

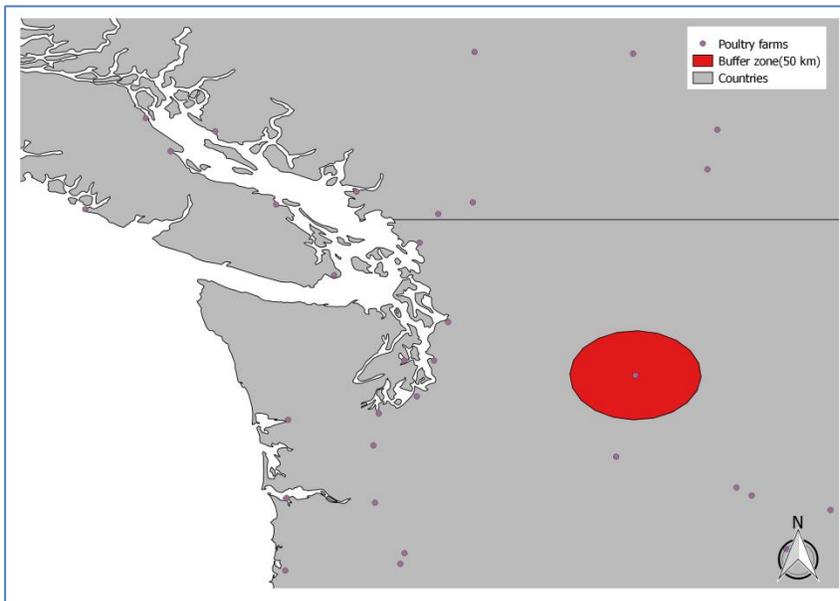
Boletín GIS

Vigilancia en Sanidad Animal

2015-09, noveno número: Coordenadas y proyecciones

BIENVENIDA

¿Ha usado alguna vez un GIS para hacer una zona buffer alrededor de un punto y has acabado con un resultado ovalado? ¿O has añadido alguna vez dos capas vectoriales de la misma ciudad a un proyecto GIS y te has dado cuenta que no coinciden en absoluto?



Esto se debe al sistema de coordenadas de referencia que utilizamos. La tierra es un objeto 3D que no se adapta muy bien a una representación en una hoja de papel o una pantalla de ordenador. En este boletín vamos a hablar de los principios básicos de los sistemas de referencia, las razones para utilizarlos, y, con suerte, encontrar la solución a tus problemas de proyección.

ANTECEDENTES

La tierra se considera una esfera o una elipse. Cada ubicación en este globo está determinada por sus **coordenadas geográficas**, las cuales son un par de cifras que corresponden a la latitud y la longitud en grados. Los grados son la medida del ángulo que se forma entre (1) una línea de latitud y el ecuador o (2) entre una línea de longitud y el meridiano de Greenwich. Los grados geográficos son negativos al sur del ecuador y al oeste del meridiano de Greenwich. Los paralelos convergen en el Polo Norte y el Polo Sur, y por lo tanto la distancia del mundo real entre ellos va disminuyendo del ecuador al Polo Norte, y desde el ecuador al Polo Sur. La distancia entre dos paralelas o dos meridianos sin embargo sigue siendo de 1 grado. Por tanto la red que se crea con estas líneas que se entrecruzan no forma un sistema rectangular. Esto se aprecia en la figura 1.

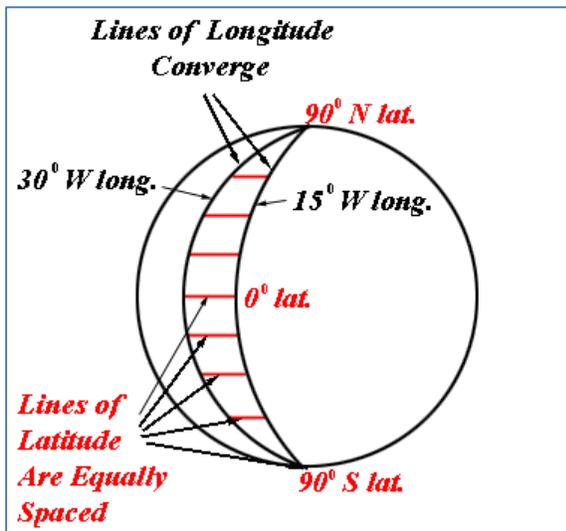


Figura 1. Ilustración de las líneas de longitud (meridianos) y las líneas de latitud (paralelos)¹

Además, hay dos maneras de escribir los grados, bien en grados sexagesimales (base 60), o en grados decimales (base 10). Mucha gente está acostumbrada a escribir los grados sexagesimales, los cuales constan de grados, minutos y segundos. Esta forma se ajusta al sistema de tiempo: 60 segundos representan un minuto y 60 minutos hacen un grado. Usar minutos y grados es un poco confuso en un GIS, por eso usamos solamente grados decimales. La fórmula para cambiar de grados sexagesimales a grados decimales es obvia:

$$\text{Grados_sexagesimales} + \frac{\text{Minutos}}{60} + \frac{\text{Segundos}}{3600} = \text{Grados_decimales}$$

Para evitar estos problemas en un análisis espacial en un sistema de GIS, se puede transformar el sistema de coordenadas geográficas en un **sistema de coordenadas proyectadas**. Una proyección es básicamente una traducción de una superficie 3D en un plano 2D (papel o pantalla de ordenador) usando una expresión matemática. Esto siempre conlleva una cierta distorsión, por ejemplo cambia la forma, el área o las distancias entre puntos. Para representar una pequeña parte de la tierra (como por ejemplo una ciudad), esta distorsión es insignificante. Sin embargo, para mapas a una escala continental la distorsión puede ser enorme.

