. Colocando el puntero en el mapa, aparece un icono junto a él que indica que la herramienta Paso es la herramienta de mapa activa. Haciendo clic en un evento del mapa, o haciendo clic y arrastrando un cuadro alrededor de un evento del mapa, se puede seleccionar

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

El evento seleccionado se resalta en el mapa y aparece el cuadro de diálogo Atributos del evento. El evento seleccionado en el mapa también aparece seleccionado en el cuadro de diálogo Atributos del evento.

Se desplegará una ventana que muestra todos los atributos del evento en el momento seleccionado.

Con las teclas  se puede seleccionar el siguiente evento, el anterior o saltar al primero o último de los eventos.

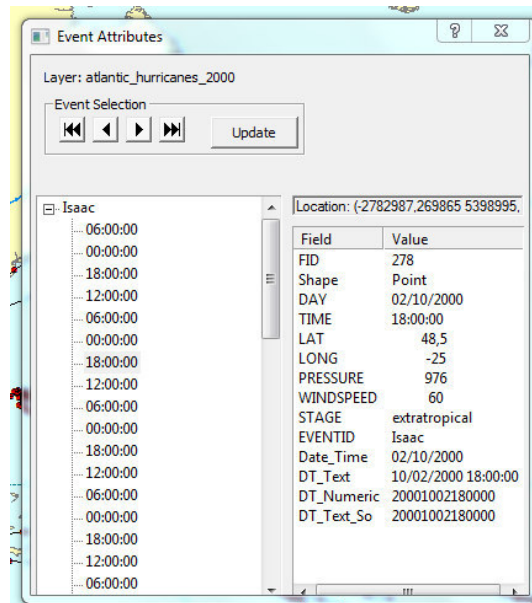


Fig. 7. Herramienta "Paso"

5. Herramienta Reloj de datos.

El reloj de datos es una herramienta que se utiliza para visualizar la distribución temporal de los datos a lo largo de un periodo de tiempo definido y que se encuentra dividido en periodos de tiempo menores, por ejemplo: distribución diaria de datos a lo largo de los meses del año.

Pasos para la creación de un reloj de datos:

1. En la barra de herramientas de tracking analyst, en el desplegable, seleccionar reloj de datos (data clock) → crear nuevo reloj de datos.

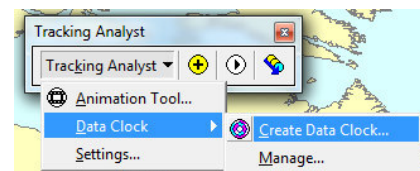


Fig. 8. Creación del "reloj de datos"

2. En el asistente para la creación de reloj de datos
 - a. La capa atlantic_hurricanes_2000.
 - b. Elegir como método resumido para crear el reloj de datos: 'Meses del Año' por 'Horas de Día'.
 - c. Elegir la paleta de colores deseada.

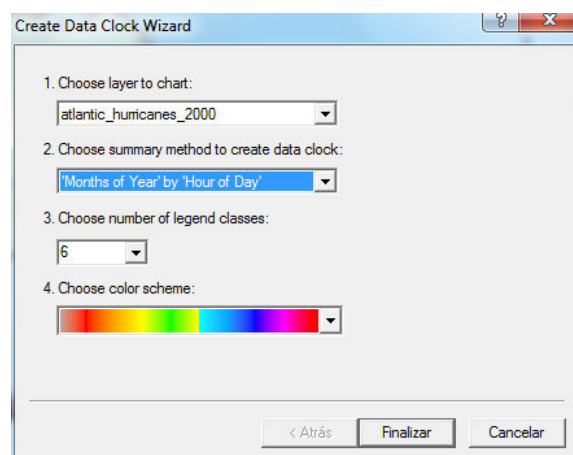


Fig. 9. Asistente para la creación del "reloj de datos"

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

En el reloj de datos resultante se puede observar como se distribuye temporalmente la información de la capa "atlantic_hurricanes_2000".

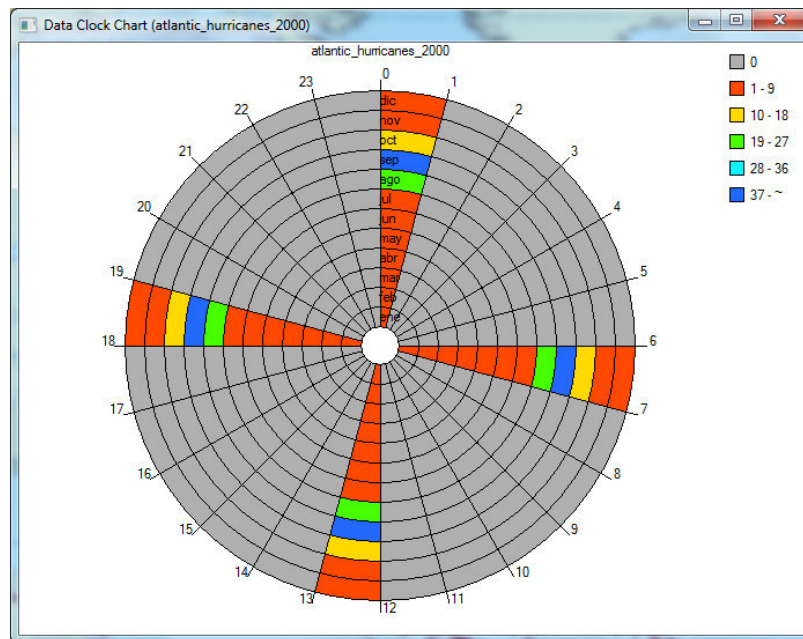


Fig. 10. Reloj de datos

Las celdas coloreadas del reloj de datos indican períodos de tiempo en los que hay eventos de huracanes en los datos.

Se pueden realizar dos observaciones significativas sobre los datos de huracanes al examinar el reloj de datos. En primer lugar, se observa que hay 24 cuñas alrededor del reloj de datos. Cada cuña representa una de las 24 horas de un día.

Se puede observar rápidamente que todos los datos residen en solo cuatro de estas cuñas. Estas cuatro cuñas corresponden a 12:00 a.m., 6:00 a.m., 12:00 p.m. y 6:00 p.m.

Cada anillo circular del reloj de datos representa un mes del año. El más interno representa enero y el más externo diciembre. Se puede ver que la mayoría de los datos reside en tres de estos anillos: agosto, septiembre y octubre. Esto parece razonable, ya que la temporada de huracanes suele abarcar estos tres meses.

Una vez cerrado el reloj de datos puede ser visualizado de nuevo seleccionando reloj de datos (data clock) → manage data clock.

3.1.3. Simbología de la capa de seguimiento.

Para acceder a la configuración de la simbología se hace dando clic con el botón derecho a la capa de trazado y eligiendo propiedades. En la ventana emergente elegimos la pestaña simbología.

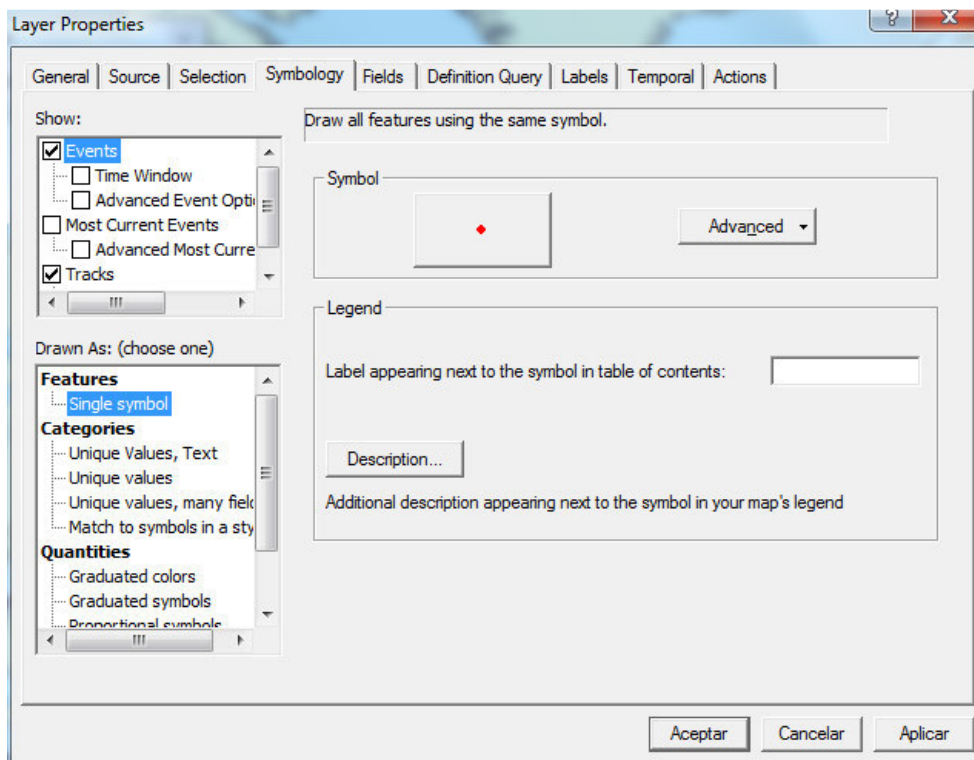


Fig. 11 Opciones de simbología.

La simbología de una capa de seguimiento puede ser modificada como cualquier clase de entidad en ArcGis, en la pestaña de simbología de las propiedades de la capa; pero con algunas peculiaridades relativas a los eventos temporales que las diferencia de las clases de entidad corrientes. Estas características adicionales son las siguientes:

Configuración de una “ventana de tiempo”.

Tracking analyst permite configurar “ventanas de tiempo” en la representación de datos. Esto significa que solo se representaran aquellos datos que se encuentren dentro de la duración establecida de la capa de tiempo a partir de momento más reciente que se esté representando. Establece la duración de los elementos representados.

La configuración de la ventana de tiempo se realiza desde la pestaña de simbología, a la que ya sabemos cómo se accede.

Una vez dentro de esta ventana seleccionamos la opción ventana de tiempo (Time Window) y en el cuadro inferior derecho de la ventana de simbología elegimos color, para realizar una

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

clasificación por colores en función del tiempo. Se podría hacer también una clasificación por formas o por colores.

Elegimos las siguientes características:

- Unidades: Días.
- Periodo de ventana de tiempo: 14 días.
- Paleta de color. Elegir una con contraste.
- Número de clases: 7.

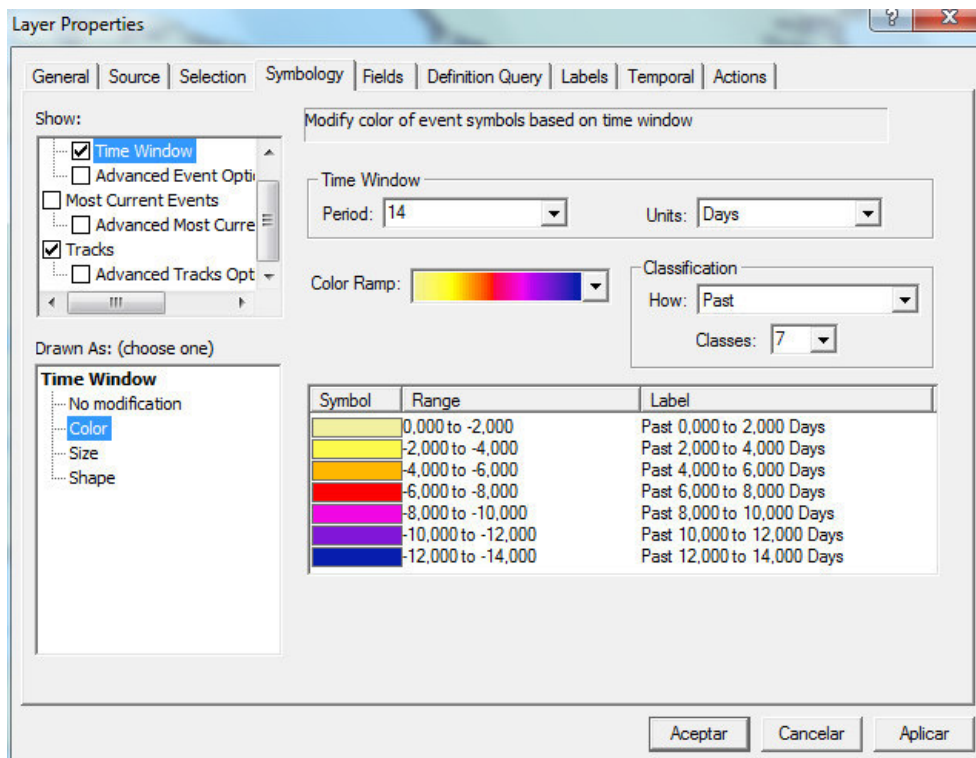


Fig. 12. Ventana de configuración de simbología para a ventana de tiempo.

Seleccionando la opción trazados (tracks), que ya marcamos con anterioridad para mostrar las líneas de trazado; podemos cambiar su simbología.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

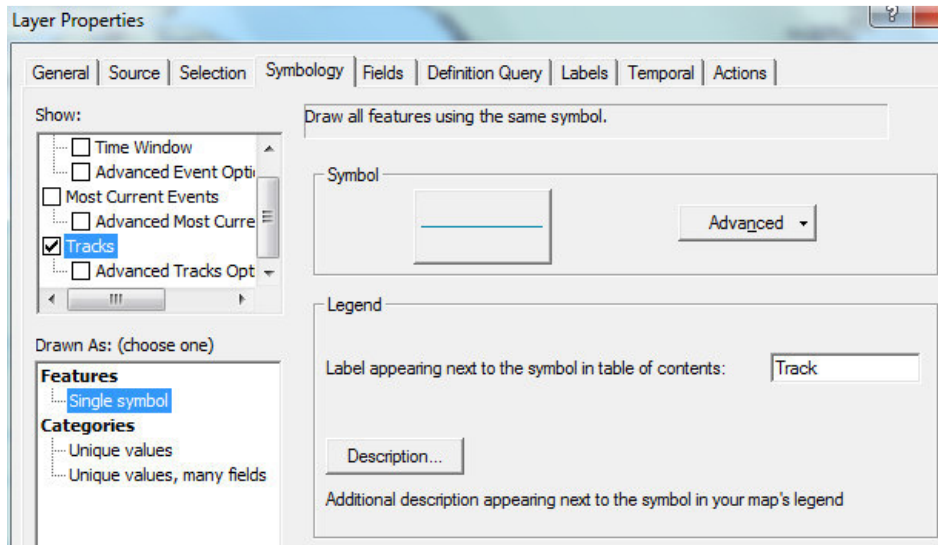


Fig. 13. Configuración de la simbología de las líneas de trazado

Por último seleccionamos la pestaña “etiquetas”. Aquí elegimos el campo de la tabla de atributos que sirva como etiqueta para cada elemento de la capa de trazado. En nuestro caso el nombre del huracán se encuentra en la tabla de atributos en el campo EVENTID.

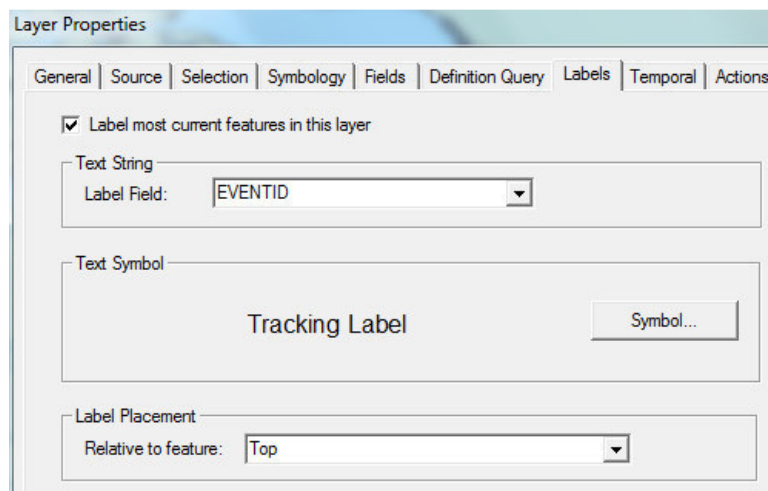



Fig. 14 Configuración de etiquetas

Con esto ya estaría configurada la ventana de tiempo. Una vez que aplicamos estos cambios los datos ya no serán visibles en el mapa. El motivo de que no se muestra la capa es que ninguno de los eventos ocurre en la ventana de tiempo de 14 días. De forma predeterminada, Tracking Analyst muestra la fecha y la hora actuales en el mapa.

Antes se mostraban en el mapa porque no había ventana de tiempo definida. Tracking Analyst muestra todos los eventos pasados. Para que Tracking Analyst muestre los datos sobre huracanes en la ventana de tiempo, en la siguiente sección se utilizará el Administrador de extensión temporal para cambiar el tiempo que se muestra en el mapa.

3.1.4. Reproducción de datos temporales.

Tracking analyst dispone de un reproductor gracias al cual se pueden visualizar animaciones en las que se observa el cambio que experimentan a lo largo del tiempo los objetos representados. La forma en que estos se presenten dependen de la simbología seleccionada y de la ventana de tiempo.

Para iniciar la reproducción de datos hacemos clic sobre el botón  de la barra de tracking analyst. En la ventana emergente hacemos clic sobre el botón “opciones” para configurar los parámetros de reproducción. Estos dependerán de la escala de tiempo en la que se muevan los datos y de la frecuencia de estos.

En el caso de los huracanes sabemos que la frecuencia de los datos es de 6 horas distribuidos en tres meses. Una configuración adecuada sería de representar 6 horas por segundo. La velocidad de reproducción puede modificarse en cualquier momento deslizando el marcador en la barra de control de velocidad, de forma que al moverlo hacia la opción “faster” aumentará la velocidad de reproducción, y al moverlo hacia “slower” será más lenta.

