



Calculadora geodésica – Ejemplos de transformaciones

La opción **Cálculo – Calculadora geodésica...** permite realizar transformaciones de coordenadas entre diferentes sistemas de coordenadas geodésicos, geocéntricos, proyectados y locales, teniendo en cuenta diferentes datums horizontales y tipos de proyección cartográfica predefinidos o definidos por el usuario.

Se puede realizar la transformación aislada de puntos, introduciendo sus coordenadas en los campos del apartado **Coordenadas del punto de origen**, o de varios puntos a la vez, usando los botones **Transformar**, **Importar** y **Exportar** :

Transformar: Al pulsarlo se abre la ventana **Transformación de las capas visibles**, en la que el usuario ha de seleccionar aquellos elementos contenidos en capas visibles del proyecto a los que afectará la transformación.

Importar: Al pulsarlo se abrirá una ventana de explorador desde la que el usuario ha de seleccionar el archivo que contiene los datos de los puntos/estaciones a transformar. Al hacerlo, los datos se transformarán y los puntos resultantes quedarán guardados en la capa activa.

Exportar: Permite transformar los puntos/estaciones de las capas visibles y guardar el resultado en un archivo de texto cuyo nombre y ubicación ha de especificar el usuario en la ventana de explorador que se abrirá al pulsar este botón.



WGS84 a Hayford – ED50

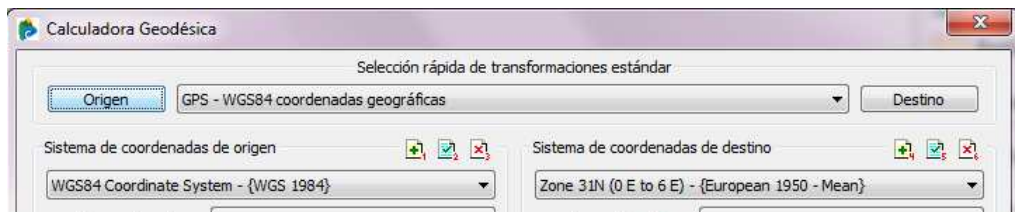
En este ejemplo se explica cómo obtener las coordenadas UTM de un punto, referidas al elipsoide de Hayford, datum ED50, a partir de las coordenadas geodésicas de éste tomadas con GPS, referidas al elipsoide WGS84. Las coordenadas de partida son:

Latitud: 39° 32´ 36.62056´´ Norte – Longitud: 2° 43´ 0.67524´´ Oeste

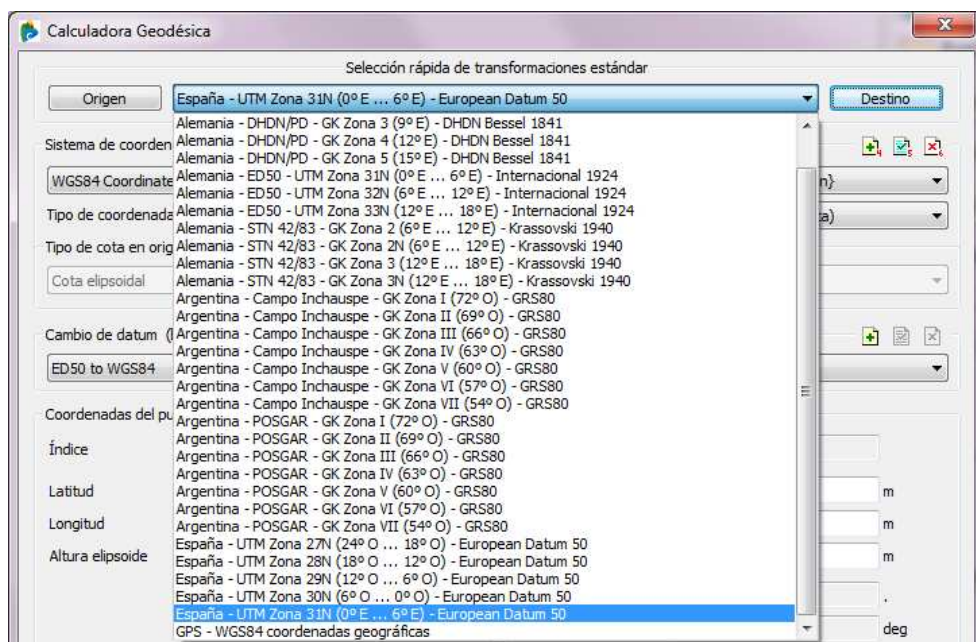
Altura elipsoidal: 46.37 m – Huso horario: 31

El proceso a seguir es el siguiente:


1. Seleccionar el menú **Cálculo – Calculadora geodésica...** se abrirá la ventana **Calculadora geodésica**.
2. En primer lugar se han de seleccionar los sistemas de origen y destino de las coordenadas a transformar. Para ello, en la lista **Selección rápida de transformaciones estándar**, seleccionar la opción **GPS–WGS84** coordenadas geográficas y pulsar el botón **Origen**, los datos predefinidos de dicho sistema de coordenadas se situarán en la lista **Sistema de coordenadas de origen**:

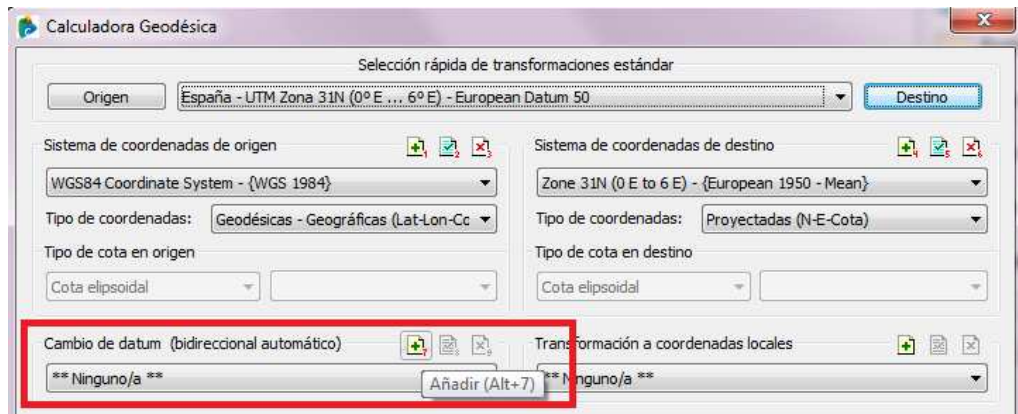


3. En la lista **Selección rápida de transformaciones estándar**, seleccionar la opción **España–UTM Zona31N (0°E...6°E) – European Datum 50** y pulsar a continuación el botón **Destino**, los datos predefinidos de dicho sistema de coordenadas se situarán en la lista **Sistema de coordenadas de destino**

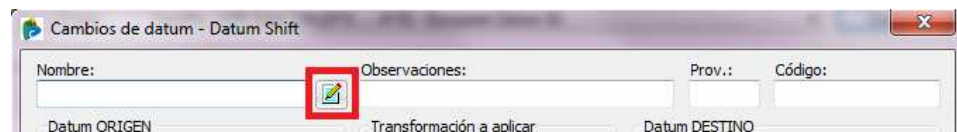




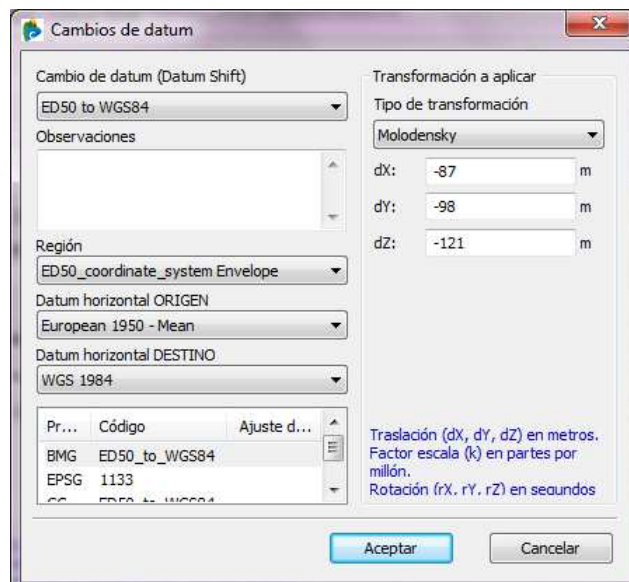
- Después de seleccionar los sistemas de origen y destino de las coordenadas, se han de introducir los parámetros para la transformación. Para ello, pulsar el botón añadir  situado en el apartado *Cambio de datum*:



- Se abrirá la ventana **Cambios de datum – Datum Shift**, en ella, pulsar el botón situado a la derecha del campo **Nombre** para seleccionar un cambio de datum predefinido.