Un sistema de referencia contiene tres partes principales: (1) el dato geodésico, que describe la posición del centro de la tierra y los tres ejes X, Y y Z, (2) el elipsoide, que es la forma matemática de la superficie de la tierra, y (3) la proyección. Como siempre, no hay un sistema de referencia perfecto para todas las aplicaciones; la clave es encontrar el sistema de referencia que se adapte a tus necesidades.

Un sistema de referencia que se utiliza en todo el mundo es la **proyección universal transversal de Mercator**, mejor conocido como el sistema UTM. Este sistema no es una proyección en sí, sino un conjunto de múltiples proyecciones, una proyección para cada una de las **60 zonas** en las que se subdivide el mundo. Cada zona tiene 6 grados decimales de amplitud y abarca una franja desde el Polo Norte hasta el Polo Sur. Cada franja se divide en una franja norte y una franja del sur. Puesto que UTM no es un sistema sino un conjunto de sistemas de referencia, uno siempre tiene que especificar en qué zona se encuentra su área de estudio. Para Belice, por ejemplo, podríamos utilizar el sistema de referencia **UTM 16N** (es decir, la zona 16 del hemisferio norte). En este sistema de referencia las coordenadas no se describen en grados sino en metros. El punto con las coordenadas (0,0) está situado en la esquina inferior izquierda de la zona, por lo que **todas las coordenadas son positivas**.

¹ Descargado de http://academic.brooklyn.cuny.edu/geology/leveson/core/linksa/lat_long.html

Si quieres leer sobre sistemas de coordenadas geográficas y proyectadas visita esta web:
http://en.wikipedia.org/wiki/Map_projection.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los GIS se ha diseñado para que sea fácil trabajar con diferentes sistemas de referencia; esta es una de las características que diferencia a un GIS de un programa de dibujo (por ejemplo AutoCAD). Al abrir QGIS se utilizará el sistema geográfico **WGS84**. Éste es un estándar global y utiliza grados decimales de latitud y longitud. QGIS hace referencia al sistema de coordenadas con el acrónimo **CRS** (SRC), que son las siglas de **C**oordinate **R**eference **S**ystem (sistema de coordenadas de referencia). Cada sistema tiene su propio código único, compuesto por el nombre de la autoridad que lo definió (por ejemplo EPSG²), y su número de identificación. Así que, en sentido estricto, cuando utilizamos un paquete de GIS no necesitamos saber nada acerca de las fórmulas matemáticas utilizadas.

PRÁCTICA

Estas son las capas vectoriales que vamos a utilizar en este boletín:

- CountriesGlobal: capa vectorial de polígonos que contiene las fronteras de los países de todo el mundo. Descargado desde Tierra Natural.
- WorldGrid: capa vectorial de polígonos que divide el mundo en cuadrados
- pointUTM: capa vectorial de puntos que contiene la ubicación de la ciudad de Wenatchee, en el noroeste de los EE.UU
- UTM zone boundaries³: capa vectorial de polígonos que contiene las 60 zonas dentro del sistema de referencia UTM