Los botones de reproducción  permiten reproducir hacia adelante, hacia atrás y desplazarse al inicio o hacia el final del evento.

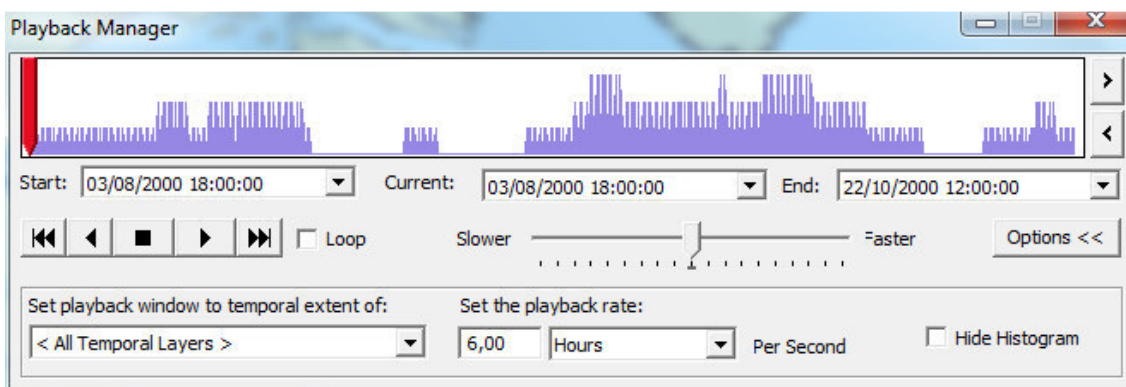


Fig. 15 Ventana de reproducción de tracking analyst

Como en nuestro caso hemos elegido una ventana de tiempo de 14 días, la antigüedad máxima de los elementos representados será esa, por lo que una vez iniciada la animación, cuando el tiempo de reproducción supere el tiempo establecido como ventana de tiempo (14 días) los elementos fuera de ese lapso de tiempo dejarán de ser representados.

La simbología de cada evento temporal también cambia en la reproducción de datos. En la configuración de la simbología elegimos una clasificación temporal en 7 clases en función de la antigüedad relativa del evento. Esto significa que cuando se reproduzcan estos datos, el color de cada evento cambiará en función de la antigüedad relativa.

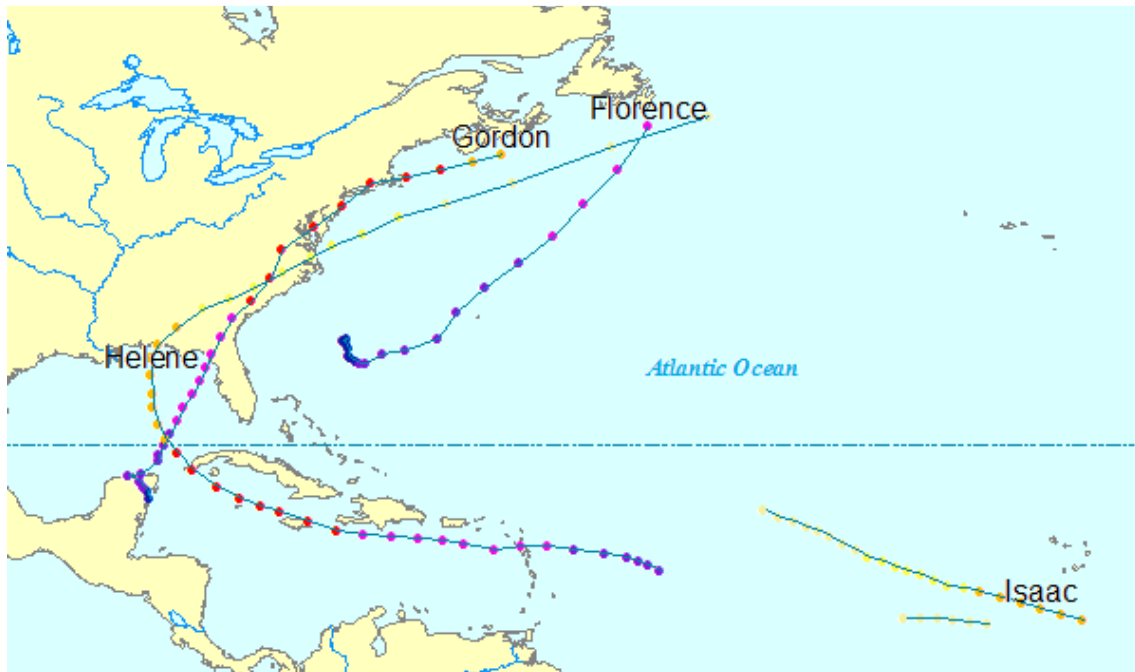


Fig. 16 Reproducción de eventos temporales con tracking analyst

En la captura de pantalla de la reproducción de datos temporales podemos observar, en el instante en el que se realizó la captura, cuatro huracanes en diferentes fases de desarrollo. Esto se puede observar por la longitud de las líneas de trazado o estelas representadas, y por el color de los elementos más antiguos dentro de cada huracán. Según la simbología elegida los elementos de color azul serían los más antiguos, y los colores amarillos y blancos serían los más nuevos.

3.1.5. Acciones.

Se entiende como “Acción” en Tracking Analyst, el establecimiento de una simbología que se muestre cuando se cumpla una condición dada. Esta condición se puede definir:

- Consulta geográfica. Definida por la posición de los objetos en relación a los elementos del mapa,
- Consulta de atributos.
- Por la combinación de ambas.

Los datos sobre huracanes con los que se está trabajando contienen las velocidades del viento de cada evento de huracán. Para analizar patrones de alta velocidad del viento en los datos, se puede mirar en la tabla de atributos o recorrer los eventos de huracanes mediante la herramienta “Paso” para ver atributos de eventos. Sin embargo, en algunos casos puede ser más eficaz visualizar patrones en los datos.

Vamos a utilizar esta opción para configurar una acción de resaltado para poder ver cuándo la velocidad del viento de un huracán es igual o superior a las 75 millas por hora.

Pasos:

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

1. Clic con el botón derecho sobre la capa de seguimiento → Propiedades → pestaña Acciones (Actions).
2. Clic botón Nueva acción.
3. Nombre acción. “Velocidad de viento excesiva”; Resaltar / suprimir. Pulsar Ok.

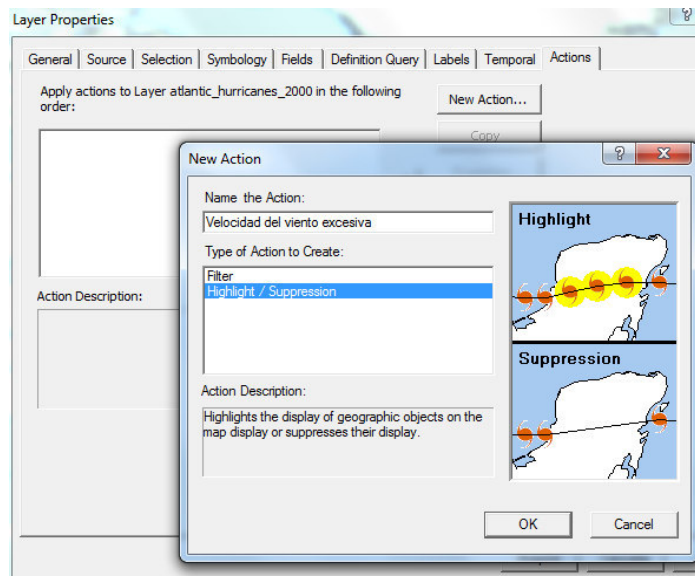


Fig 17. Configuración de “acciones”.

4. En la ventana “Resaltar /Suprimir parámetros de la acción” dejar marcada la opción resaltar y seleccionar “consulta de atributos” en la opción “Como será activada la acción”. Elegir una simbología que destaque y pulsar sobre el botón consulta de atributos
5. En la consulta de atributos seleccionar el campo “velocidad del viento” y escribir una consulta para seleccionar aquellos valores mayores o iguales a 75 mph.

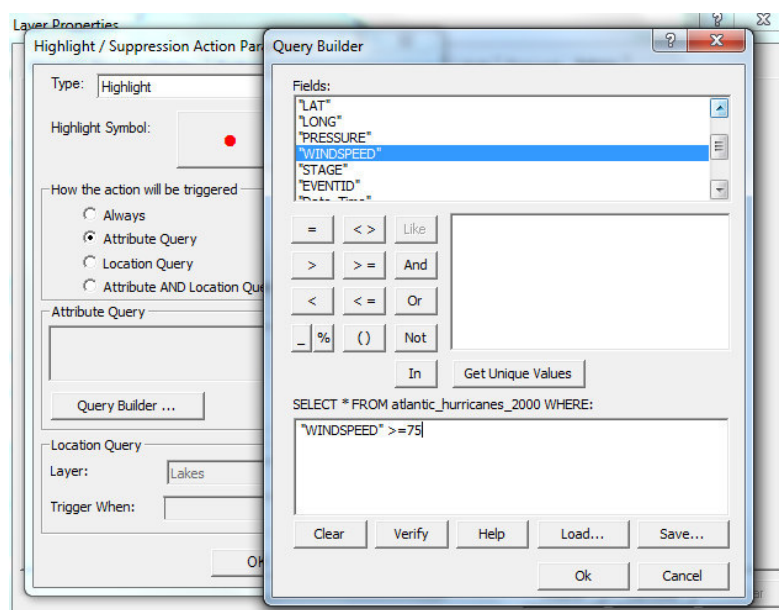


Fig. 18. Consulta para la acción “Velocidad de viento excesiva”

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

6. Aceptar todos los cambios y guardarlos.

La nueva acción creada aparece en el menú “Acciones” de la ventana propiedades de la capa de seguimiento. Desde aquí se puede seleccionar o deseleccionar para que la acción tenga o no efecto en la visualización del mapa.

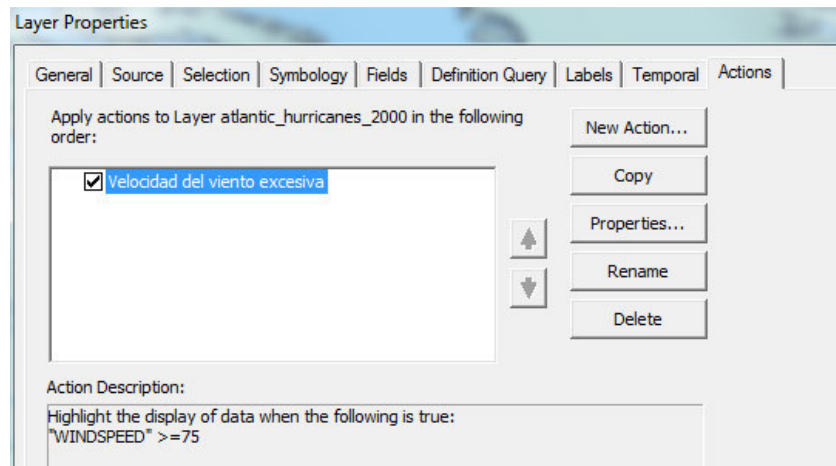


Fig: 19 Pestaña “Acciones”

Aplicando esta acción quedarán resaltados con la simbología seleccionada aquellos eventos temporales que cumplan la consulta establecida.

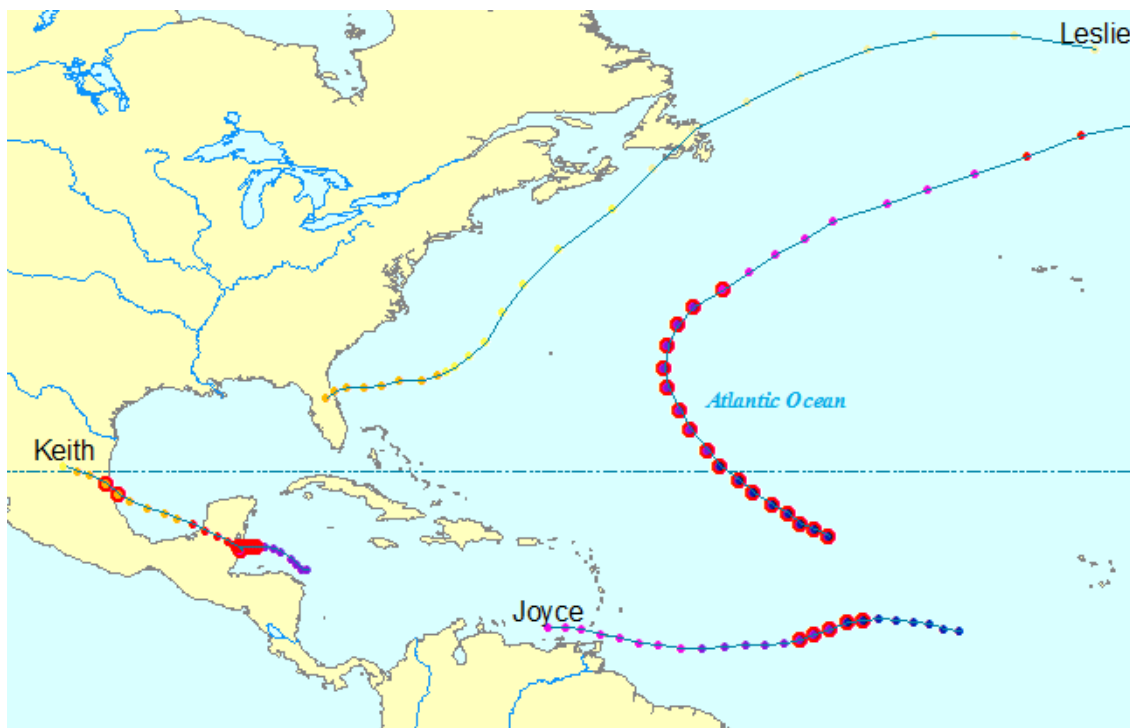


Fig: 20 Simbología para la acción “Velocidad de viento excesiva”.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

Se puede observar que las velocidades excesivas del viento se producen con mayor frecuencia cuando los huracanes están en medio del océano. Sin embargo, en algunas ocasiones, dichas velocidades excesivas del viento pueden producirse en tierra.

Vamos a configurar otra acción para resaltar aquellas velocidades del viento excesivas que tocan tierra.

Los pasos a seguir son los mismos que en el caso anterior, pero con las siguientes diferencias:

- Seleccionamos como método de activación de la acción una consulta y una localización. Cambiamos también la simbología:
- Usando el constructor de consultas Introducimos la misma consulta que en el caso anterior para los vientos mayores o iguales a 75 mph
- En el desplegable de dentro del apartado de consulta por localización elegimos la capa continentes, y como opción para activar la consulta elegimos "Intersecar"

Esta acción se activará cuando se cumplan estas dos condiciones.

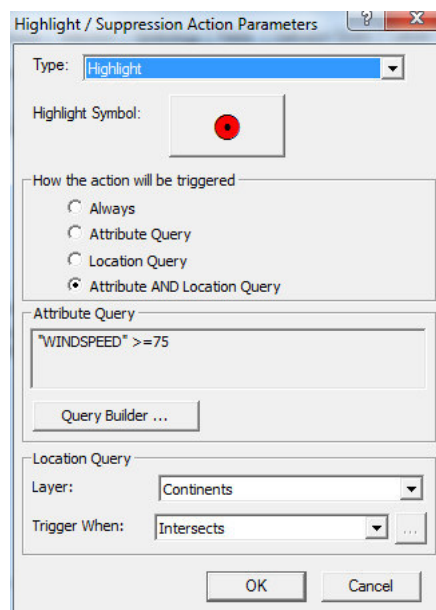


Fig. 21. Ventana de configuración de "acción"



Fig. 22 Detalle de acción "Velocidad excesiva del viento en tierra".

EVENTOS TEMPORALES COMPLEJOS.

Se consideran eventos complejos todos aquellos que incluyen un componente observacional y un componente de objeto.

El componente (o tabla) de observación temporal no incluye toda la información necesaria para el objeto, de modo que la información adicional se almacena en el componente de objeto. El contenido del componente de objeto depende de si los objetos rastreados se están desplazando o son estáticos.

El componente de objeto debería incluir todos los atributos que son estáticos. Por consiguiente, el componente de objeto podría contener el campo de forma para eventos estáticos. Como mínimo, debe incluir un campo ID que puede vincularlo al componente de observación.

La fusión de los componentes de objeto y observación temporal crea un registro de evento complejo o mensaje de datos. Se utiliza un campo ID único que existe en ambos componentes para unir los dos y crear una imagen completa de la información de cada evento.

3.2. Eventos estáticos complejos

Como hemos visto anteriormente, en los eventos estáticos complejos la ubicación de los objetos representados no cambia; por lo que la información geográfica se guarda en el componente de objeto, que también contiene un campo identificador único que permita vincularlo a la tabla o componente de observación. que contiene todos los demás atributos del objeto.

Se va a desarrollar un caso de evento estático complejo con datos de análisis químicos realizados en diferentes estaciones de aforo de las cuencas de los ríos Nalón y Narcea.