- Se abrirá la ventana *Cambios de datum*, en la que se seleccionará la opción *ED50 to WGS84*:



- Aparecerán los datos predefinidos para la transformación, pulsar *Aceptar* para confirmar la selección. Los datos predefinidos de este cambio de datum, se cargarán en la ventana *Cambios de datum – Datum Shift*, tal y como se muestra a continuación:



Cambios de datum - Datum Shift

Nombre: **ED50 to WGS84** Observaciones: Prov.: **BMG** Código: **ED50_to_WGS84**

Datum ORIGEN: **European 1950 - Mean** Datum DESTINO: **WGS 1984**

Obs.: Prov.: **BMG** Cód.: **ED50** Obs.: Prov.: **BMG** Cód.: **WGS84**

Meridiano referencia: **Greenwich** Longitud: **0** Meridiano referencia: **Greenwich** Longitud: **0**

Elipsoide: **International 1924** Elipsoide: **WGS 1984**

Obs.: **Based on Hayford 1909/1910 figu** Obs.: Prov.: **BMG** Cód.: **INTERNATIONA** Prov.: **BMG** Cód.: **WGS84**

Semieje mayor: **6378388** Semieje mayor: **6378137**

1 / Achatamiento: **297** 1 / Achatamiento: **298.257223563**

Traslación (dX, dY, dZ) y Punto de Rotación (pX, pY, pZ) en metros.
Factor escala (k) en partes por millón.
Rotación (rX, rY, rZ) en segundos sexagesimales (ARCSECONDS)

Aceptar **Cancelar**

Los cambios de datum se definen para la transformación entre dos elipsoides, por ejemplo ED50 to WGS84. Si la transformación seleccionada es a la inversa, WGS84 a ED50, el programa se encarga de hacer los cambios de signo que sean necesarios.

8. Pulsar **Aceptar**. Con esto, ya está definida la transformación, ahora se pueden introducir las coordenadas origen en los campos correspondientes. **El formato utilizado para la entrada de coordenadas geodésicas (Latitud, Longitud) es el siguiente ggg.mmss**. Así, la Latitud del ejemplo 39° 32' 36.62056" se introducirá como **39.323662056**. Una vez introducidas las coordenadas origen, pulsar **Calcular**, las coordenadas destino aparecerán en los campos correspondientes:

Calculadora Geodésica

Selección rápida de transformaciones estándar

Origen: **España - UTM Zona 31N (0° E ... 6° E) - European Datum 50** Destino:

Sistema de coordenadas de origen: **WGS84 Coordinate System - {WGS 1984}** Sistema de coordenadas de destino: **Zone 31N (0 E to 6 E) - {European 1950 - Mean}**

Tipo de coordenadas: **Geodésicas - Geográficas (Lat-Lon-Cc)** Tipo de coordenadas: **Proyectadas (N-E-Cota)**

Tipo de cota en origen: **Cota elipsoidal** Tipo de cota en destino: **Cota elipsoidal**

Cambio de datum (bidireccional automático): **ED50 to WGS84** Transformación a coordenadas locales: ***** Ninguno/a *****

Coordenadas del punto de origen: Índice: *, Latitud: 39.323662056 ggg.mmss, Longitud: 2.430067524 ggg.mmss, Altura elipsoide: 46.37 m

Coordenadas del punto de destino: Índice: 2, Norte / Sur: 4377329.89562068 m, Este / Oeste: -475763.595347667 m, Altura elipsoide: -20.0342987226322 m, Coef. de anamorfosis: 0.999607231327444, Conv. de meridianos: 0.104648574493465 deg

Transformar... **Importar puntos** **Exportar puntos** **Calcular** **Salir**



WGS84 a locales

En este ejemplo se explica cómo obtener las coordenadas locales de un determinado punto a partir de las geodésicas tomadas con un GPS, referidas al sistema WGS84. En este caso se habrán de introducir las coordenadas en ambos sistemas de, al menos, tres bases de control lo que permitirá obtener los parámetros necesarios para la transformación. Las coordenadas a transformar son las siguientes:

Latitud: 39° 32' 36.62056" Norte Longitud: 2° 43' 0.67524" Oeste

Altura elipsoidal: 46.37 m Huso horario: 31

Los pares de coordenadas en ambos sistemas de referencia, necesarios para calcular los parámetros de la transformación, son los siguientes:

COORDENADAS GPS – WGS84

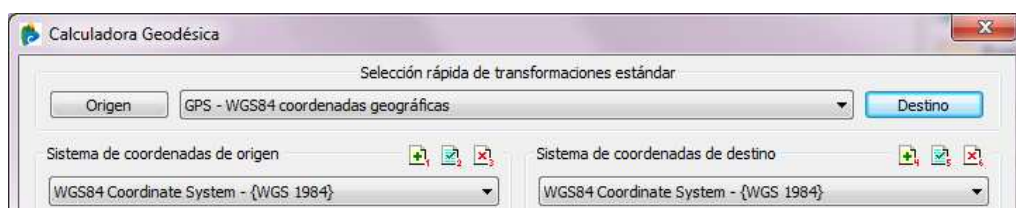
Índice	Latitud	Longitud	Altura
NBR-33	39°32'36.62056"N	2°43'00.67524"E	46.376
NBR-34	39°32'42.12856"N	2°42'54.86070"E	49.753
NBR-35	39°32'48.01662"N	2°43'06.89714"E	48.645
NBR-36	39°32'53.06160"N	2°43'16.75170"E	47.395