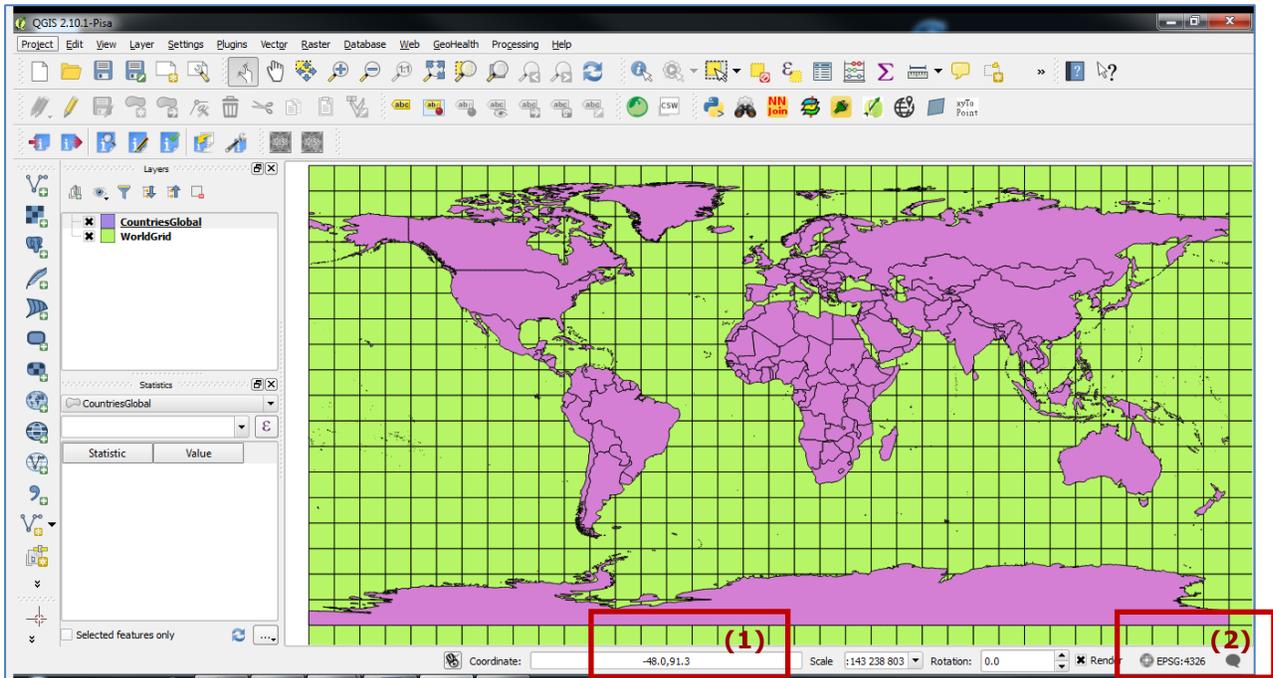
1- Configuración estándar en QGIS

Al igual que con los boletines GIS anteriores, todos los datos necesarios para este boletín se pueden obtener del sitio GeoNetwork⁴. Comienza abriendo QGIS; añade “CountriesGlobal” y “WorldGrid” como capas vectoriales. Verás un mapa del mundo. Al deslizar el cursor del mouse sobre el mapa podrás ver las coordenadas de la posición del cursor en la parte inferior de la pantalla (1). Al mover el mouse desde la izquierda de la pantalla hacia la derecha, verás que el primer número cambia de -180 a 180. El segundo número cambia de -90 a 90 cuando lo mueves de la parte inferior hacia la parte superior. Por tanto es muy probable que estas cifras representen las **coordenadas geográficas**. Esto indica que el mapa está en la proyección WGS84. El número de identificación de esta proyección es EPSG:4326, el cual aparece en la parte inferior derecha de la pantalla (2).

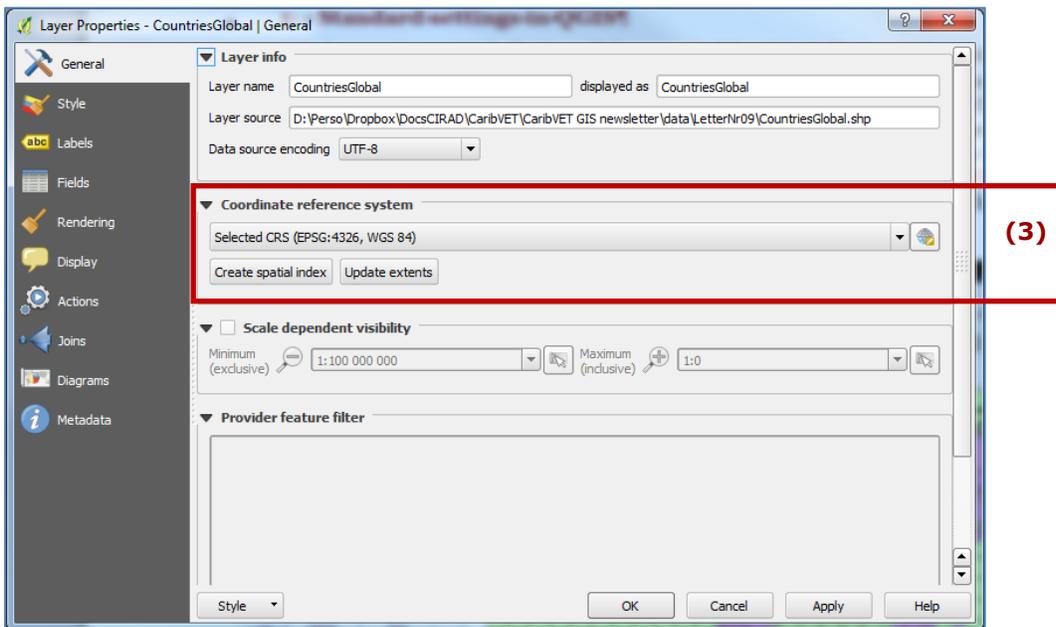
² EPSG hace referencia al Comité Geomático de la Asociación Internacional de Productores de Petróleo y Gas. Ellos han recopilado definiciones de sistemas de coordenadas de referencia (<http://www.epsg.org/>)

³ Descargado desde http://earth-info.nga.mil/GandG/coordsys/grids/universal_grid_system.html