3.2.1. Datos de partida:

- Shapefile “chco”. Contiene el trazado de los ríos principales de todo el Principado de Asturias. Sirve como base cartográfica.
- Tabla Excel llamada “Datos_Nal_Narc.xlsx” que contiene la siguiente información:

NEOCODICA	UTM_X_ED50	UTM_Y_ED50	ASSP_FECHA_M	DSSP_COD_PAR	DSSP_VALORT	PAR_UNIDAD	ACTIVA	FECHA_ALTA	FECHA_BAJA
CHC2070	249076	4820257	02/09/2009	COND20	324	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	10/06/2009	COND20	284	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	05/05/2009	COND20	214	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	04/03/2009	COND20	272	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	02/07/2008	COND20	320	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	03/06/2008	COND20	250	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	06/05/2008	COND20	190	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	08/04/2008	COND20	242	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	06/03/2008	COND20	304	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	12/02/2008	COND20	302	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	15/01/2008	COND20	307	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	
CHC2070	249076	4820257	13/12/2007	COND20	324	µS/cm a 20°C	VERDADERO	22-ago-94	

Tabla 2. “Datos_Nal_Narc.xlsx”

Los campos que contiene esta tabla son los siguiente:

- NEOCODICA: Código que identifica cada estación de toma de datos.
- UTM_X_ED50: Coordenada X de la estación en el sistema ED 1950.
- UTM_Y_ED50: Coordenada Y de la estación en el sistema ED 1950.
- ASSP_FECHA_M: Fecha de toma de datos.
- DSSP_COD_PAR: Tipo de análisis realizado.
 - Demanda Biológica de oxígeno en 5 días. DBO5
 - Fosfatos. PO43-
 - Fósforo total. P_TOT
 - Porcentaje de oxígeno. O₂%.
 - Amonio. NH₄
- DSSP_VALOR: Valor del análisis.
- PAR_UNIDAD: Unidades de medida.
- ACTIVA: Define si la estación se encuentra en servicio. Verdadero o falso.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

- Fecha de Alta.
- Fecha de baja.

3.2.2. Preparación de datos:

Para crear eventos complejos en ArcMap es necesario que los componentes de objeto y observación se encuentren integrados en la misma base de datos personal. A través de ArcMap o ArcCatalog creamos una nueva base de datos con el nombre "Geodatabase".

Pero, solamente con una tabla, no es posible crear un elemento temporal complejo. Es necesario crear un elemento objeto y un elemento de observación.

1. Creación del elemento Objeto

Como ya hemos visto, este componente contiene la información espacial. AL disponer de las coordenadas cartesianas de las estaciones de toma de datos solamente tenemos que proyectarlas y crear un shapefile. Pero primero necesitamos una tabla en la que se encuentren las coordenadas de todas las estaciones sin repeticiones.

- Realizamos una copia de la tabla en Excel, seleccionamos la columna que contiene el campo NECODICA y en el menú "datos" seleccionamos la opción "quitar duplicados". Con esto conseguimos un registro de todas las estaciones con sus correspondientes coordenadas. Eliminamos todos los campos que no sean necesarios para crear el componente objeto, quedándonos solo con los que contienen las coordenadas y el código de cada estación (NEOCODICA).
- Agregamos esta tabla a ArcMap, hacemos clic derecho y elegimos la opción "display XY data".
- Exportamos estos datos (botón derecho → export data) eligiendo como sistema de referencia ED50 y zona 30. Nombramos el nuevo shapefile con el nombre "Estaciones".
- Importamos el shapefile a la base de datos.

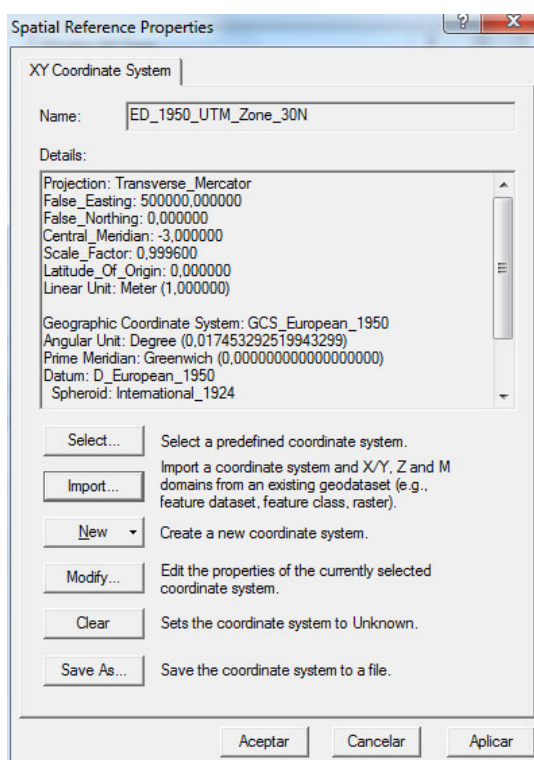


Fig. 23 Configuración sistema de referencia

2. Creación del elemento o tabla de observación.

La estructura de los datos de la tabla origen (todos los datos de los diferentes análisis se encuentran en la misma columna) permite realizar una vinculación directa de la tabla del componente objeto, siempre y cuando se realice una consulta en el asistente de creación de eventos temporales. Pero de este modo, una vez creado el evento temporal solo podríamos visualizar el atributo para el que se hizo la consulta. Si quisiéramos visualizar todos los atributos en un evento temporal tendríamos que crear un evento temporal por cada atributo, en nuestro caso tendríamos que crear 11 eventos temporales.

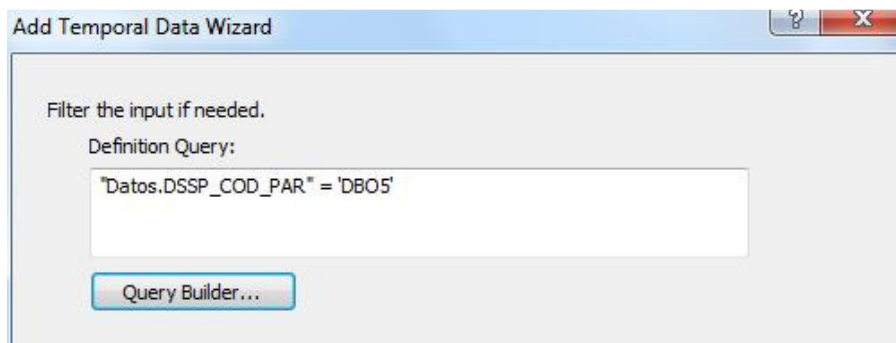


Fig. 24. Consulta para la selección de datos

Como esta opción es poco práctica, se ha optado por separar cada tipo de análisis en tablas diferentes para luego volver unirlos en una tabla única con tantos atributos como tipos de análisis hay. Se han seguido los siguientes pasos.

1. Segregación de datos en diferentes tablas.

- Abrimos la tabla origen en Excel y eliminamos los campos que no proporcionen información útil, quedándonos con los siguientes:
 - NEOCODICA,
 - ASSP_FECHA_M
 - DSSP_VALORT.
- Realizamos un filtrado del campo que contiene el tipo de análisis (DSSP_COD_PAR).
- Copiamos la tabla filtrada y la pegamos en una nueva tabla cuyo nombre sea el del tipo de análisis realizado. Cambiamos el nombre del campo DSSP_VALORT por el del análisis al que corresponde la nueva tabla.
- Repetimos este paso con todos los tipos de análisis hasta obtener 11 tablas.
- Importamos todas las tablas a la base de datos GEODATABASE.

2. Creación de un campo identificador único

Antes de realizar la unión entre tablas, necesitamos crear un campo de identificación único* para cada estación y fecha de análisis. De esta forma conseguimos que en la tabla resultante se muestren todos los tipos de análisis (11) como diferentes atributos, realizados en una estación y en una fecha.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

Este campo de identificación único es independiente del que se usará para crear el evento temporal. Su único fin es el de la unión de las tablas que conformarán el componente objeto.

Para realizar esto seguimos los siguientes pasos:

- Añadir todas las tablas al ArcMap.
- Abrir la tabla de atributos de cada una de ellas y añadir un campo nuevo de tipo texto con el nombre "ID_UNICO".
- Con la calculadora de campos (field calculator) concatenar los campos NEOCODICA y ASSP_FECHA. Para esto introducimos la expresión que se muestra en la figura adjunta:

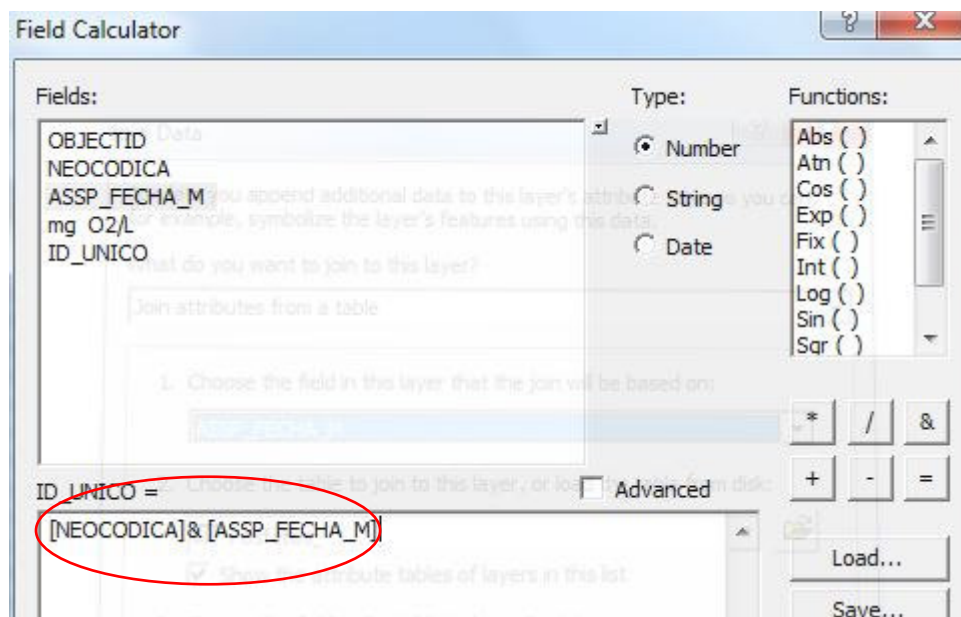


Fig 25. Concatenacion de campos

El campo resultante contendrá un código que identifica la estación y la fecha de análisis de forma común para todos los tipos de análisis.

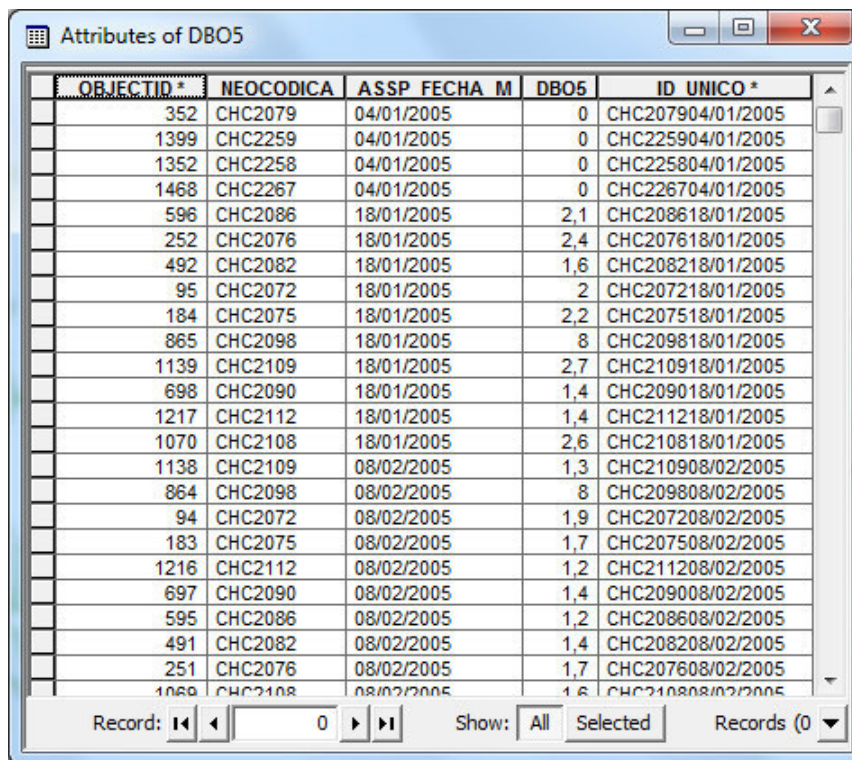
Las tablas ya están listas para su unión. Como tabla inicial de unión debemos elegir una de estas 11, pero no cualquiera. Debemos compararlas y elegir aquella que abarque un periodo de tiempo igual o mayor a las demás tablas, y que contenga el mayor número de registros.

La tabla que cumple estas condiciones es la de la temperatura del aire:

- Fecha Primer análisis: 4/1/2005
- Fecha último análisis: 29/8/2011
- Número de registros: 2556
- Eligiendo esta tabla como base para la unión de todas las demás nos aseguraremos de abarcar todo el rango temporal y de incluir el máximo de datos de todas las demás tablas.
- Para evitar confusiones, es mejor crear una copia de esta tabla con otro nombre. Esto se realiza mediante el comando exportar datos (export data), haciendo clic con el

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

botón derecho sobre ella. Si lo hacemos desde ArcCatalog podemos incluirla directamente en la base de datos.



OBJECTID*	NEOCODICA	ASSP FECHA M	DBO5	ID UNICO*
352	CHC2079	04/01/2005	0	CHC207904/01/2005
1399	CHC2259	04/01/2005	0	CHC225904/01/2005
1352	CHC2258	04/01/2005	0	CHC225804/01/2005
1468	CHC2267	04/01/2005	0	CHC226704/01/2005
596	CHC2086	18/01/2005	2,1	CHC208618/01/2005
252	CHC2076	18/01/2005	2,4	CHC207618/01/2005
492	CHC2082	18/01/2005	1,6	CHC208218/01/2005
95	CHC2072	18/01/2005	2	CHC207218/01/2005
184	CHC2075	18/01/2005	2,2	CHC207518/01/2005
865	CHC2098	18/01/2005	8	CHC209818/01/2005
1139	CHC2109	18/01/2005	2,7	CHC210918/01/2005
698	CHC2090	18/01/2005	1,4	CHC209018/01/2005
1217	CHC2112	18/01/2005	1,4	CHC211218/01/2005
1070	CHC2108	18/01/2005	2,6	CHC210818/01/2005
1138	CHC2109	08/02/2005	1,3	CHC210908/02/2005
864	CHC2098	08/02/2005	8	CHC209808/02/2005
94	CHC2072	08/02/2005	1,9	CHC207208/02/2005
183	CHC2075	08/02/2005	1,7	CHC207508/02/2005
1216	CHC2112	08/02/2005	1,2	CHC211208/02/2005
697	CHC2090	08/02/2005	1,4	CHC209008/02/2005
595	CHC2086	08/02/2005	1,2	CHC208608/02/2005
491	CHC2082	08/02/2005	1,4	CHC208208/02/2005
251	CHC2076	08/02/2005	1,7	CHC207608/02/2005
1069	CHC2108	08/02/2005	1,6	CHC210808/02/2005

Tabla 3. DBO5 segregada

3. Unión de tablas.

Se realiza mediante el comando unión (JOIN) al que se accede haciendo clic con el botón derecho sobre la tabla, dentro de la tabla de contenidos de ArcMap. De esta forma, escogiendo como campo de unión el campo ID_UNICO, vamos agregando todas las tablas una a una.

Una vez terminado y habiendo comprobado la coherencia de los datos, exportamos esta tabla para crear una independiente, de nombre "Datos_estaciones". Eliminamos todos los campos de atributos redundantes.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

OBJECTID_1*	OBJECTID	NECODICA	ASSP_FECHA	ID UNICO	Temp Aire	Fosfatos	Temp Agua	O2 CAMPO	pH	P TOTAL	NO2	NH4	DOO P	COND_26	O2	DBO5
1	281	CHC2075	04/07/2006	CHC207504/07/2006	21	0	20.3	0 8.0	0 8.0	0 0.40	0.36	3.7	457	84.8	3.2	
2	273	CHC2075	11/01/2006	CHC207511/01/2006	12.9	0	9.9	0 8.1	0 0.13	0 0.03	0.05	2.6	258	94.6	2	
3	284	CHC2075	12/07/2005	CHC207512/07/2005	19.3	0	20.9	0 8.0	0 0.13	0 0	0	2.8	579	79.9	2	
4	296	CHC2075	18/01/2005	CHC207518/01/2005	12.8	0	8.5	0 7.9	0 0.03	0 0.02	1.9	287	99.1	2.2		
5	298	CHC2076	23/08/2011	CHC207623/08/2011	21.2	0	18.8	0 8.2	0 0	0 0	0	1.7	432	90.1	2.1	
6	299	CHC2076	06/07/2011	CHC207606/07/2011	19.9	0	19.7	0 8.3	0 0.02	0 0.03	1.7	431	104	1.1		
7	300	CHC2076	06/06/2011	CHC207606/06/2011	14.3	0	18.1	0 8.1	0 0	0 0	0	1.8	429	94.7	1.4	
8	301	CHC2076	24/05/2011	CHC207624/05/2011	16.2	0	19.3	0 8.4	0 0.04	0 0.03	2.4	426	118	0		
9	302	CHC2076	11/04/2011	CHC207611/04/2011	14.2	0	14.8	0 8.7	0 0.02	0 0.03	1.8	301	102	0		
10	303	CHC2076	22/03/2011	CHC207622/03/2011	13.5	0	14.7	0 8.5	0 0	0 0	0	0	256	106	1.3	
11	304	CHC2076	09/02/2011	CHC207609/02/2011	10.6	0	8.5	0 8.3	0 0	0 0.08	1.4	281	107	0		
12	305	CHC2076	11/01/2011	CHC207611/01/2011	12.1	0	10.1	0 8.6	0 0.02	0 0.02	1.7	321	99.7	1.1		
13	306	CHC2076	09/11/2010	CHC207609/11/2010	12.6	0	11.2	0 8.1	0 0	0 0.03	5	223	103	1.2		
14	307	CHC2076	08/10/2010	CHC207608/10/2010	15.8	0	16.2	0 8.1	0 0.03	0 0	2.5	419	93.2	1.2		
15	308	CHC2076	14/09/2010	CHC207614/09/2010	23.1	0	19.7	0 8.4	0 0	0 0.05	1.6	544	91.2	1.6		
16	309	CHC2076	10/08/2010	CHC207610/08/2010	23.2	0	18.3	0 8.8	0 0.04	0 0.08	1.4	566	103	1.6		
17	310	CHC2076	12/07/2010	CHC207612/07/2010	24.3	0	20.4	0 8.4	0 0.04	0 0.04	1.9	538	99.8	1.3		
18	311	CHC2076	07/06/2010	CHC207607/06/2010	23.9	0	17.1	0 8.5	0 0.03	0 0	2	413	107	1.1		
19	312	CHC2076	04/05/2010	CHC207604/05/2010	8.9	0	9.6	0 8.0	0 0.04	0 0.10	6.9	187	97.2	4.6		
20	313	CHC2076	05/04/2010	CHC207605/04/2010	5.3	0	8.8	0 8.0	0 0.02	0 0	2.3	299	91.2	1.2		
21	314	CHC2076	02/03/2010	CHC207602/03/2010	11	0	7.3	0 8.5	0 0.02	0 0	1.4	274	106	1.9		
22	315	CHC2076	01/02/2010	CHC207601/02/2010	15.3	0	8.7	0 7.1	0 0	0 0	1.6	221	96.4	1.8		
23	317	CHC2076	14/01/2009	CHC207614/01/2009	8.1	0	8.4	0 6.9	0 0.04	0 0	3.6	374	91.8	2		
24	322	CHC2076	14/07/2008	CHC207614/07/2008	9.9	0	21.3	0 8.7	0 0.04	0 0.02	2.1	463	100	1		

Tabla 4. "Datos estaciones"


Una vez creada la clase de entidad estaciones (que contiene el componente objeto), y la tabla "Datos_estaciones" (que contiene el componente de observación); se puede crear el evento temporal estático complejo.