COORDENADAS LOCALES

Índice	X local	Y local	Z local
NBR-33	5764.229	335.121	2.887
NBR-34	5626.018	505.309	6.206
NBR-35	5913.859	685.900	5.073
NBR-36	6149.539	840.690	3.796

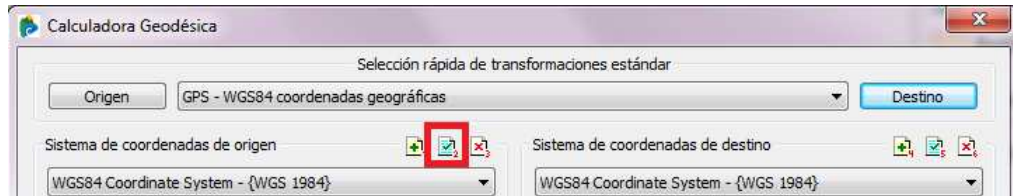
El proceso a seguir es el siguiente:

1. Seleccionar el menú **Cálculo – Calculadora geodésica...** se abrirá la ventana **Calculadora geodésica**. Mediante la lista **Selección rápida de transformaciones estándar** de esta ventana, seleccionar la opción **GPS–WGS84 coordenadas geográficas**. Pulsar el botón **Origen** y a continuación, el botón **Destino**, los datos predefinidos de dicho sistema de coordenadas se situarán en la lista **Sistema de coordenadas de origen** y **Sistema de coordenadas de destino**:

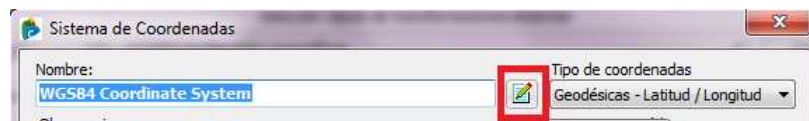




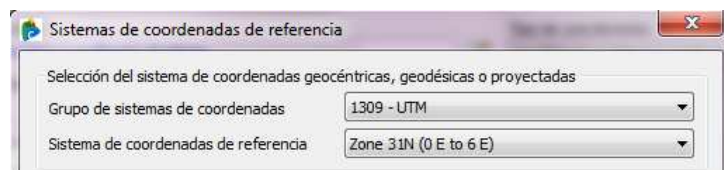
- Pulsar el botón modificar, indicado en la siguiente figura, para seleccionar el tipo de proyección del sistema de coordenadas origen, opción necesaria para la transformación a coordenadas planas locales:



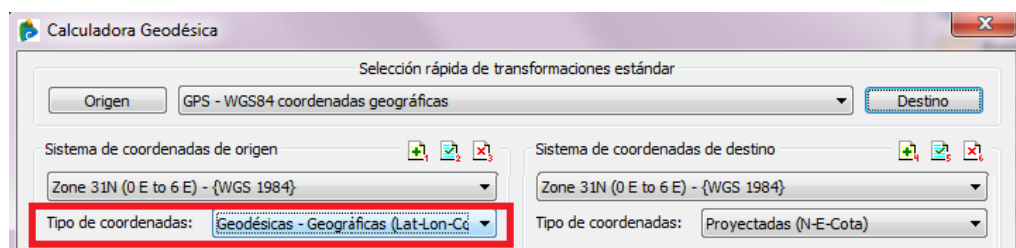
- Se abrirá la ventana *Sistema de coordenadas*, pulsar de nuevo el botón modificar, tal como aparece en la siguiente figura:



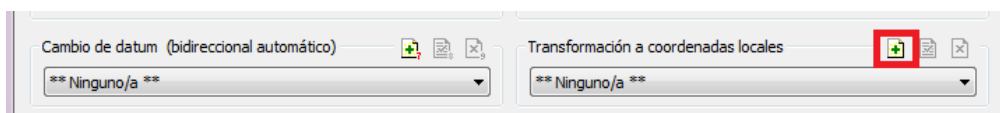
- Se abrirá la ventana *Sistemas de coordenadas de referencia* en la que se debe seleccionar como *Grupo de sistemas de coordenadas*: 1309 - UTM y como *Sistema de coordenadas de referencia*: Zone 31N (0E to 6E):



- Pulsar *Aceptar* para abandonar esta ventana y la anterior, *Sistema de Coordenadas*. De nuevo en la ventana *Calculadora geodésica* seleccionar como *Tipo de coordenadas* Geodésicas - Geográficas (Lat-Lon-Cota), en el apartado *Sistema de coordenadas origen*.