⁴ <http://geonetwork.avia-gis.com/geonetwork/srv/eng/main.home>

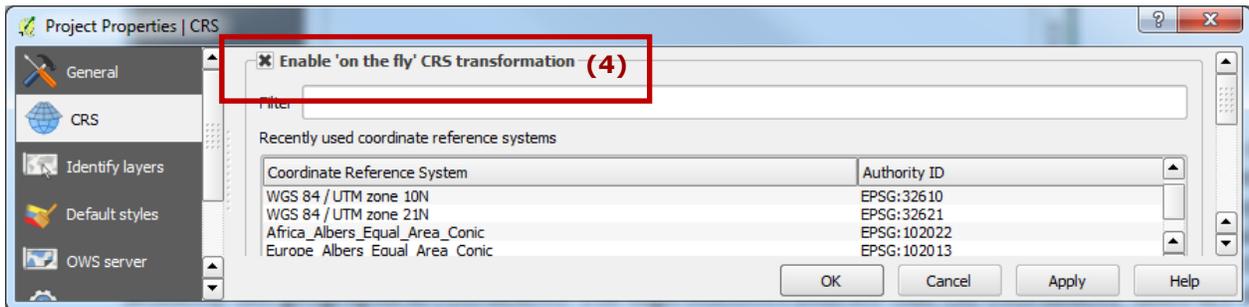


Las dos capas vectoriales que acabamos de añadir también tienen que estar en el sistema de coordenadas WGS84. Lo podemos comprobar en las propiedades de la capa vectorial. Simplemente haz clic en la capa *CountriesGlobal* y selecciona *propiedades*. En la primera pestaña (*general*) se muestra el **sistema de coordenadas de referencia de la capa vectorial** (3).



Ambas capas están en el sistema de coordenadas de referencia (CRS) EPSG:4326, por tanto todo está bien. En la vida real sucede a menudo que no todas las capas de datos están en el mismo sistema de coordenadas de referencia. Supongamos que tenemos una capa vectorial en coordenadas UTM. Añade la capa vectorial *pointUTM* al proyecto. Si examinas las propiedades de capa de puntos *pointUTM*, verás que su CRS es “UTM zona 10N”. También puedes chequear las coordenadas en la tabla de atributos. Los valores para XCOORD e YCOORD son muy altos (más de 700.000); definitivamente estos no son coordenadas geográficas. Uno números tan elevados sugieren que las unidades de las coordenadas no son

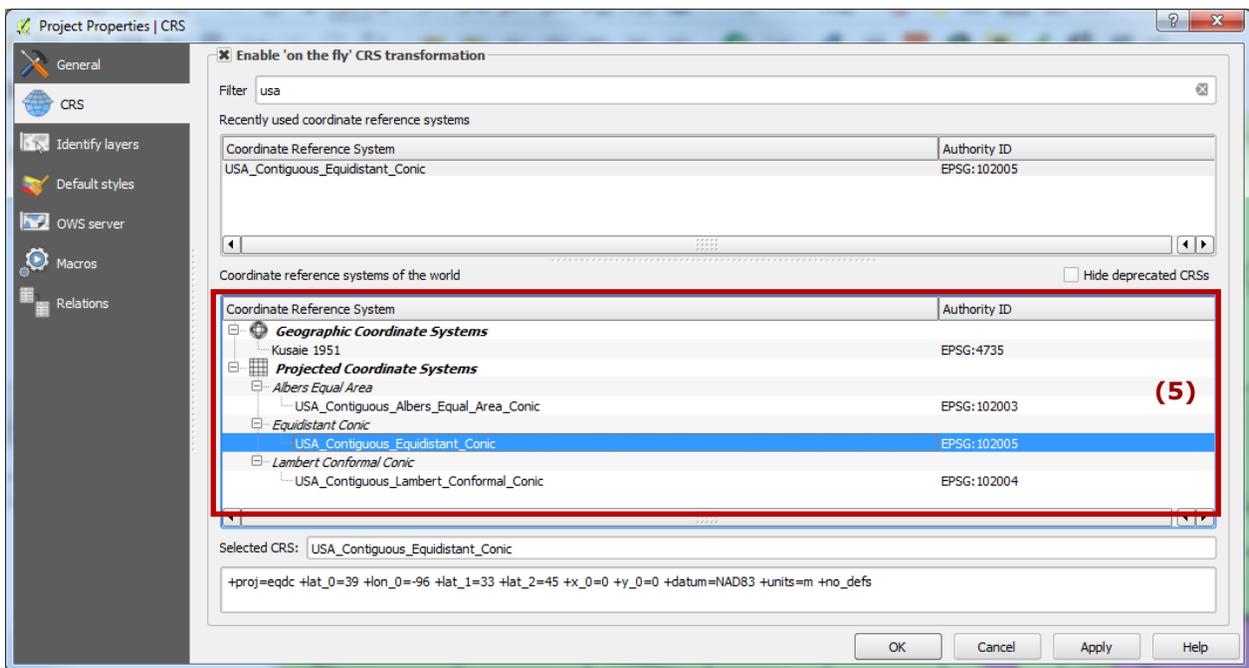
grados, sino metros (los cuales se utilizan en un sistema UTM). QGIS sabe cómo añadir esta capa al mapa, pero sólo si la opción “activar transformación de SRC al vuelo” se activa. Esto lo puedes comprobar en *proyecto >> propiedades de proyecto >> SRC (4)*.