Pasos:

1. Habilitar extensión tracking Analyst.

Explicado en el apartado evento temporal simple.

2. Agregar datos temporales.

Hacer clic en el botón Añadir Dato Temporal  de la barra de herramientas de Tracking Analyst para abrir el cuadro de diálogo del Asistente para añadir datos Temporales:

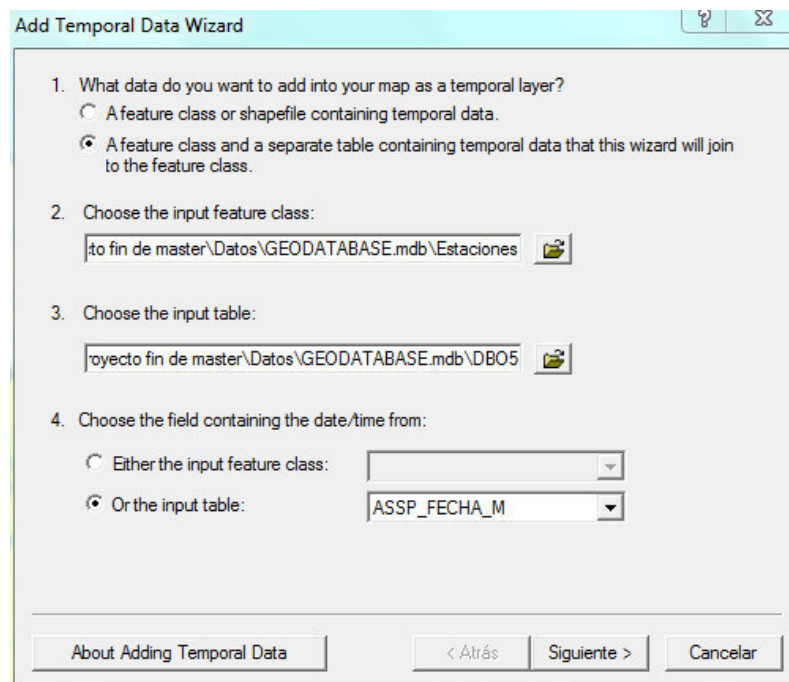


Fig. 26 Asistente para agregar datos temporales.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

- En el primer apartado elegimos la opción “clase de entidad y una tabla separada que contiene datos temporales que este asistente unirá a la clase de entidad”. De esta forma estamos creando un **evento temporal complejo**.
- En el segundo apartado elegimos la clase de entidad a través del explorador de archivos, en nuestro caso “atlantic_hurricanes2000”.
- En el tercer apartado elegimos la tabla a la que vamos a unir la clase de entidad, “DBO5” (demanda biológica de oxígeno).
- En el cuarto apartado elegimos el campo que contiene la información temporal. Al tratarse de un evento temporal complejo estos se encuentran en la tabla que se unirá con la clase de entidad. Elegimos la opción tabla. Dependiendo de cómo venga dada la información temporal el asistente reconocerá el campo fecha/hora o habrá que indicar como debe ser leído (ver apartado eventos temporales simples). En nuestro caso el asistente lo reconoce (No existe registro de hora, solo de fecha).

La capa resultante es una capa temporal en ArcMap en la que aparece la situación de las estaciones de medida y se representan a lo largo del periodo representado los cambios de los valores representados.

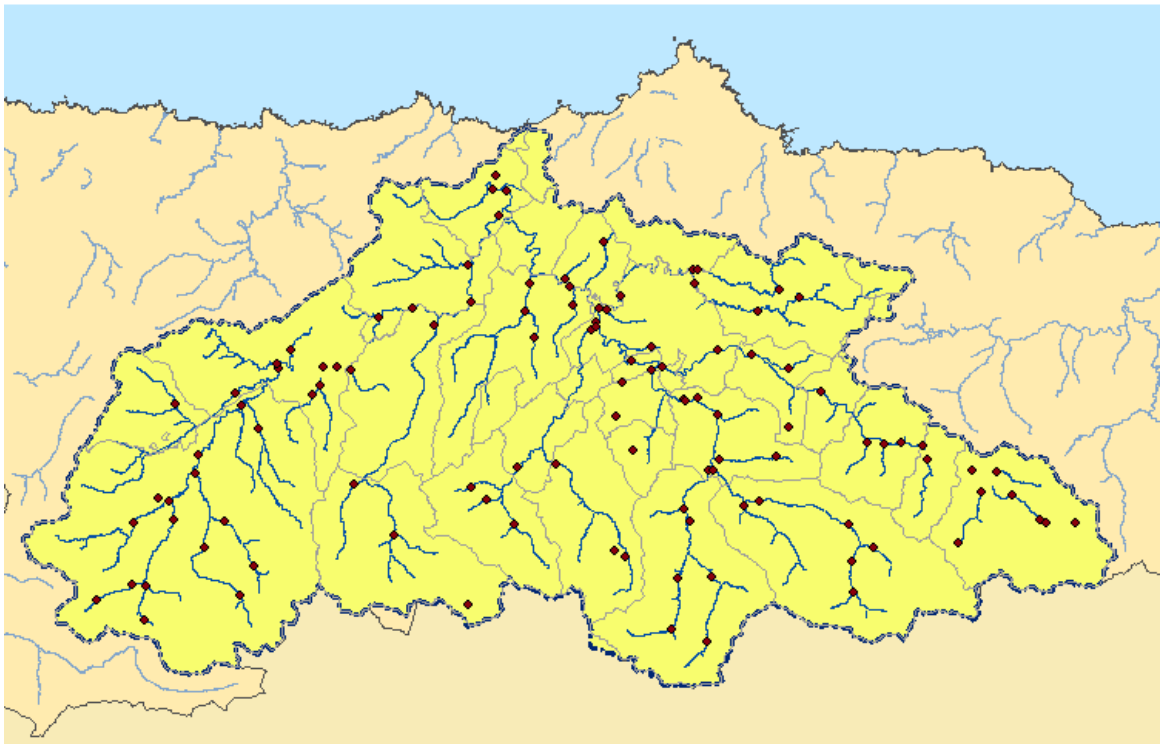


Fig. 27 Aspecto de la capa de trazado con los datos sin procesar

3.2.3. Representación de datos.

Para ilustrar lo eventos temporales estáticos se han tomado datos de análisis químicos realizados a las aguas de las corrientes fluviales de la cuenca hidrográfica del Río Narcea.

Se han elegido los siguientes tipos de análisis químicos para su representación.

- Demanda biológica de oxígeno. DBO₅. (mg/l O₂)
- Oxígeno disuelto. %_O₂.
- Nitritos. NO₂. (mg/l)
- Amonio. NH₄. (mg/l).
- pH

Demanda biológica de oxígeno.

La medida de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO₅) para el seguimiento y control de la calidad de las aguas superficiales en relación con el impacto de los vertidos de naturaleza urbana se utiliza, tanto a nivel nacional como internacional (Agencia Europea de Medio Ambiente). Una elevada DBO₅ indica un exceso de materia orgánica, indicador de contaminación por aguas residuales urbanas.

Clasificación de datos.

Para la representación de este parámetro se ha hecho una clasificación en cinco clases con los siguientes valores de ruptura: 3, 10, 20 y 30 mg/l. Los más significativos de estos valores son:

- 3 mg/l. Valor máximo para el que pueden vivir las especies de peces de la familia de los salmónidos.
- 30 mg/l. Valor por encima del cual se suele considerar un agua contaminada.

Para la representación se han utilizado símbolos graduados. Se ha cambiado manualmente el color de cada rango de valores de la siguiente manera:

- Valores óptimos (< 3 mg/l O₂) → Verde
- Valores intermedios (3 – 30 mg/l O₂) → Naranja.
- Valores altos o aguas contaminadas (> 30 mg/l O₂) → Rojo.

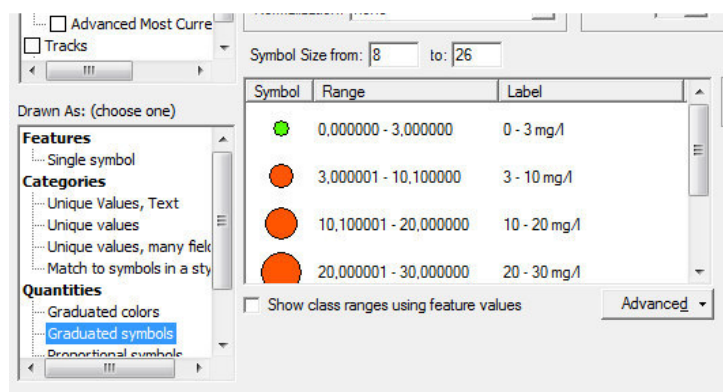


Fig. 28 Simbología para la representación de los valores DBO₅

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

Se podría haber creado una acción para resaltar aquellos valores que rebasen el límite que marca las aguas contaminadas pero, eligiendo este valor como punto de ruptura mas alto en la clasificación y representándolo con un valor que lo distinga de los demás tenemos la ventaja de que el tamaño de la simbología sigue siendo proporcional al dato representado.

La visualización de datos sin ventana temporal nos da una primera idea de la distribución espacial de los datos, aunque no se puede saber la distribución es homogénea a lo largo de todo el evento.

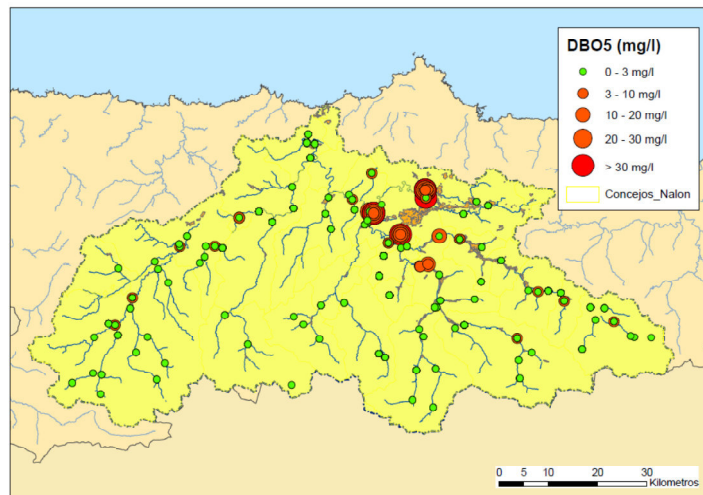


Fig. 29 Demanda biológica de oxígeno

Para la representación de datos temporales¹ en el reproductor se ha elegido una ventana temporal de 14 días para evitar el solapamiento de información y, por tanto, su ocultación.

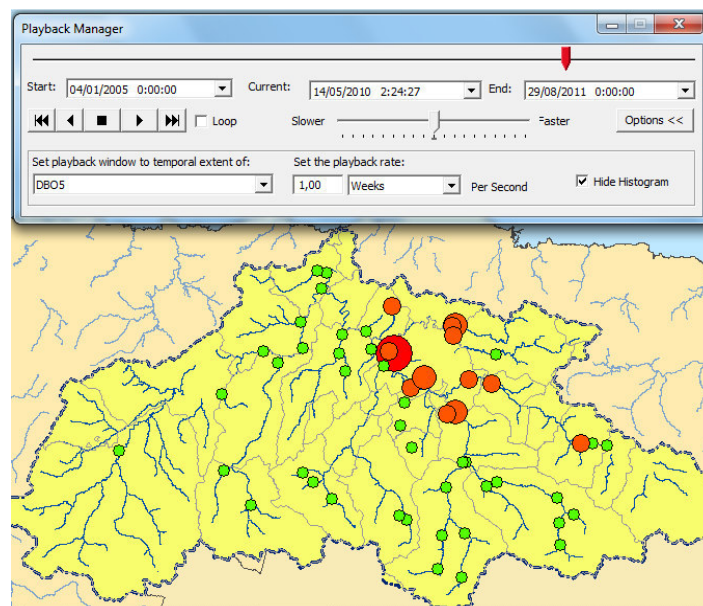


Fig. 30

¹ Ver videos de animación de datos temporales adjuntos al presente documento.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

Representación puntual de la DBO₅

Observando la reproducción del evento temporal para la demanda biológica de oxígeno y su distribución en el mapa, se puede deducir que los mayores valores ocurren en municipios con poblaciones medianamente altas y concentradas.

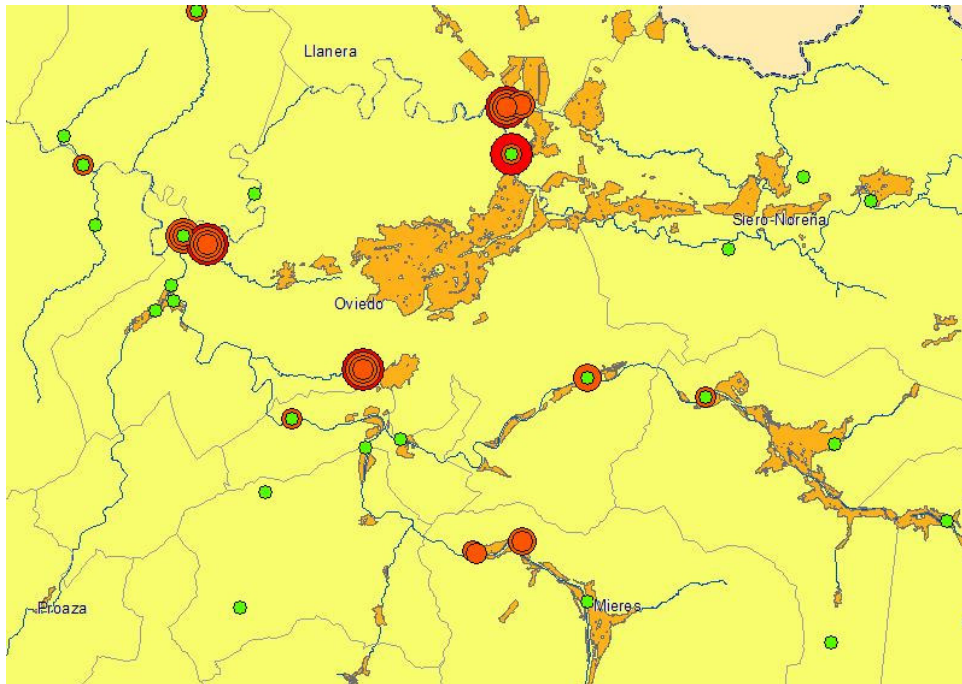


Fig. 31 Detalle de zonas con mayor DBO₅

Porcentaje de oxígeno en el agua; o "saturación de oxígeno".

Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es un indicador de cómo de contaminada está el agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir.

El oxígeno disuelto en el agua proviene del oxígeno en el aire que se ha disuelto en el agua, por lo que están muy influidos por las turbulencias.

Parte del oxígeno disuelto en el agua es el resultado de la fotosíntesis de las plantas acuáticas, por lo que ríos con muchas plantas en días de sol pueden presentar sobresaturación de Oxígeno.

Los niveles bajos de Oxígeno pueden encontrarse en áreas donde el material orgánico (vertidos de depuradoras, granjas, plantas muertas y materia animal) está en descomposición. Las bacterias requieren oxígeno para descomponer desechos orgánicos y, por lo tanto, disminuyen el oxígeno del agua.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

Clasificación de datos.

Para la clasificación de este parámetro se han elegido los siguientes intervalos:

- < 60 % Agua pobre en Oxígeno. Por alta temperatura o por alta actividad microbiana.
- 60 - 70 % Aceptable para la vida.
- 80 – 125 % Óptimo para la vida.
- > 125 %. Puede ser peligroso para los peces.