- El siguiente paso consiste en calcular los parámetros de la transformación. Para ello pulsar el botón añadir del campo *Transformación a coordenadas locales*:



- Se abrirá la ventana *Transformaciones a coordenadas locales* en la que se han de introducir los parámetros para realizar la transformación Helmert 3D necesaria para obtener las coordenadas en el sistema local. Como estos valores no son conocidos a priori, se introducirán las coordenadas en ambos sistemas de un



grupo de puntos de control a partir de los cuales la aplicación obtendrá estos parámetros. En primer lugar, dar un nombre a la *Transformación*:

Transformaciones a coordenadas locales

Transformación: Nueva transformación

Observaciones:

Tipo de transformación: Helmert

Parámetros:

a: 0


b: 1

dX: 0

dY: 0

dZ: 0

Botones: Aceptar, Cancelar, Calcular...

8. Pulsar el botón *Calcular*, se abrirá la *ventana Cálculo de los parámetros de la transformación Helmert*, en la que se introducirán los pares de coordenadas que se daban como datos de partida. Después de introducir cada par de coordenadas se ha de pulsar el botón añadir  :

Cálculo de los parámetros de la transformación Helmert

Coordenadas iniciales: Geográficas XYZ

Coordenadas finales:

Punto: [dropdown] Punto: [dropdown]

Índice: NBR-36 Índice: NBR-36

Latitud: 39.325306160 X local: 6149.539

Longitud: 2.431675170 Y local: 840.690

Altura elip.: 47.395 Cota: 3.796

Error individual: 0.01272322 Par válido Error medio: 0

Índice	Latitud	Longitud	Altura	Norte ...	Este pr...	Índice	X local
<input checked="" type="checkbox"/> NBR-33	39.323...	2.4300...	46.376	47567...	43771...	2NBR-33	5764.229 3
<input checked="" type="checkbox"/> NBR-34	39.324...	2.4254...	49.753	47553...	43773...	2NBR-34	5626.018 5
<input checked="" type="checkbox"/> NBR-35	39.324...	2.4306...	48.645	47582...	43774...	2NBR-35	5913.859 6
<input checked="" type="checkbox"/> NBR-36	39.325...	2.4316...	47.395	47605...	43776...	2NBR-36	6149.539 8

Botones: Aceptar, Cancelar, Imprimir

El formato utilizado para la entrada de coordenadas geodésicas (Latitud, Longitud) es el siguiente *ggg.mmss*, 39° 32' 36.62056'' se introducirá como 39.323662056.

9. Una vez introducidos los pares de coordenadas, pulsar *Aceptar*. En la ventana *Cálculo de los parámetros de la transformación Helmert* se podrán comprobar los parámetros obtenidos a partir de los pares introducidos.



Parámetros	
a	6.9033007163139e-0
b	0.999921733806999
dX	-470171.269061271
dY	-4376420.57727449
dZ	-43.55175

10. Pulsar *Aceptar*. De nuevo en la ventana *Calculadora geodésica* seleccionar, en el apartado *Sistema de coordenadas destino*, como la opción **Locales (XYZ locales)**:

Sistema de coordenadas de destino: Zone 31N (0 E to 6 E) - {WGS 1984}

Tipo de coordenadas: **Locales (XYZ locales)**

11. La transformación habrá quedado definida, ahora se pueden introducir las coordenadas origen en los campos correspondientes, después de esto, bastará con pulsar el botón *Calcular*, en el apartado *Coordenadas del punto de destino* aparecerán las coordenadas calculadas en el sistema local.

Coordenadas del punto de destino

Índice	1
X local	5764.2400434601 m
Y local	335.095466623083 m
Z local	2.81825 m



Lectura de puntos en coordenadas geográficas

Cuando una nube de puntos está en coordenadas geográficas se debe usar la *Calculadora geodésica* para pasarlos a CARTOMAP.

En el siguiente ejemplo se explica cómo obtener coordenadas proyectadas a partir de coordenadas geográficas, sin llevar a cabo ningún cambio de datum.