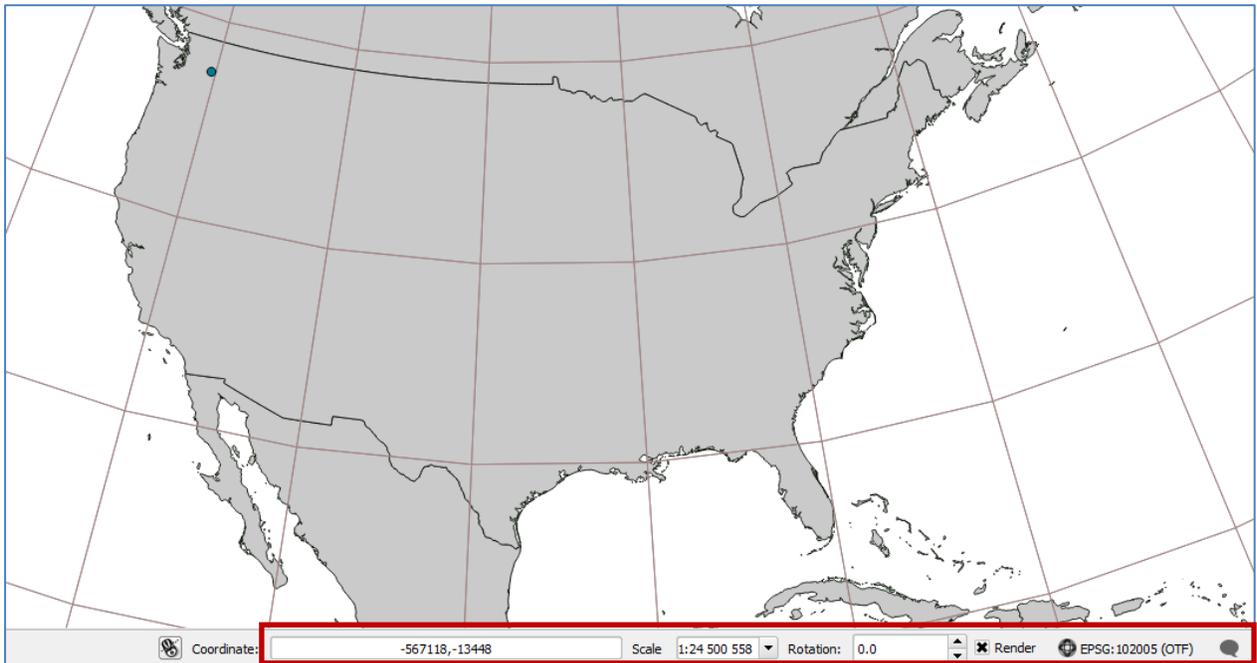
El punto en la capa vectorial *pointUTM* está situado en el noroeste de los EE.UU. Sólo hay un punto en esta capa vectorial. Puesto que el estilo es muy feo, adapta el estilo de las capas a algo más bonito.

2- Cambiar el sistema de coordenadas de referencia del mapa

Dado que QGIS maneja transformaciones de CRS, podemos usarlo como una herramienta para explorar varios sistemas comunes de coordenadas. Haz **zoom** sobre los **Estados Unidos de América** y ve a *proyecto >> propiedades del proyecto >> pestaña SRC*. Utiliza el filtro y escribe “USA”. Se mostrarán los sistemas de referencia para esta región (5). Elige **EPSG:102005** y haz clic en OK.