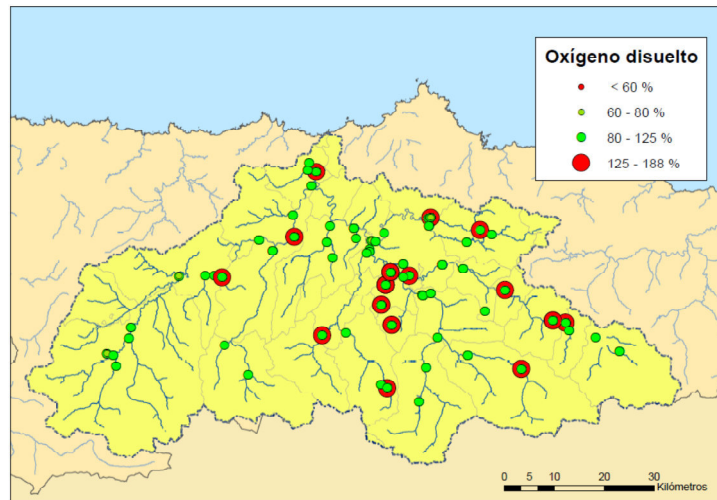


Fig. 32 Saturación de Oxígeno

Observando el mapa con todos los valores temporales representados, da la impresión de que la baja calidad de las aguas en base a este parámetro es algo medianamente generalizado en toda la cuenca. Sin embargo, al observar la representación temporal se comprueba que se trata de datos puntuales que ocurren en épocas de mayor calor.

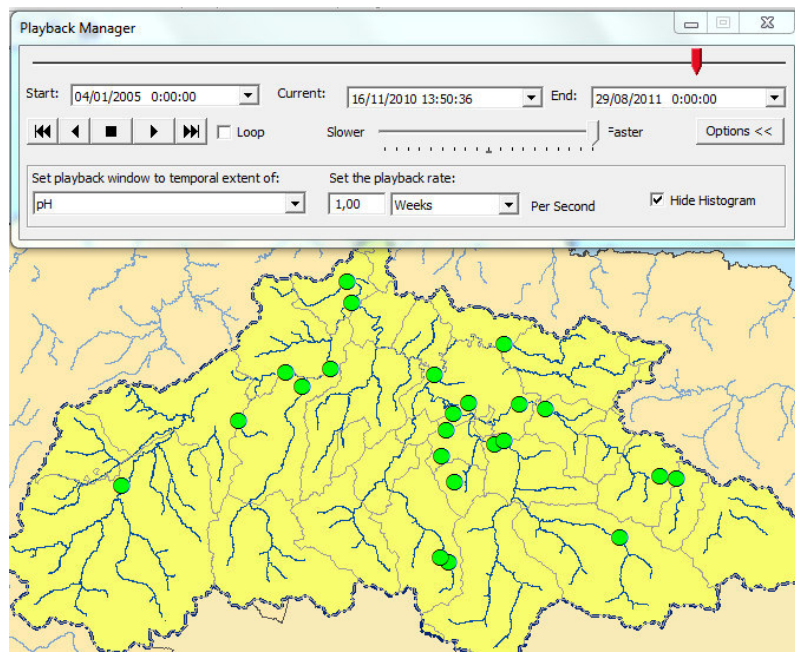


Fig. 33 Representación de datos temporales de la Saturación de oxígeno.

pH

Los valores normales de pH en corrientes fluviales oscilan entre 6 y 9.

Clasificación de datos

Se han utilizado los datos anteriormente citados como valores de ruptura. Para su representación se ha elegido utilizar un símbolo para cada intervalo.

- $\text{pH} < 6 \rightarrow$ Cuadrado rojo.
- $6 < \text{pH} < 9 \rightarrow$ Círculo verde
- $\text{pH} > 9 \rightarrow$ Círculo azul.

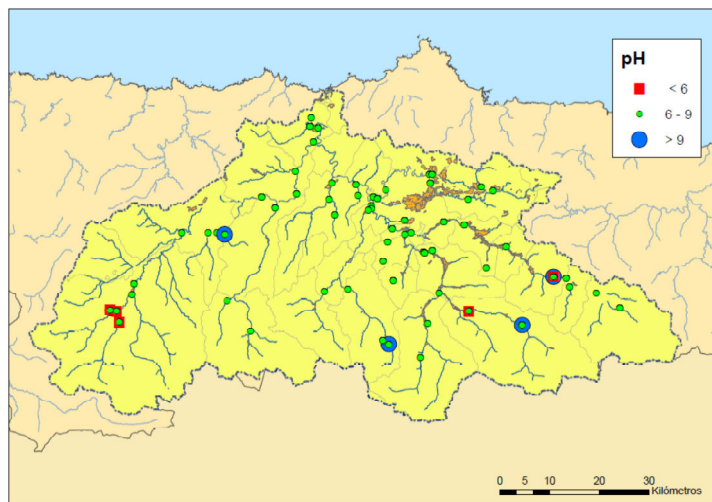


Fig. 34 pH

La mayoría de los datos se encuentran dentro del rango aceptable para pH. Aparentemente, según su distribución no parecen estar ligados a procesos antrópicos, salvo un punto en el que se da una fluctuación de valores básicos a ácidos con menos de 4 meses de diferencia.

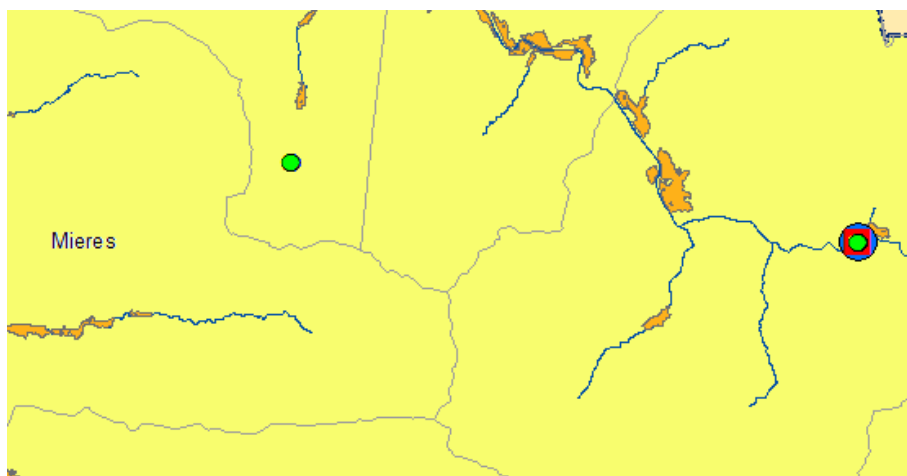


Fig. 35 Detalle de punto con cambio brusco de pH.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

Nitritos.

La presencia de nitritos en el agua es indicativo de contaminación de carácter fecal reciente . En aguas superficiales, bien oxigenadas, el nivel del nitrito no suele superar 0.1 mg/l.

Cabe resaltar que el nitrito se halla en un estado de oxidación intermedio entre el amoníaco y el nitrato.

Los nitritos en concentraciones elevadas reaccionan dentro el organismo con aminas y amidas secundarias y terciarias formando nitrosaminas de alto poder cancerígeno y tóxico(OMS, 1980, 1985; Guang.)

Clasificación de datos.

Se han elegido los siguientes rangos de valores:

- < 0,1 mg/l NO₂. Valor máximo para la vida de los salmónidos.
- 0,01- 0,02 mg/l NO₂. Valor máximo para la vida de la mayoría de los peces.
- 0,2 – 0,4 mg/l NO₂. Mueren el 50 % de las truchas.
- > 1 mg/l NO₂. Totalmente tóxico para los peces. (No se da este valor en nuestro caso).

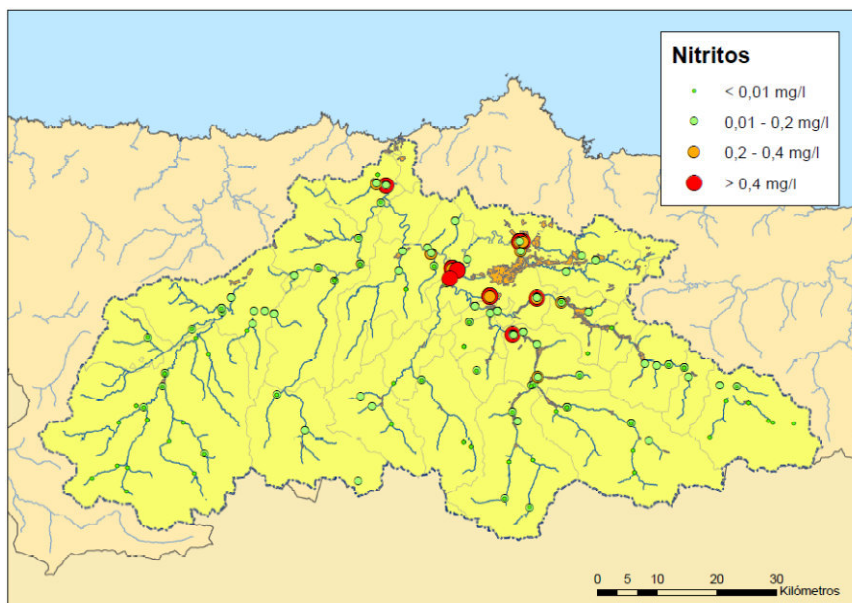


Fig. 36 Nitritos

Los valores de nitritos por encima de de 0,4 mg/l se da en las proximidades de las poblaciones más importantes de la cuenca del Nalón; Oviedo y Mieres.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

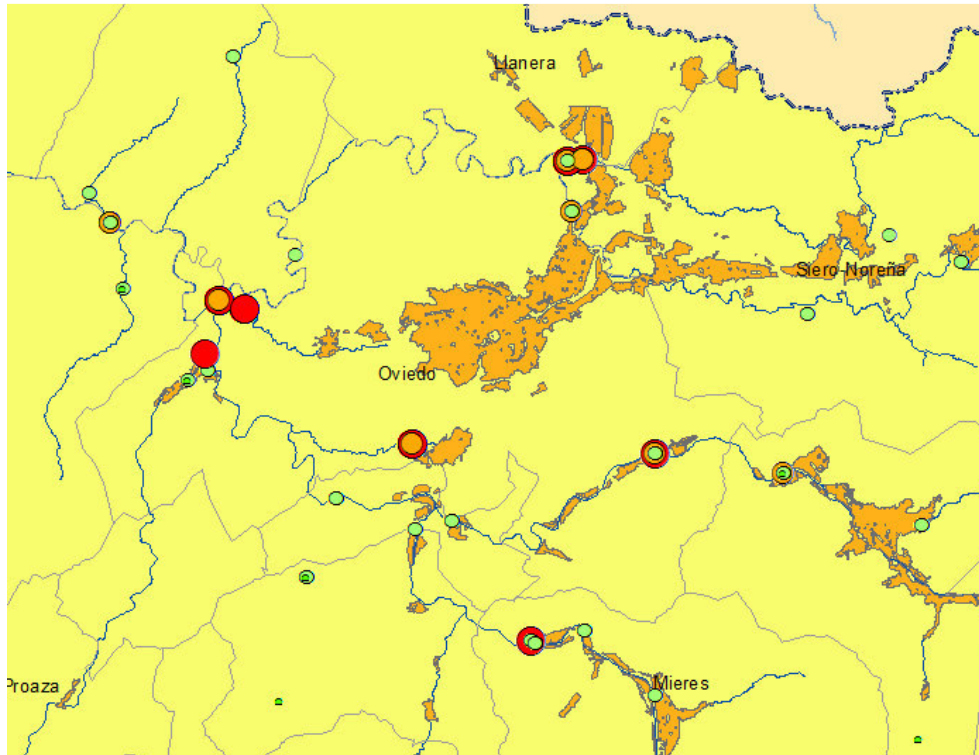


Fig 37 Zonas con mayor contaminación por NO₂

Los datos de mayor contaminación se dan en áreas urbanas grandes y en épocas de verano.

Por lo general la calidad de las aguas en cuanto a concentración de nitritos en la cuenca del Nalón es buena.

Amonio total.

El amonio, que se incorpora al agua procedente de las redes de saneamiento, es otro de los compuestos significativos a la hora de evaluar la calidad de las aguas.

Junto con los nitratos es la fuente principal de aporte de nitrógeno al agua, contribuyendo a los procesos de eutrofización. Una nueva concentración elevada indica que se ha producido un vertido reciente de aguas fecales.

Clasificación de datos.

- < 0,04 mg/l NH₄ → Valor recomendado.
- 0,2 - 0,4 mg/l NH₄
- 0,4 - 0,6 mg/l NH₄
- 0,6 – 1 mg/l NH₄
- > 1 mg/l NH₄ → Máximo permitido.

La distribución de datos es muy parecida a la de los Nitritos y a la de la demanda biológica de oxígeno, valores por encima de lo permitido concentrados en grandes poblaciones, aunque son menos estacionales.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

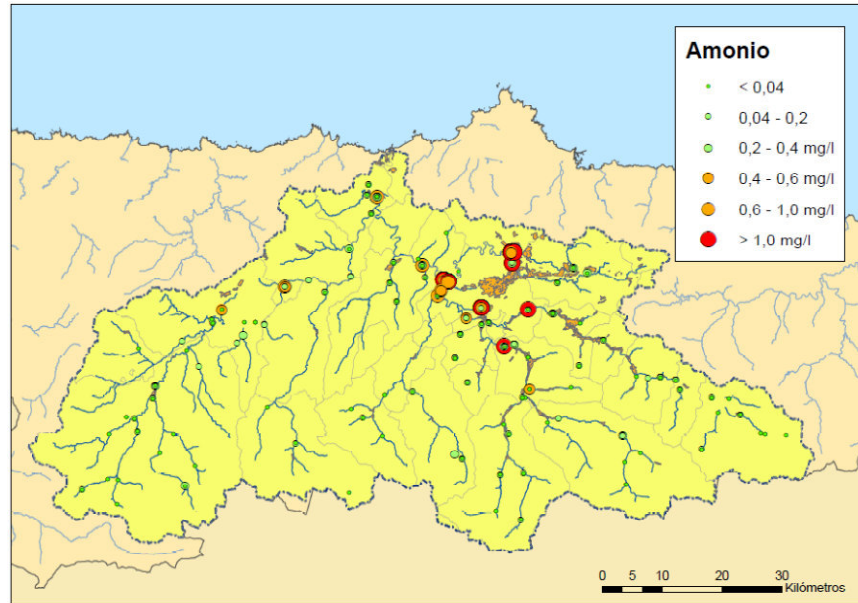


Fig. 38 Amonio

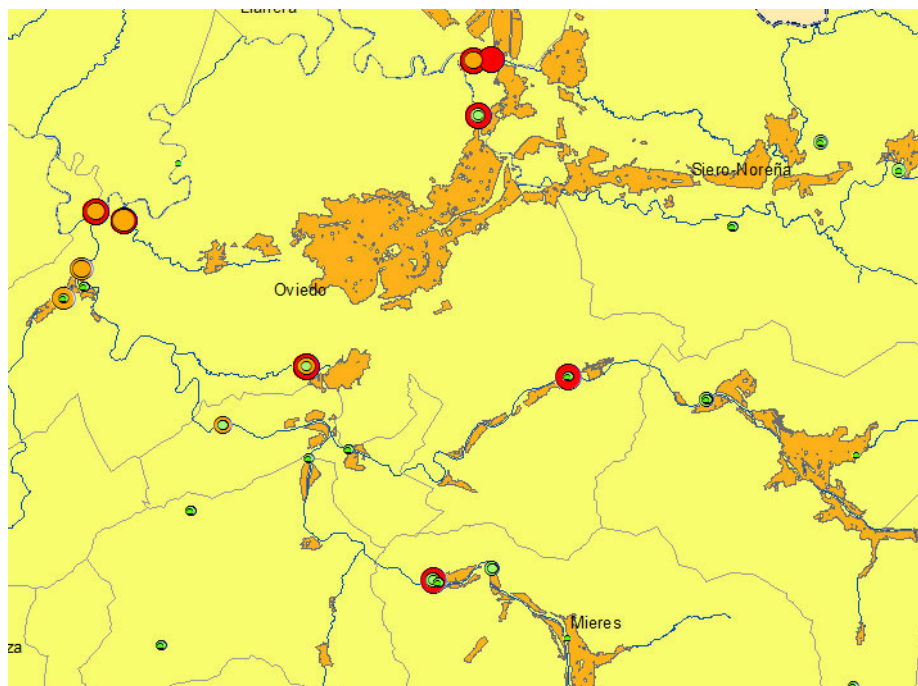


Fig. 39 Zonas con mayor contaminación por NH_4

3.2.4. Datos comparados

En los análisis de datos realizados individualmente se ha comprobado que la contaminación de agua por encima de los límites recomendados ocurre fundamentalmente en las zonas más pobladas de la cuenca. Para comprobar si existe una relación entre los parámetros medidos se van a representar simultáneamente. Se ha decidido no representar el pH; ya que parece no guardar relación con los demás parámetros y no presenta unos valores preocupantes.

Clasificación de datos

En la representación de parámetros comparados vamos a usar solamente aquellos datos que se encuentren fuera de los límites permitidos, en cuyo caso diremos que existe contaminación por la alta presencia de un determinado compuesto (o por baja concentración en el caso de la tasa de saturación de oxígeno).

Elegimos una representación del tipo “símbolos graduados”. (Como solo va a existir un rango de valores por cada parámetro representado, la simbología será del mismo tamaño en los cuatro casos).