1. Acceder al menú *Calculo-Calculadora geodésica*. Mediante la lista de selección *Selección rápida de transformaciones estándar*, seleccionar el sistema de referencia de las coordenadas de origen.
2. Pulsar el botón *Origen*, el sistema seleccionado se reflejará en el apartado *Sistema de coordenadas origen*.
3. En este mismo apartado, *Sistema de coordenadas de origen*, seleccionar como *Tipo de coordenadas* Geodésicas-Geográficas (Lat-Lon-Cota).
4. Pulsar el botón *Destino*, el sistema seleccionado se reflejará en el apartado *Sistema de coordenadas destino*.
5. En este mismo apartado, *Sistema de coordenadas de destino*, seleccionar el tipo de coordenadas que se desea obtener, normalmente *Proyectadas (N-E-Cota)*.
6. En el apartado *Cambio de datum (bidireccional automático)* seleccionar la opción ****Ninguno/a****:

Origen		Destino	
Sistema de coordenadas de origen	GPS - WGS84 coordenadas geográficas	Sistema de coordenadas de destino	Zone 31N (0 E to 6 E) - {WGS 1984}
Zone	Zone 31N (0 E to 6 E) - {WGS 1984}	Zone	Zone 31N (0 E to 6 E) - {WGS 1984}
Tipo de coordenadas	Geodésicas - Geográficas (Lat-Lon-Cc)	Tipo de coordenadas	Geocéntricas - Cartesianas (XYZecef)
Tipo de cota en origen	Cota elipsoidal	Tipo de cota en destino	Cota elipsoidal
Cambio de datum (bidireccional automático)	** Ninguno/a **	Transformación a coordenadas locales	** Ninguno/a **
Coordenadas del punto de origen		Coordenadas del punto de destino	
Índice	*	Índice	1
Latitud	39.323662056 ggg.mmss	X ecef	5764.2400434601 m
Longitud	2.430067524 ggg.mmss	Y ecef	335.095466623083 m
Altura elipsoide	46.37 m	Z ecef	2.81825 m



7. Pulsar el botón *Importar*, se abrirá la ventana *Importación de archivos en coordenadas geodésicas, proyectadas...*
8. Seleccionar el archivo de texto que contiene los puntos en coordenadas geográficas y, acto seguido, pulsar *Abrir*.
9. De nuevo en la ventana *Calculadora geodésica*, pulsar el botón *Salir*. Los puntos leídos habrán quedado almacenados en la capa activa.

El archivo que contiene los datos ha de tener la siguiente estructura:

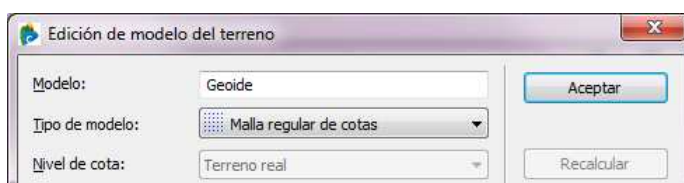
```
1 040°25'08.438"N 003°32'49.580"W 646.1
2 040°25'07.503"N 003°32'50.955"W 647.2
3 040°25'07.208"N 003°32'51.860"W 647.6
4 040°25'07.147"N 003°32'52.026"W 646.4
5 040°25'06.753"N 003°32'52.580"W 649.2
```

- 1ª Columna: Índice del punto. Esta columna es opcional.
- 2ª Columna: Latitud del punto. El formato ha de ser grados–minutos–segundos.
- 3ª Columna: Longitud del punto. El formato ha de ser grados–minutos–segundos.
- 4ª Columna: Cota del punto.
- 5ª Columna y resto: Puede contener tantas columnas como códigos tenga asignado cada punto (uno por columna adicional).

Cálculo de cota ortométrica

Para poder calcular la cota ortométrica de un punto a partir de su cota elipsoidal es imprescindible disponer de un modelo de Geoide. En primer lugar se ha de cargar el modelo de [Geoide](#), los pasos a seguir son:

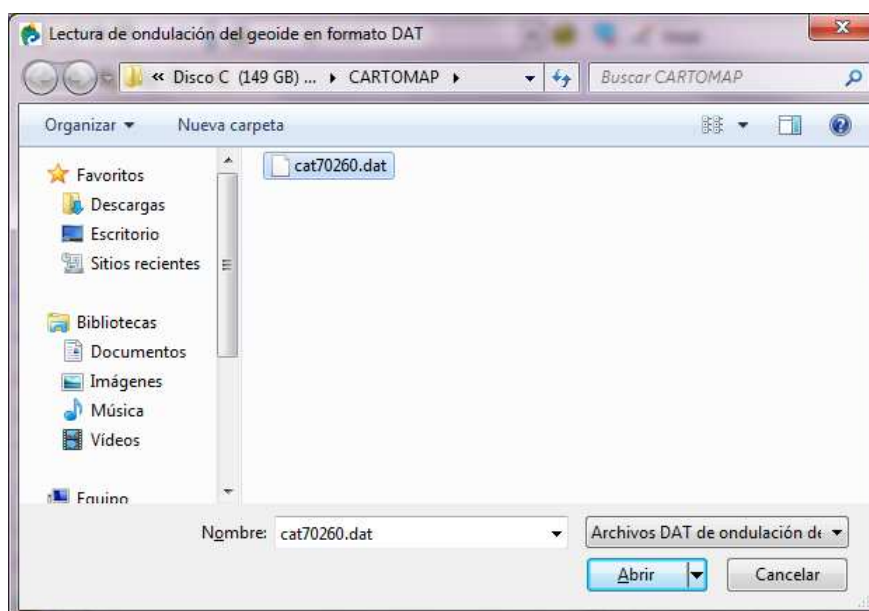
1. Activar la opción *Edición – Modelos digitales del terreno – Calculo y Edición alfanumérica...* y pulsar el botón añadir, se abrirá la ventana *Edición del modelo del terreno*. Introducir un nombre para el nuevo modelo y seleccionar como Tipo de modelo el de *Malla regular de cotas*:



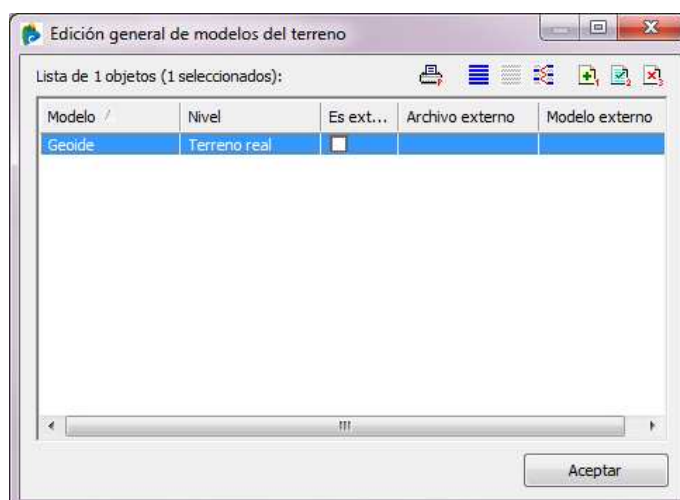
2. Pulsar el botón *Aceptar*. Se abrirá la ventana *Centro de Comunicaciones* desde la que se ha de seleccionar el formato disponible para el modelo de geoide:



3. Una vez seleccionado modelo de geoides, pulsar el botón *Importar*... seleccionando a continuación el archivo que contenga el modelo de geoides, después de esto, pulsar el botón *Abrir*



4. Se cargará modelo de geoides en CARTOMAP como un MDT más:



5. Una vez creado el modelo de geoides ya se puede activar la *Calculadora Geodésica* para realizar la transformación entre la cota elipsoidal y la cota ortométrica.



Los pasos para realizar la transformación entre tipos de cota son los siguientes:

6. Abrir la ventana *Calculadora Geodésica* mediante la opción de menú *Cálculo – Calculadora Geodésica...*

7. Si las coordenadas de origen tienen cota elipsoidal y se quiere obtener cota ortométrica, habrá que configurar la *Calculadora Geodésica* con los siguientes parámetros:

Tipo de cota en origen: *Cota elipsoidal*

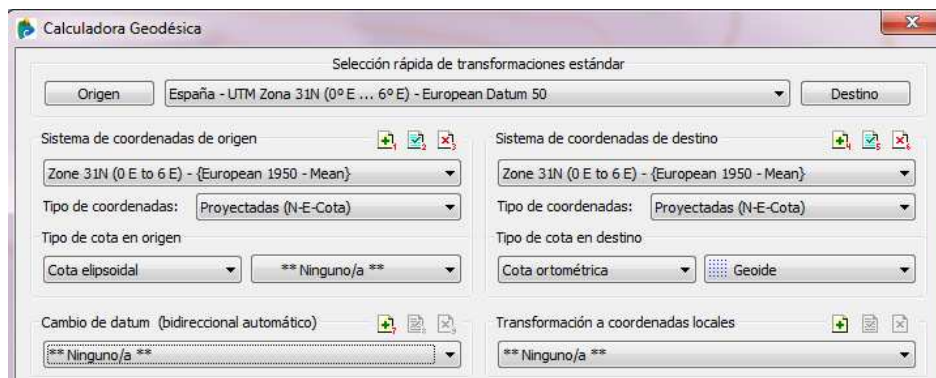
Tipo de cota en destino: *Cota ortométrica*