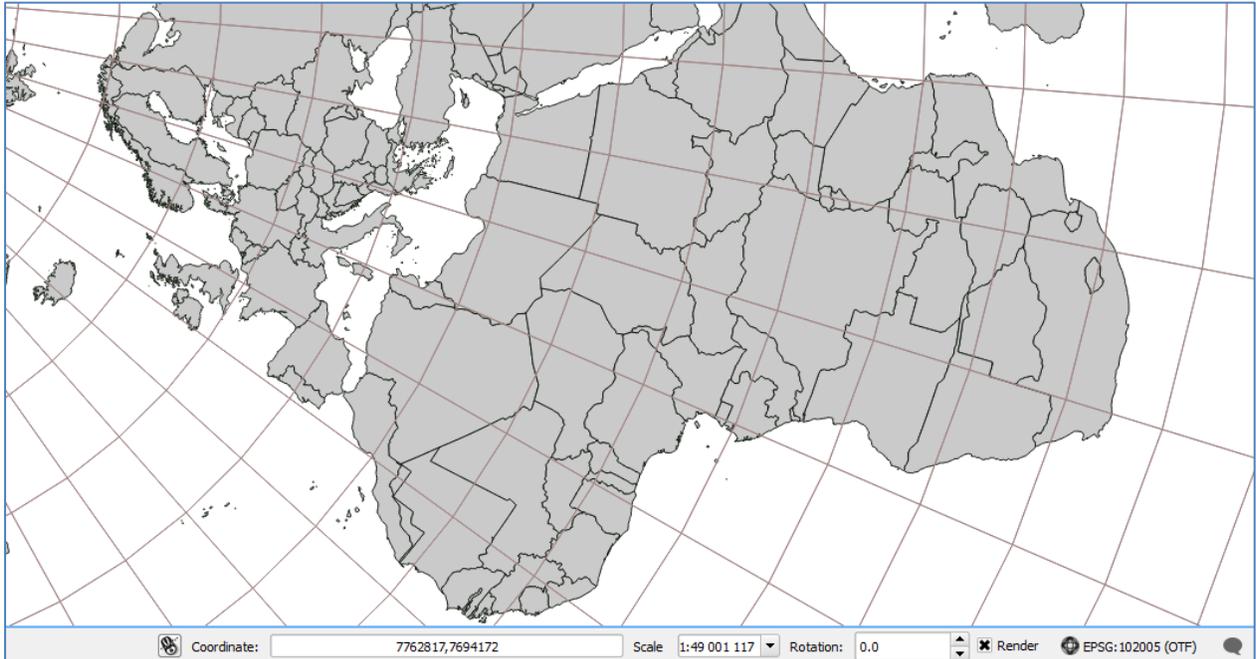


¡Esto cambiará el mundo! O más exactamente, cambiará nuestra percepción del mundo.



Hemos incluido la capa vectorial “WorldGrid” en este ejercicio principalmente porque ilustra claramente cómo los meridianos y paralelos aparecen representados en cada sistema de coordenadas. También podemos ver las coordenadas y la identificación del sistema de referencia en la parte inferior del mapa.

Ahora navega por Europa; es evidente que no podemos utilizar este sistema de referencia para los mapas de Europa o África.



Mira los que ocurre al cambiar el **SRC del proyecto** a:

- Lambert Azimuthal Equal Area (ISN2004/LAEA Europe or EPSG:5638)
- Geoportal - France metropolitaine (IGNF:GEOPORTALFXX⁵)
- Africa_Albers_Equal_Area_Conic (EPSG:102022)⁶
- Equidistant Conic: South_America_Equidistant_Conic (EPSG:1020323)

Esto resalta la importancia de utilizar un sistema de referencia adecuado para tu aplicación. Para un área determinada hay muchas opciones válidas. En caso de duda, elige el sistema WGS84 o un sistema de referencia UTM. Establece de nuevo el SRC del proyecto a **WGS84**.

La mayoría de los países del Caribe encajan en una zona UTM. Puedes ver en qué zona está situado tu país añadiendo la capa *UTM_zone_Boundaries* al mapa.

Algunos países abarcan más de una zona. En estos casos, algunos países han definido su propia cuadrícula nacional, o la zona UTM que cubre la mayor parte del país. En la tabla 1 se da una visión general del sistema de referencia más utilizado por algunos países en la región del Caribe

Tabla 1. Sistema de referencia sugerido para determinados países de la región del Caribe

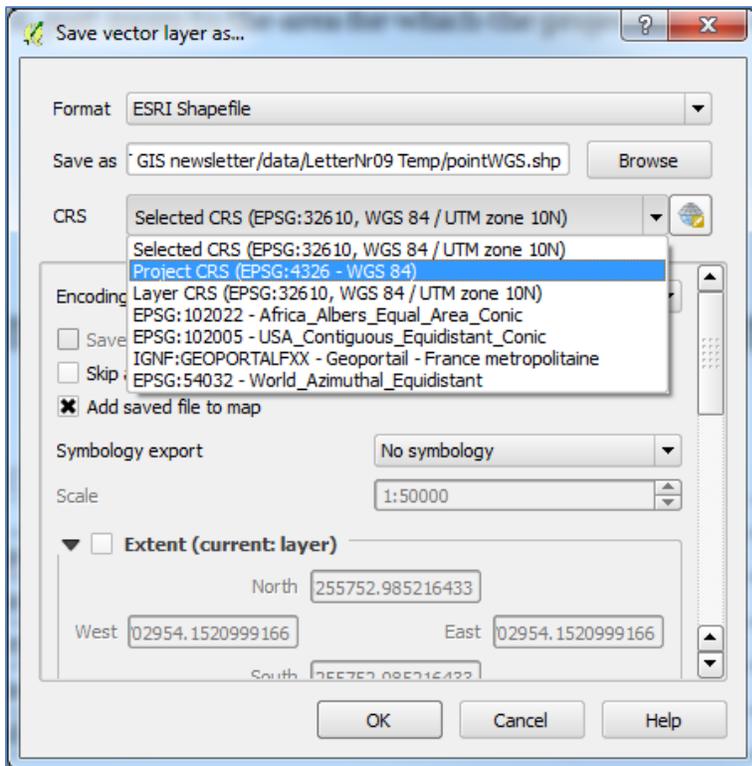
País	Zona UTM que cubre	Código
Antigua y Barbuda	20	EPSG 32620
Barbados	21	EPSG 32621
Belice	16	EPSG 32616
Dominica	20	EPSG 32620
República Dominicana	19	EPSG 32619
Guyana	20+21	EPSG 32621
Haití	18+19	EPSG 26718
Jamaica	17+18	EPSG 24200
Santa Lucía	20	EPSG 32620
San Vicente y Las Granadinas	20	EPSG 32620
Granada	20	EPSG 32620
Trinidad y Tobago	20	EPSG 32620

3- Cambiar el sistema de coordenadas de referencia de una capa vectorial

Ahora vamos a cambiar el sistema de referencia de la capa de puntos a WGS84. Haz un clic derecho en la capa *pointUTM* y selecciona “guardar como”. Nombra el nuevo archivo “pointWGS.shp” y ajusta el SRC a EPSG:4326. Añade el archivo guardado al mapa.