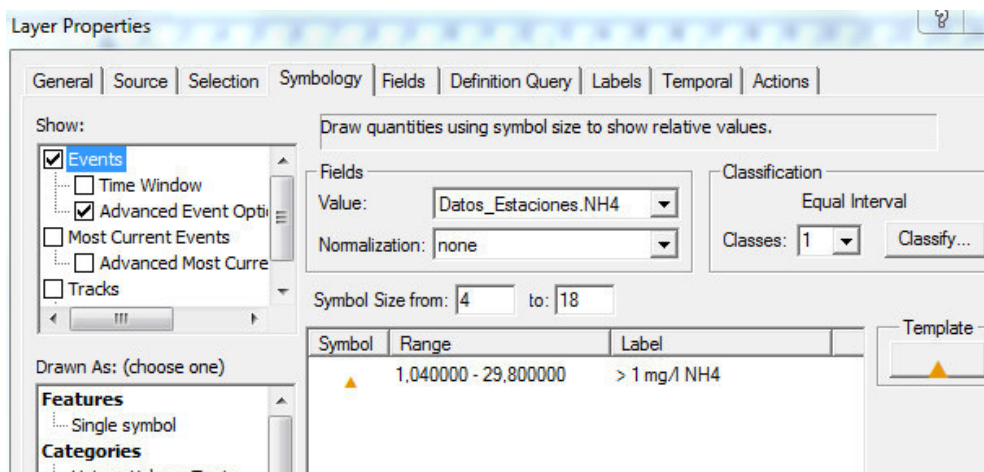


Fig.40

En los parámetros DBO₅, NO₂, NH₄ hacemos una clasificación de datos en un solo intervalo. Usamos la opción de exclusión (apartado “exclusión de datos” en el menú de configuración de la simbología dentro de la capa), y escribimos la expresión para seleccionar aquellos valores que queremos excluir en la representación (los que se encuentran dentro de los límites aceptables).

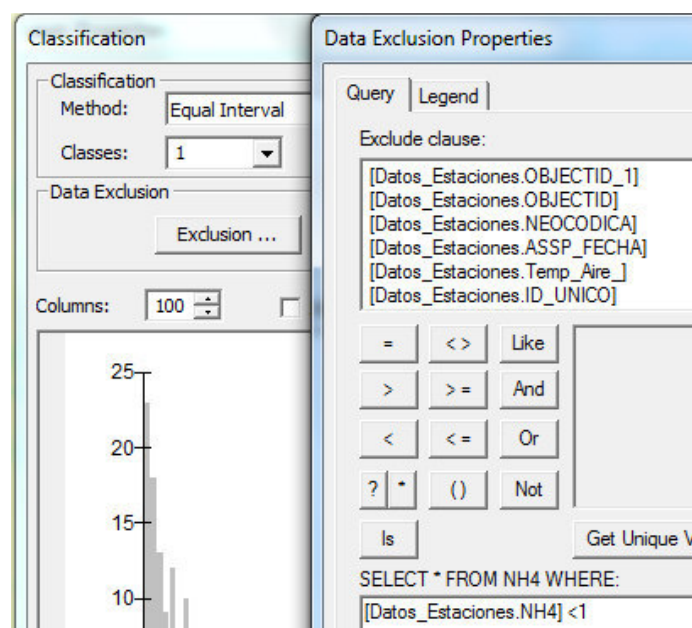


Fig. 41 Clasificación y exclusión de datos.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

En el parámetro saturación de oxígeno existen dos rangos anómalos. Por debajo del 60 % y por encima del 125 %. La sobre-saturación de oxígeno se debe principalmente a la turbulencia de la corriente, por lo que no se puede considerar contaminación antrópica.

Se ha decidido representar solamente aquellos valores que se encuentran por debajo del 60 % de saturación de oxígeno, ya que esta condición está claramente provocada por factores antrópicos.

Simbología

Para la representación conjunta se ha creado una simbología en forma de triángulos unidos por sus vértices, de esta forma se puede simbolizar la presencia conjunta de estos cuatro parámetros. En cada punto solo serán representados aquellos triángulos correspondientes a los tipos de contaminación que se dé en ese punto.

Para que los triángulos no se solapen hay que rotarlos y moverlos de tal forma que uno de los vértices quede tocando el punto central.

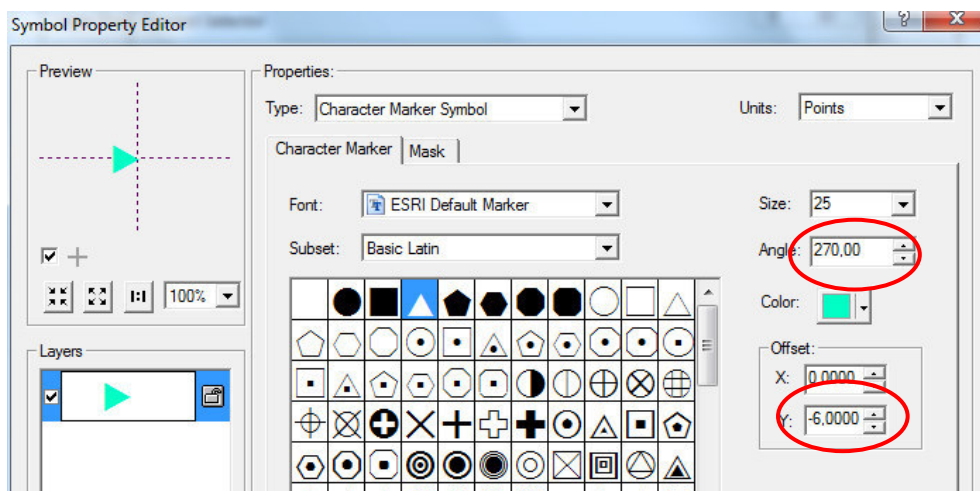






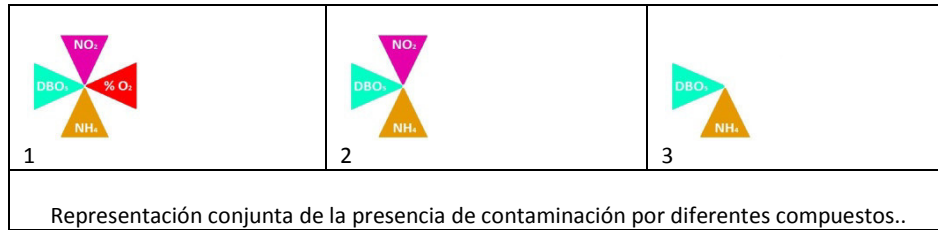
Fig. 42 Configuración de la simbología

La simbología para cada parámetro es la siguiente.

- Nitritos. 
- Saturación de oxígeno. 
- Amonio 
- Demanda Biológica de oxígeno. 

Las figuras adjuntas ilustran 3 ejemplos de representación.

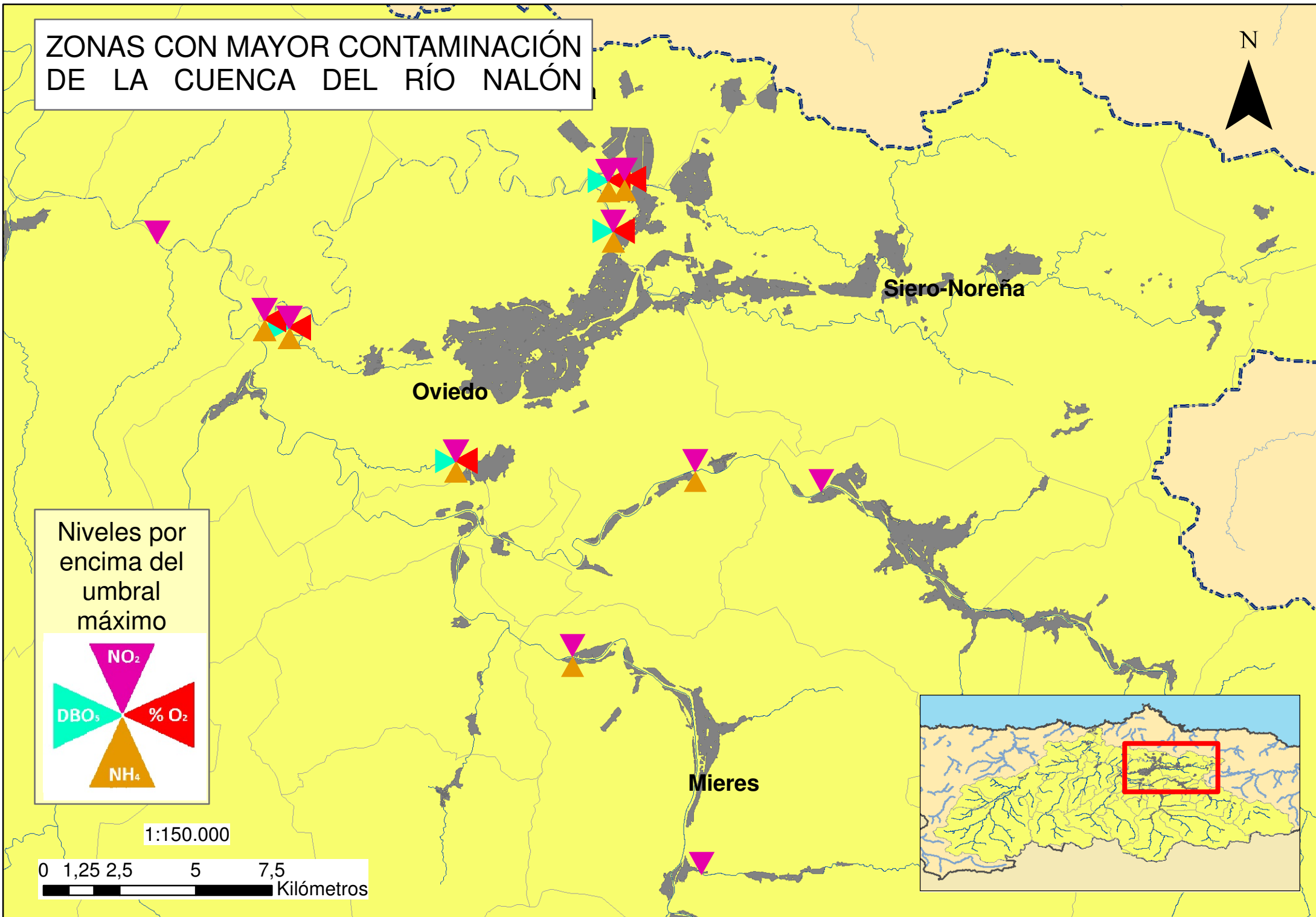
REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.



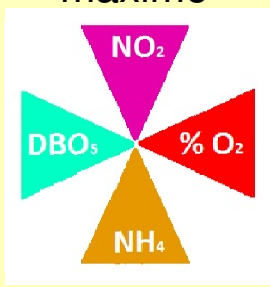
- Caso 1. En este punto se encuentran los cuatro tipos de contaminantes en concentraciones fuera de lo admisible.
- Caso 2. No hay contaminación por baja tasa de saturación de oxígeno.
- Caso 3. No hay contaminación ni por nitritos ni por baja tasa de saturación de oxígeno.

En la página siguiente se encuentra el plano de contaminación en la zona correspondiente a Oviedo, Mieres y Siero; dentro de la cuenca hidrográfica del río Nalón.

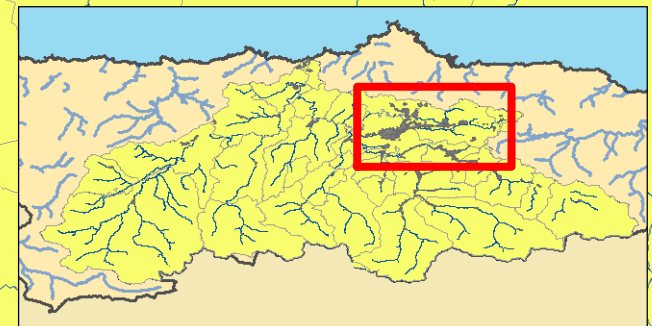
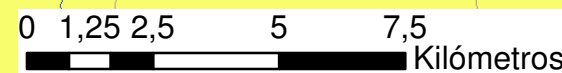
ZONAS CON MAYOR CONTAMINACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO NALÓN



Niveles por encima del umbral máximo



1:150.000



REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

3.2.5. Análisis temporal.

En el apartado anterior ya analizamos por separado cada uno de los parámetros representados. Ahora trataremos de analizar la relación existente entre estos cuatro parámetros.

Observando la animación conjunta de las cuatro capas temporales creadas para el análisis de contaminantes, se puede deducir que la estacionalidad es más marcada en el caso de la demanda biológica de oxígeno y la saturación en oxígeno. Ambos están condicionados por factores muy parecidos, temperatura y presencia de materia orgánica.

Los niveles de contaminación por nitritos y por amonio son más constantes a lo largo del año, y parecen tener cierta relación entre sí. Seguramente sea debido a que ambos se encuentran en los vertidos de aguas fecales.

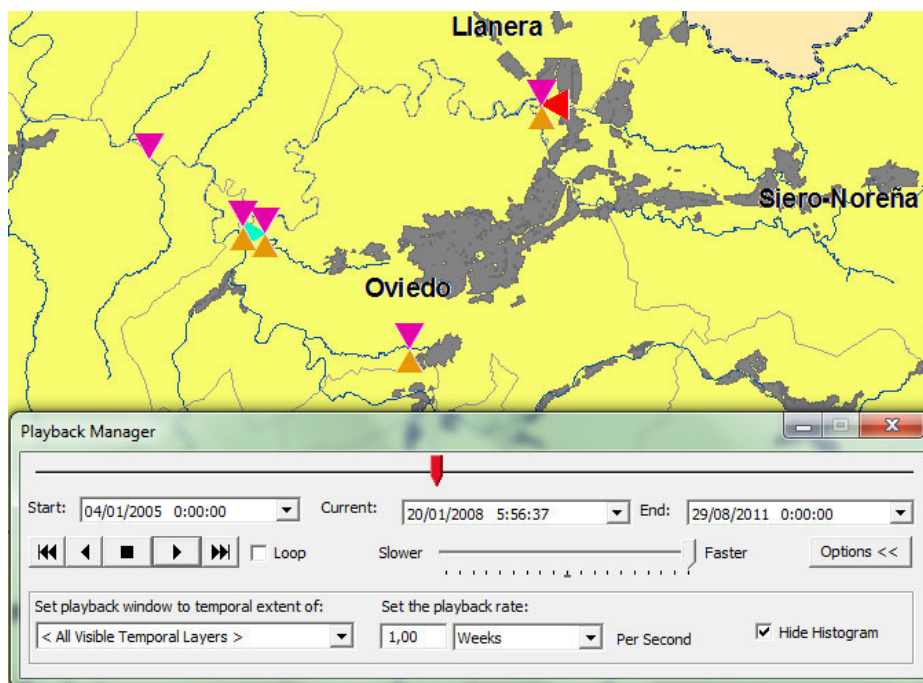


Fig. 43 Representación puntual conjunta de contaminación

3.3. Eventos dinámicos complejos.

Como se explicó anteriormente, se llaman eventos dinámicos complejos a aquellos en los que los elementos representados se encuentran en movimiento. Esto significa que la información geográfica se almacena en el componente de observación, a diferencia de los eventos estáticos complejos en los que la información geográfica se guarda en el componente objeto (el que almacena los atributos estáticos)

Esto se materializa de la siguiente forma:

- Componente observación → Clase de entidad que contiene los elementos en movimiento representados.
- Componente Objeto → Tabla incluida en la misma base de datos personal en la que se almacenan los atributos estáticos y la información adicional.

La fusión de los componentes de objeto y observación temporal crea un registro de evento complejo o mensaje de datos. Se utiliza un campo ID único que existe en ambos componentes para unir los dos y crear una imagen completa de la información de cada evento.

3.3.1. Datos de partida

Para ilustrar el caso de los eventos dinámicos complejos se ha decido realizar una representación de un transporte de mercancías peligrosas entre dos puntos (Mieres y el puerto de Gijón).

Se ha creado una **base de datos personal** con el nombre “Transporte de mercancías peligrosas”, en la que integraremos los elementos que se integrará, en la capa de seguimiento.

BASE GEOGRÁFICA.

Se han utilizado los archivos descargados del sitio web Cartociudad (<http://www.cartociudad.es/visor/>), perteneciente al Instituto Geográfico Nacional de España, del que se han tomado las siguientes capas:

- Municipios,
- Tramo Vial
- Manzana

Se ha usado la misma capa de ríos del ejemplo de los eventos estáticos complejos.

3.3.2. Preparación de datos.

Componente de observación.

- Importamos un archivo de tipo kmz para definir el recorrido entre los puntos inicial y final a través de la herramienta “KML to layer” (Herramientas de conversión).
- Exportamos esta capa a shapefile. (Clic botón derecho sobre la capa → exportar datos).
- Utilizando la herramienta “Vértices a puntos” creamos un nuevo shapefile de puntos al que se le ha llamado Trackpoints.shp.
- Exportamos el shapefile para poder editarlo con Excel.