⁵ Esta proyección no tiene un número EPSG, ya que la autoridad que definió esta proyección fue la French Geodetical Society.

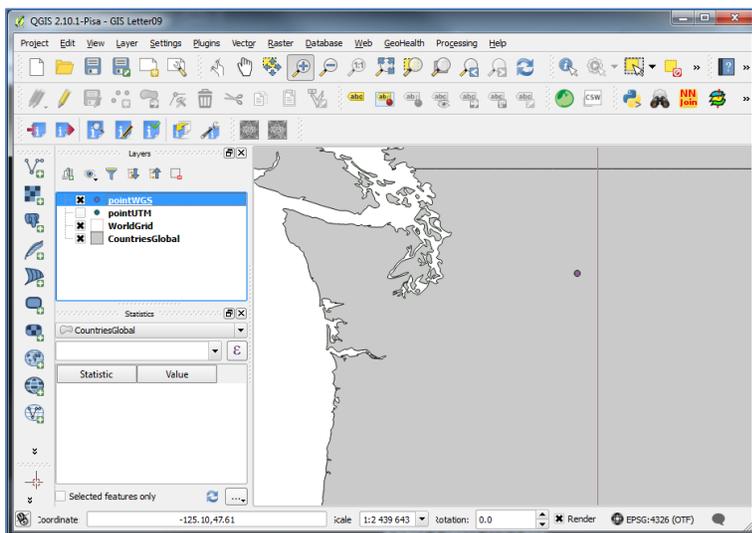
⁶ Al usar proyecciones lejanas de la zona para la cual fue definida se podría estropear el mapa. Con el objetivo de arreglarlo, haz zoom en el área para la cual la proyección fue concebida.



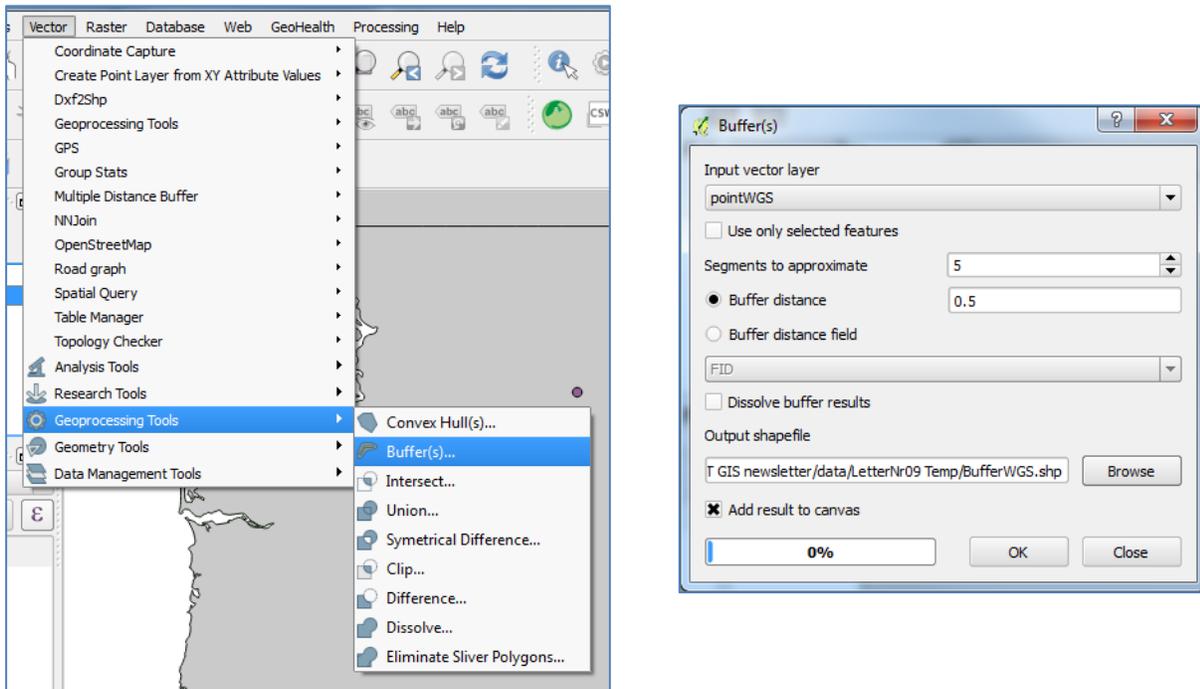
iii **Nunca** cambies el SRC de una capa vectorial en el menú de propiedades de la capa!!! Esto sólo afecta a las **unidades** de las coordenadas; no se realiza el cálculo de las coordenadas para el nuevo sistema de referencia. Piensa en esto como si se tratara de convertir un peso de 160 libras del sistema imperial al sistema métrico. No es suficiente reemplazar “libras” por “kilos”; sino que tienes que convertir el número de “160” a “72.6”. Al utilizar “guardar como” la conversión sí se realiza correctamente.

MEDIDA DE DISTANCIAS

La elección del sistema de referencia es importante para el cálculo de distancias y áreas. Al dibujar una zona buffer alrededor de una capa vectorial de puntos, QGIS utilizará automáticamente las unidades definidas dentro del sistema de referencia de la capa vectorial de puntos. Haz zoom sobre la capa *pointWGS*.