	A	B	C	D	E	F
1	OBJECTID	FID_TRAZA	OBJECTID	ORIG_FID	POINT_X	POINT_Y
2	1	0	14	1	274626,000000000000	4791440,000000000000
3	2	0	14	1	274642,000000000000	4791610,000000000000
4	3	0	14	1	274654,000000000000	4791730,000000000000
5	4	0	14	1	274660,000000000000	4791790,000000000000
6	5	0	14	1	274670,000000000000	4791870,000000000000
7	6	0	14	1	274680,000000000000	4791960,000000000000
8	7	0	14	1	274688,000000000000	4792040,000000000000
9	8	0	14	1	274700,000000000000	4792150,000000000000
10	9	0	14	1	274717,000000000000	4792250,000000000000
11	10	0	14	1	274729,000000000000	4792390,000000000000
12	11	0	14	1	274737,000000000000	4792470,000000000000
13	12	0	14	1	274747,000000000000	4792560,000000000000
14	13	0	14	1	274585,000000000000	4792590,000000000000

Tabla 5 “Tracking_Points”

- Creamos los campos:
 - Distancia tramo. Se ha elegido el sistema cartesiano de coordenadas ETRS89 precisamente para poder realizar fácilmente el cálculo de la distancia entre tramos definidos por puntos contiguos de los cuales sabemos sus coordenadas. Introducimos la fórmula que se muestra en la figura (teorema de Pitágoras) para calcular este valor en Km.

=ABS(RAIZ((C3-C2)^2+(D3-D2)^2))/1000		
C	D	E
_X	POINT_Y	Distancia_Tramo
274516,77	4791233,51	0,00
274532,97	4791406,16	0,1734

Fig. 44

- Creamos un campo donde insertaremos un factor de multiplicación aleatorio que servirá para simular la velocidad registrada de los transportes. Este factor se define entre un valor máximo y uno mínimo, expresados en porcentaje. Lo dividimos por

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

100 para expresarlo en tanto por uno. Elegiremos factores aleatorios diferentes para cada elemento representado (Transportes).

=ALEATORIO.ENTRE(70;101)/100			
	H	I	J
	Hora	Velocidad	Aleatorio
14	09:00:00		0 =ALEATORIO

Fig 45 Fórmula de factor aleatorio

- Tomamos nota sobre el plano en ArcMap de los puntos inicial y final de cada tipo de tramo (autopista, carretera o vía urbana) de la capa "Tracking points". En el campo velocidad insertamos la velocidad límite de cada tramo y lo multiplicamos por el factor aleatorio (Uno diferente por cada elemento representado).
- Tiempo. El valor de este campo es el resultado de dividir los campos "Distancia Tramo" y "Velocidad". Definimos formato hora con la notación HH:MM:SS (horas:minutos:segundos).
- Campo Hora. En el primer registro ponemos el valor de la hora de partida. El resto de campos serán el resultado de la suma del campo "Hora" anterior y el campo tiempo que le corresponde. De esta forma, aplicando la fórmula a toda la columna obtenemos las horas a las que el objeto alcanza cada punto del trazado.
- Campo fecha, que será el mismo para todos porque el evento sucede dentro en un mismo día.
- Creamos dos campos diferentes, "fecha_txt" y "hora_txt", e introducimos la expresión que se muestra en la figura para definir el tipo de notación de estos dos campos en tipo texto y no numérico.

=TEXTO(G2;"dd/mm/aaaa")		
I	J	K
Velocidad	Aleatorio	Fecha txt
0		

Fig. 46 Campo "fecha" tipo texto

=TEXTO(H2;"hh:mm:ss")			
	J	K	L
Velocidad	Aleatorio	Fecha_txt	Hora_txt
0	0.8	20/06/2014	09:00:00

Fig. 47 Campo hora tipo texto

- Campo Fecha/hora. Concatenamos estos dos campos en un campo tipo texto, con un espacio entre los dos valores.

=CONCATENAR(K2;" ";L2)				
I	J	K	L	M
Velocidad	Aleatorio	Fecha_txt	Hora_txt	Fecha Hora
0	0,8	20/06/2014	09:00:00	20/06/2014 09:00:00

Fig. 48 Campo Fecha/hora

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

Esto se podría haber hecho también desde la herramienta “Concatenar fecha y hora” del ArcMap, dentro del grupo de herramientas de Tracking Analyst; pero solo es posible realizarlo con clases de entidad o shapefiles.

- Campo “ID_TRANSPORTE”. Este campo va a permitir identificar de forma única cada objeto representado.

Copiamos la tabla resultante en 4 veces consecutivas dentro de la misma tabla, pero en cada copia:

- Definimos un identificador de transporte diferente, del “001” al “005”.
- Fijamos un factor diferente en cada transporte. A cada uno de ellos le ponemos una hora de partida diferente, con una diferencia de unos 5 minutos.

Guardamos la tabla resultante con el nombre “Tabla_Observación_Transportes”.

A partir de esta tabla vamos a generar el **componente de observación** de nuestra capa de seguimiento que, como ya sabemos, se trata de una clase de entidad de tipo puntos.

Primero integramos la tabla Desde la ventana “Catalog” de ArcMap o desde ArcCatalog, Hacemos click con el botón derecho sobre la tabla “Tabla_Observación_Transportes”.. y elegimos la opción crear nueva clase de entidad desde tabla XY. El fichero resultante, al que llamamos “Puntos de Observación Transportes” contiene la información geográfica y temporal. Este será el **componente objeto** que usaremos para crear la capa de seguimiento.

Componente objeto.

Como ya sabemos, el componente objeto es aquel que almacena los atributos estáticos de los objetos representados.

Se ha creado una tabla con los campos que se muestran en la figura.

TRANSPORTES							
OBJECTID*	ID TRANSPORTE	MODELO	AÑO	POTENCIA	REF REMOLQUE	VOL CISTERNA	
1	001	Renault T440	2011	440	R01	32000	
2	002	Mercedes Actros SLT	2013	473	R05	34800	
3	003	Iveco Eurostar	2009	420	R06	30000	
4	004	Iveco Eurostar	2008	420	R02	30000	
5	005	Renault magnum DXI	2012	480	R003	34800	

Fig. 49

Una vez creada la tabla la integramos en la base de datos persona de nombre “TRANSPORTE_MERCANCIAS_PELIGROSAS”.

3.3.3. CREACIÓN CAPA DE SEGUIMIENTO.

Habilitamos la extensión “Tracking Analyst” y seleccionamos la opción para agregar datos temporales, de forma que se muestre el asistente para añadir datos temporales.

- En la primera ventana del asistente seleccionamos:
 - Clase de entidad y tabla separada.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

- Elegimos como clase de entidad “Puntos de observación Transportes” y como tabla “Transportes”.

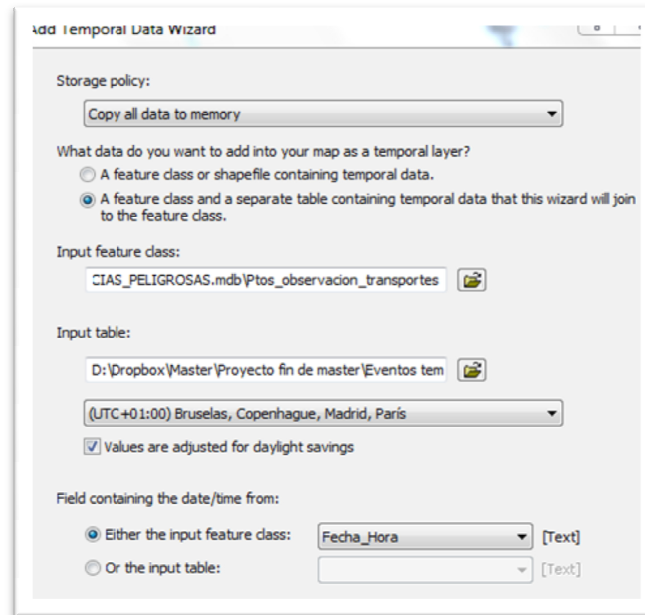


Fig. 50 Paso 1 del asistente de agregación de datos temporales.

- Configuramos la zona horaria. Seleccionamos el campo Fecha/hora que se encuentra en la clase de entidad. Esto es lo que diferencia a este tipo de eventos de los estáticos, en los que la componente temporal se almacenaba en una tabla (componente de observación). En los dinámicos el componente de observación se almacena en una clase de entidad, en nuestro caso “Puntos de Observación Transportes”
- En la segunda ventana del asistente indicamos a Tracking Analyst la forma de leer la información temporal contenida en el campo Fecha/hora.

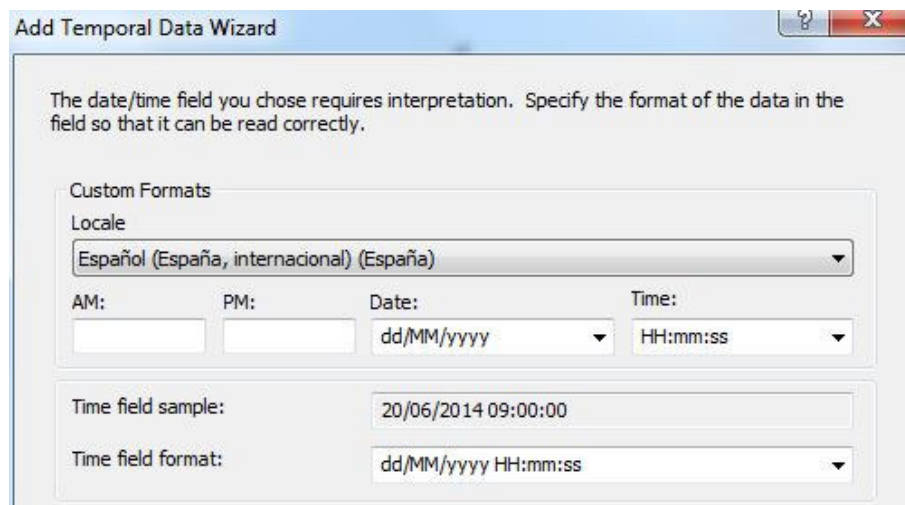


Fig. 51 Paso 2 del asistente para la agregación de datos temporales

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

- En la tercera ventana del asistente indicamos el campo de unión entre la clase de entidad y la tabla, en nuestro caso se trata del campo ID_TRANSPORTE.

3.3.4. Simbología

Vamos a representar el seguimiento de cinco transportes de mercancías peligrosas, que se realizarán por carreta y en camión. La velocidad máxima permitida para los transportes de mercancías peligrosas por carretera son los siguientes.

- Autopistas y autovías: 80 Km/h.
- Carretera convencional con menos de 1,50 m. de arcén: 60 Km/h.
- Carretera convencional con un arcén de por lo menos 1,50 m.: 70 Km/h.
- Vías urbanas: 40 Km/h.

En la pestaña de simbología de las propiedades de la capa de seguimiento configuramos las siguientes opciones:

- En los eventos configuramos una simbología simple que represente cada uno de los puntos de trazado por los que pasa el elemento y que tendrán una duración igual a la de la ventana de tiempo que configuraremos en el siguiente paso. Elegimos un círculo de cuatro píxeles de diámetro.
- Seleccionamos la opción ventana de tiempo y configuramos una ventana temporal de 5 minutos, que es el lapso de tiempo entre la salida de los transportes. De esta manera evitaremos que se solapen las “acciones” que configuraremos más adelante.
- En la opción “Eventos más actuales (Most Current Events)” definimos como queremos que se visualice la posición de cada transporte. Para hacer esto, seleccionamos un icono que se ajuste a nuestro caso (un camión cisterna) y añadimos otra capa al símbolo donde elegiremos el símbolo de mercancías peligrosas (Color amarillo).-

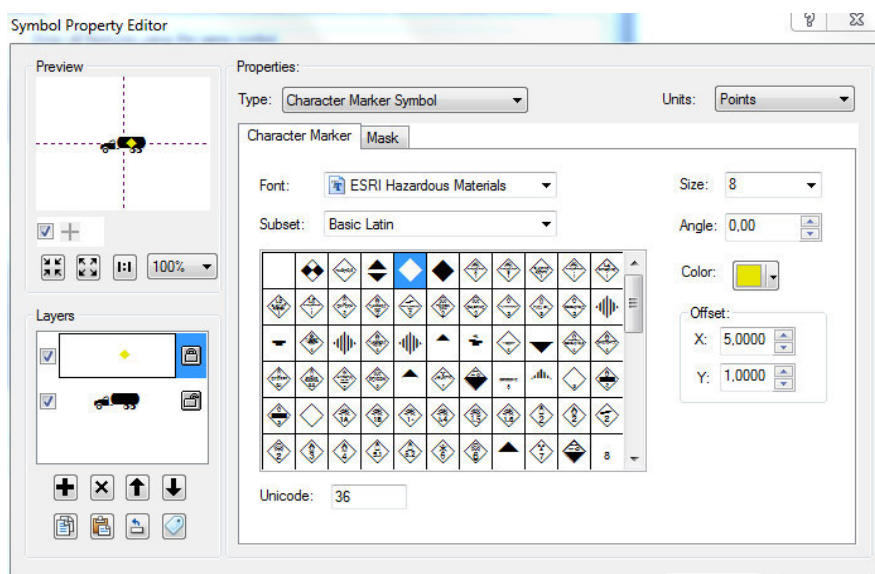


Fig. 52 Simbología de cada transporte.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

- En las opciones avanzadas de la configuración de eventos más actuales, elegimos que se represente una etiqueta con el identificador del transporte (campo ID_TRANSPORTE de la tabla objeto, la llamada "Transportes").

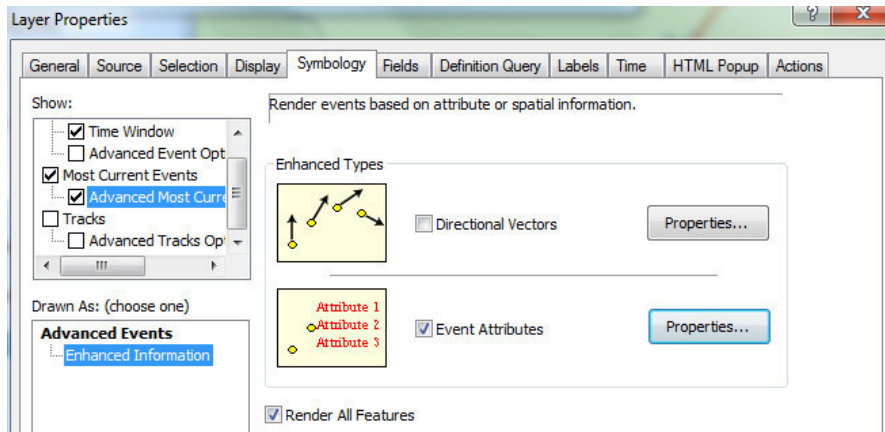


Fig. 53 Etiquetado de objetos

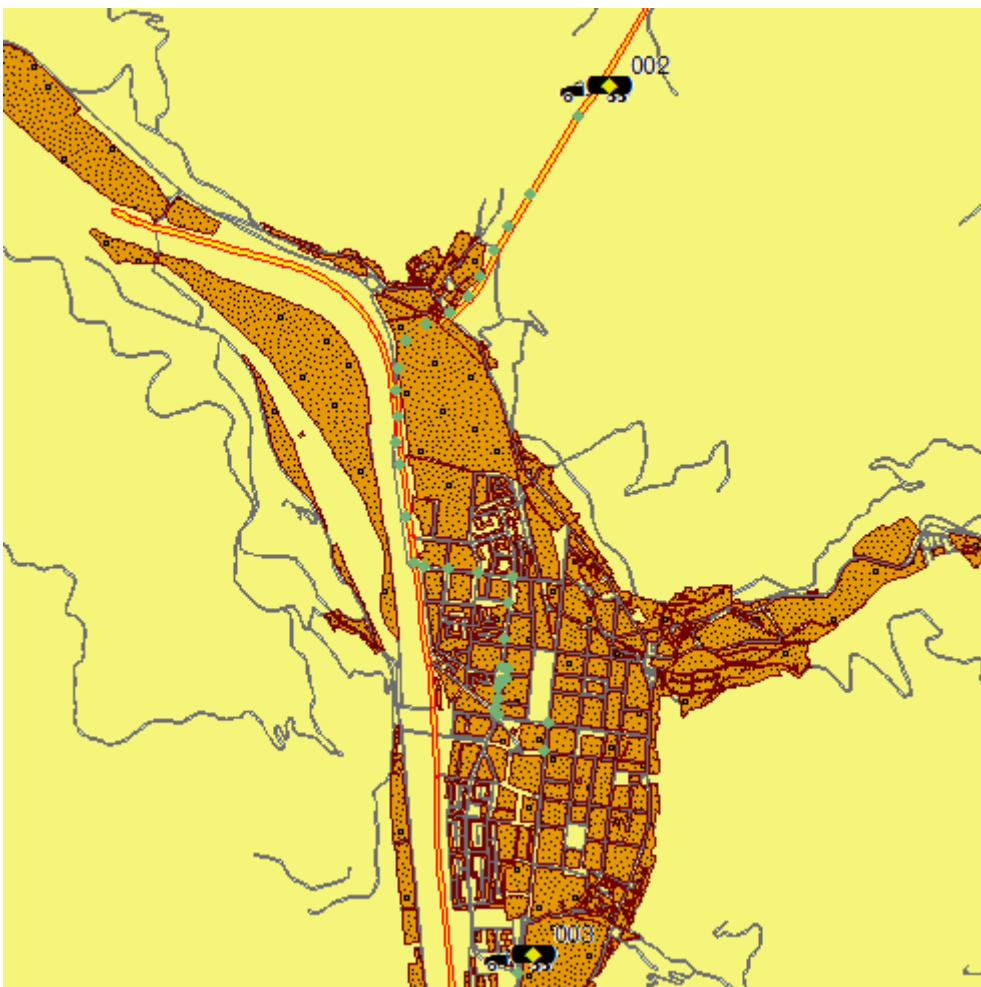


Fig. 54. Detalle de la simbología seleccionada para la representación de los objetos móviles.

3.3.5. Acciones.

Como vimos en apartados anteriores, en el contexto de la herramienta Tracking Analyst, una acción es una señal, normalmente en forma de icono en la pantalla, que nos avisa de una interacción entre los objetos en movimiento, o alguno de sus atributos; con elementos del mapa. Esta acción puede ser definida como consulta espacial, consulta temporal o por una combinación de ambas.