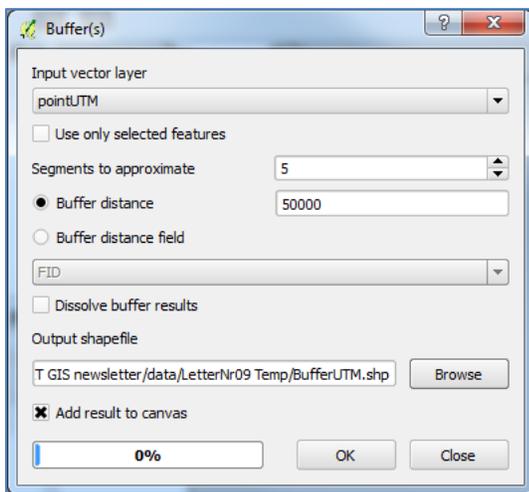


Vamos a hacer una zona buffer o tampón en torno a este punto usando las *herramientas de geoprocreso* en la pestaña *vectorial*.



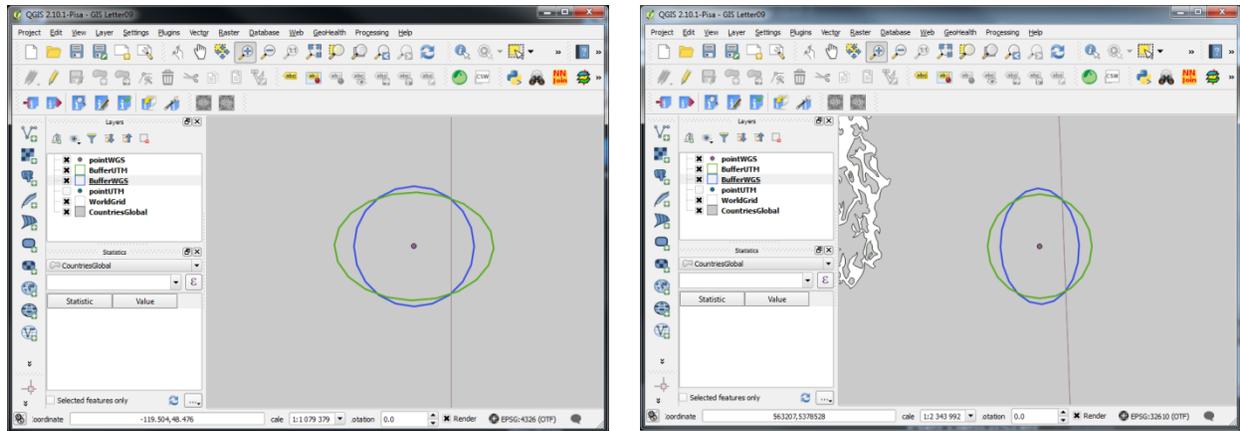
Indica que quieres hacer una zona buffer alrededor de *pointWGS*. Dado que el CRS de esta capa es WGS84, las unidades que se utilizarán son grados decimales. Haz una zona tampón de 0,5 (grados). Nombra la nueva capa de “*BufferWGS*” y añade el resultado a la capa.

Ahora haz lo mismo pero utilizando la capa *pointUTM*. Dado que el SRC de esta capa es UTM10N, las unidades son metros. Haz una zona buffer de 50000 m (50 km), nombra la nueva capa *BufferUTM.shp* y añade el resultado a la capa.



Observa la diferencia entre las dos zonas buffer. En el buffer azul el número de grados es constante en todas las direcciones; en el buffer verde el número de kilómetros es constante en todas las direcciones.

Recuerda que la distancia del mundo real entre dos líneas meridianas⁷ disminuye cerca de los polos. Puesto que el proyecto se encuentra en el sistema de referencia WGS84, el tampón que usa grados se ve como un círculo, y el tampón basado en metros es una elipse. Ahora cambia el SRC del proyecto a UTM10N y observa cómo afecta a las zonas tampón. Ahora la zona buffer de 50 km se representa como un círculo, y la zona tampón en grados se convierte en una elipse.



¡Espero que esto tenga sentido! Como se dijo anteriormente, la diferencia entre las dos zonas buffers será muy pequeña cerca del ecuador.

REFLEXIONES FINALES

WGS84 (grados decimales para latitud/longitud) es el estándar internacional para la recogida de información geográfica con un GPS, por lo que te aconsejamos encarecidamente que utilices este SRC para la **recolección de datos**. Esto facilitará el intercambio de datos en todo el mundo. Cuando elabores mapas y realices **análisis espaciales**, te recomendamos que cambies a un **sistema de coordenadas de referencia proyectadas** adecuado.

Con esto terminamos el número nueve del boletín GIS. Esperamos que te haya parecido interesante. ¡Esperamos tus comentarios y preguntas!

CONTACTO

*Eva De Clercq, Coline
Vermandé & Jennifer Pradel*

CIRAD UMR CMAEE

Eva.De_Clercq@cirad.fr

⁷ La distancia entre dos líneas de meridiano es de 1 grado por definición.