Acciones de velocidad máxima permitida

Esta acción se activará cuando alguno de los elementos a los que se está realizando el seguimiento sobrepase la velocidad límite establecida para ese tipo de vehículo y mercancía en un tipo de vía determinado.

El recorrido que hacen los transportes en nuestro caso transcurre únicamente por vías urbanas y por Autovía, por lo que solo tenemos que configurar estos dos casos.

El problema es que las acciones solo reconocen clases de entidad de tipo polígono para interactuar con los objetos en movimiento. Para solucionar este problema creamos dos nuevas clases de entidad que serán el resultado de hacer un “buffer” (Geoprocesamiento -> Buffer) a las clases de entidad “Autovías” y “Vías Urbanas”.

Para definir estas acciones elegimos que la acción se produzca cuando cumpla una consulta de atributo y espacial.

- En la consulta por atributos, utilizando el constructor de consultas elegimos los valores del campo “Velocidad” de la tabla de atributos del evento temporal que superen la velocidad máxima admitida para ese tipo de vía.
- En la consulta espacial, elegimos la capa correspondiente al tipo de vía sobre la que estamos realizando la consulta, y seleccionamos que se active cuando se produzca una intersección.

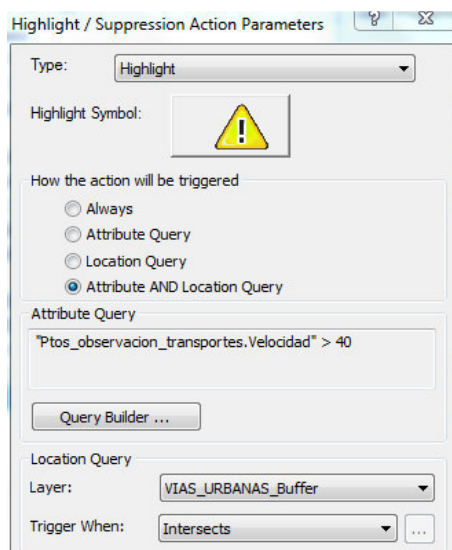


Fig. 55 Acción “Exceso de velocidad” en vías urbanas.

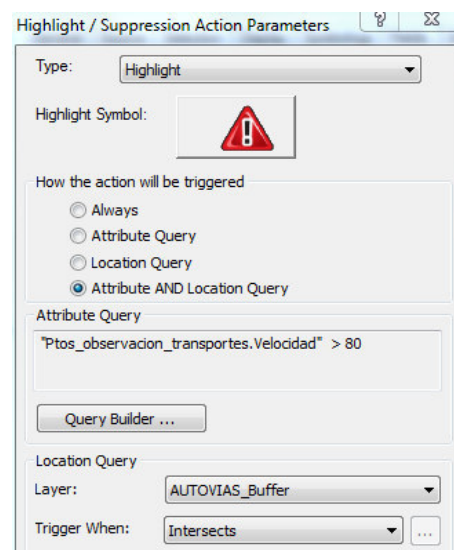


Fig. 56 Acción “Exceso de Velocidad” en autovías.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.



Fig. 57 Acción "Exceso de Velocidad" en vías urbanas



Fig. 58 Acción "Exceso de Velocidad" en autopistas.

Acciones de cruce con puntos sensibles.

En el transporte de mercancías peligrosas existen puntos de especial sensibilidad en caso de accidente. Se han creado dos acciones de este tipo de forma que cuando los transportes crucen algunos de estas zonas, se active un aviso.

Se han considerado dos zonas de este tipo: ríos, y túneles. En este caso la acción solo se activa con una consulta espacial.

- Túneles. Se ha creado una clase de entidad de tipo polígono en la que se han editado los túneles que se encuentran en el trazado. Se ha seleccionado la opción "llegando" (Arriving) como desencadenante de la acción. Aunque nuestro caso de seguimiento es ficticio, en un túnel no se podría hacer un seguimiento por GPS debido a que no hay cobertura de satélite.
- Ríos. Se ha creado una nueva clase de entidad de tipo polígono a partir de la clase de entidad llamada "Ríos" mediante la realización de un buffer. En este caso elegimos que la acción se active cuando el objeto cruce el elemento del mapa.

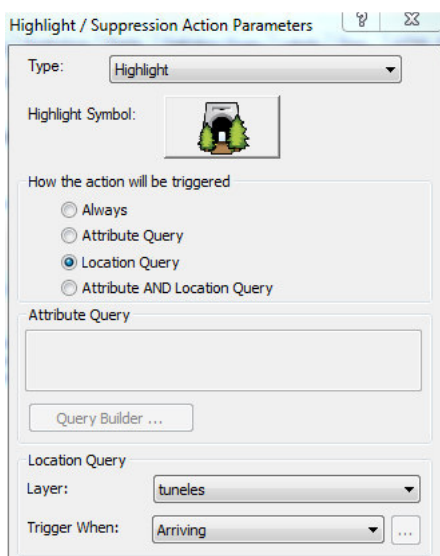


Fig 59 Acción cruce de túnel

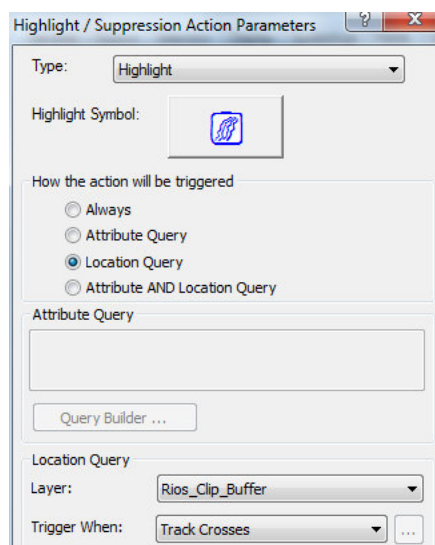


Fig. 60 Acción cruce de ríos

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

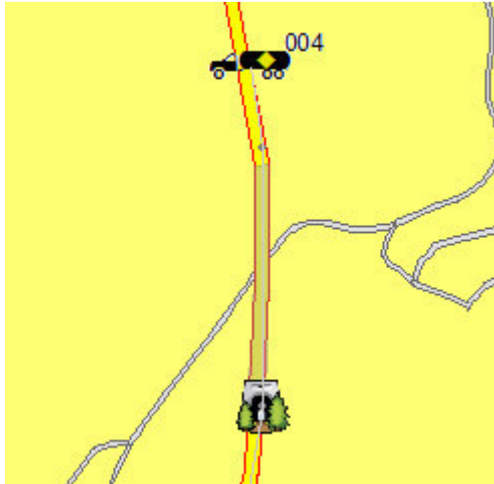


Fig. 61 Acción cruce de túnel

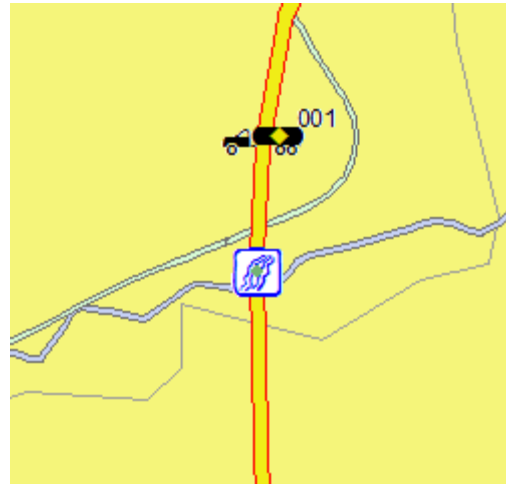


Fig. 62 Acción cruce de ríos

Conclusiones.

En el caso de los eventos dinámicos complejos, las capturas de pantalla realizadas en un instante no son muy explicativas de cómo funcionan realmente. Para mejor entendimiento visualizar los videos adjuntos al presente documento, generados con la herramienta de animación de "Tracking Analyst".

3.4. Representación de datos temporales en ArcGlobe.

El programa ArcGlobe de la suite de ArcGis dispone de la herramienta tracking Analyst. Por lo tanto permite realizar una representación espacio temporal al igual que en ArcMap, pero con la característica añadida de poder representar el mapa en tres dimensiones con un punto de vista a elección del usuario.

Este tipo de representaciones permite añadir el relieve al análisis de eventos espaciotemporales.

Para ilustrar las posibilidades de ArcGlobe en la representación de datos temporales vamos a utilizar el mismo caso que en el apartado anterior: "Transporte de mercancías peligrosas".

3.4.1. Datos de partida

Para la creación del evento temporal en ArcGlobe necesitamos todos aquellos elementos que formen parte de la capa temporal o aquellos que interactúen con ella (acciones):

- Clase de entidad de puntos llamada "Puntos de observación transportes", que contiene la posición de los objetos en movimiento, y la información temporal.
- Clases de entidad tipo polígono necesarias para definir las acciones:
 - Autovías
 - Vías urbanas
 - Túneles
 - Ríos.

La base topográfica utilizada es la suministrada por el servidor de ArcGis en ArcGlobe.

3.4.2. Preparación de datos.

En ArcGlobe es importante tener en cuenta la forma en la que se van a representar las capas que intervienen en el evento temporal. En ArcGlobe existen tres formas de mostrar una capa en el plano.

- Pegado a la superficie del globo (Draped on the globe surface).
- Flotando sin una superficie de referencia.
- Flotando sobre una superficie elegida.

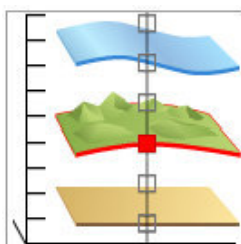


Fig. 63 Pegado a la superficie del globo

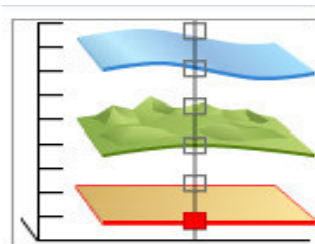


Fig. 64 Flotando sin una superficie de referencia

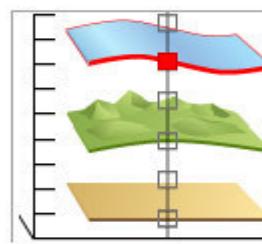


Fig. 65 Flotando en una superficie elegida.

REPRESENTACIÓN DINÁMICA DE VARIABLES ESPACIO-TEMPORALES CON LAS TRACKING ANALYST TOOLS Y ARCGLOBE DE ARCGIS.

En nuestro caso estamos representando objetos que se mueven sobre carreteras, las cuales se encuentran en la superficie del Globo, por lo que elegimos la primera opción.

Para configurar esta opción debemos entrar en las propiedades de la capa de seguimiento y elegimos la configuración deseada en la pestaña “Elevación”

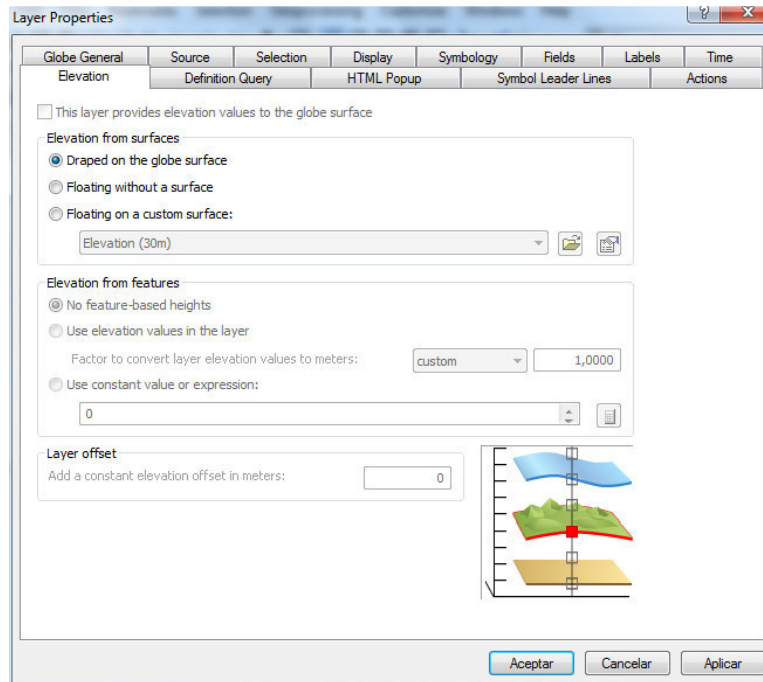


Fig. 66

El resto de pasos a seguir para la creación de eventos temporales, configuración de simbología y acciones; son los mismos que los realizados con ArcMap.

3.4.3. Representación gráfica

Al permitir el programa ArcGlobe la representación del relieve, ofrece gran variedad en la representación de datos. Las diferentes vistas que se pueden obtener con En el ArcGlobe se configuran modificando la posición del observador relativa al globo terráqueo. Que se traduce en dos variables:

- Altura del observador con respecto a la superficie del Globo Terraqueo.
- Ángulo de visión.

Modificando estas dos variables se puede llegar a simular la vista desde cualquier punto de vista sobre el globo terráqueo.

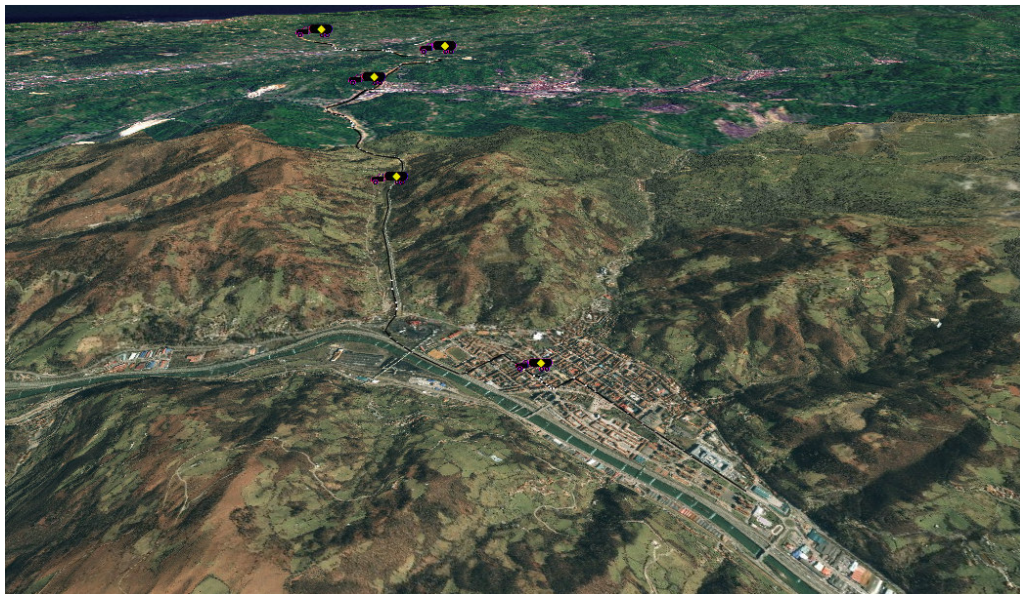


Fig. 67 Vista del evento temporal a su paso por la ciudad de Mieres del Camino.



Fig. 68 Vista del evento temporal a su paso por Gijón.

4. CONCLUSIONES

Como se explicó en la introducción del presente documento, la finalidad de la herramienta Tracking analyst es la representación de los cambios experimentados por los elementos de un sistema de información geográfica a lo largo del tiempo. En las líneas siguientes se recogen las fortalezas y debilidades de este programa.

En los **eventos temporales estáticos** Tracking Analyst permite extender la capacidad de análisis de un sistema de información geográfica aunando la información temporal y geográfica en un solo evento. Al introducir la variable temporal permite realizar un análisis de datos de forma comparada a lo largo de la duración de un evento permitiendo establecer patrones de comportamiento y análisis de datos a lo largo del evento temporal.

Las **“acciones”** como forma de interacción entre los objetos cambiantes o en movimiento, hacen de esta herramienta un sistema de trazado inteligente que no solo se limita a realizar un seguimiento de estos objetos, sino que es capaz de interactuar con ellos de diferentes formas dependiendo de la relación espacial que definamos resaltándolos, suprimiéndolos o introduciendo nueva simbología en el mapa.

En los **eventos temporales dinámicos complejos**, los objetos en movimiento pertenecen a una base de datos en la que se almacenan sus atributos, ya sean estáticos o dinámicos. Esto, junto con las **“acciones”** marcan la diferencia entre un sistema de seguimiento que se limita a mostrar la localización de los objetos; y un **Sistema de Información Geográfica con seguimiento de datos temporales**, en el que los objetos interactúan con las capas pertenecientes al SIG, y de los que se dispone de toda su información almacenada en la base de datos.

Existen unas cuantas características que podrían mejorar la presentación de la información de elementos temporales con Tracking Analyst.

- En la herramienta animación, cuando se guarda un evento en formato video, se echa en falta la posibilidad de incluir un indicador de fecha y hora en la pantalla para saber en cada instante en que momento del evento temporal nos encontramos.
- En ArcGlobe no existe la posibilidad de crear animaciones de video. Las acciones no funcionan correctamente. Los eventos complejos hacen que colapse el programa.
- No es posible incluir en las acciones capas pertenecientes a un servidor WMS.
- Creación de gráficos dinámicos.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Tutorial tracking Analyst. Esri.
- DIRECTIVA 2006/44/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 6 de septiembre de 2006 relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.
- BOE, 27 Febrero de 2014. Transporte de mercancías peligrosas.
- Guidelines for Drinking-water Quality. World health Organization. Geneva. 2008
- Plan nacional de depuración de aguas.