Si no se tiene que realizar una transformación del sistema de coordenadas, es decir, si tenemos las coordenadas en el sistema de referencia ED50 y lo único que se quiere realizar es la transformación de cota elipsoidal a ortométrica, sin realizar ninguna transformación de sistema de coordenadas, se podrá definir el modelo de Geoide tanto en origen como en destino (o en uno o en el otro). Si es este el caso, el parámetro *Cambio de datum (bidireccional automático)* se debe de seleccionar la opción ***ninguno***

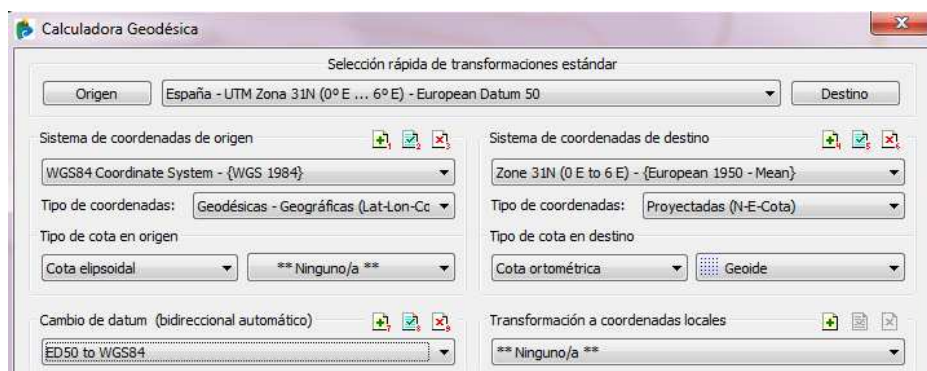
Por el contrario si se quiere realizar a la vez un cambio de sistema de coordenadas se debe de tener en cuenta en que sistema de coordenadas está referenciado el modelo de Geoide. Es decir, si el modelo de Geoide está en el mismo sistema de coordenadas que los puntos de que se disponen (origen), se definirá el modelo de Geoide en el origen, si por el contrario está definido en el sistema de referencia de destino se definirá en el destino.



En la siguiente imagen se muestra un ejemplo en el que no hay transformación de sistema de coordenadas. El modelo de Geoides se puede seleccionar en el origen o en el destino, es indiferente:



En la siguiente imagen se muestra un ejemplo en el que se define una transformación de sistema de referencia y en que el modelo de Geoides está referenciado en el sistema de referencia ED50:



8. En el supuesto que las coordenadas de origen tengan cota ortométrica, y se quiera calcular la cota elipsoidal, habrá que configurar la ventana *Calculadora Geodésica* con los siguientes parámetros:

Tipo de cota en origen: *Cota ortométrica*

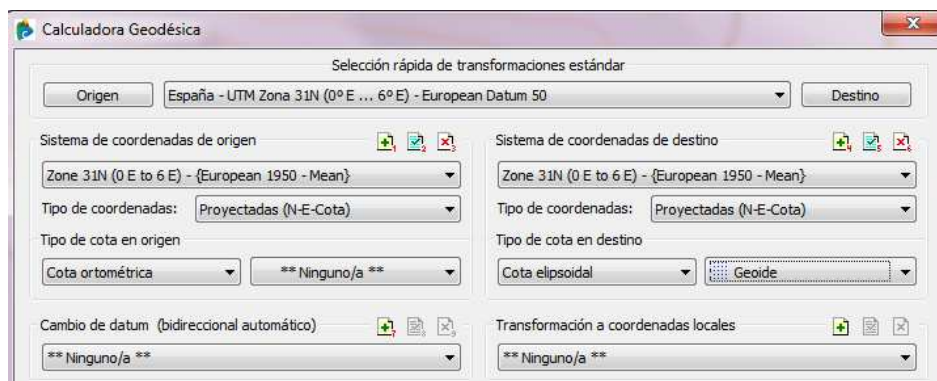
Tipo de cota en destino: *Cota elipsoidal*

Si no se tiene que realizar una transformación del sistema de coordenadas, es decir, si las coordenadas están en el sistema de referencia ED50 y lo único que se quiere realizar es la transformación de cota ortométrica a elipsoidal, sin realizar ninguna transformación de sistema de coordenadas, se podrá definir el modelo de Geoides tanto en origen como en destino (o en uno o en el otro). Si es este el caso, el parámetro Cambio de datum (bidireccional automático) se debe de seleccionar la opción ***ninguno***

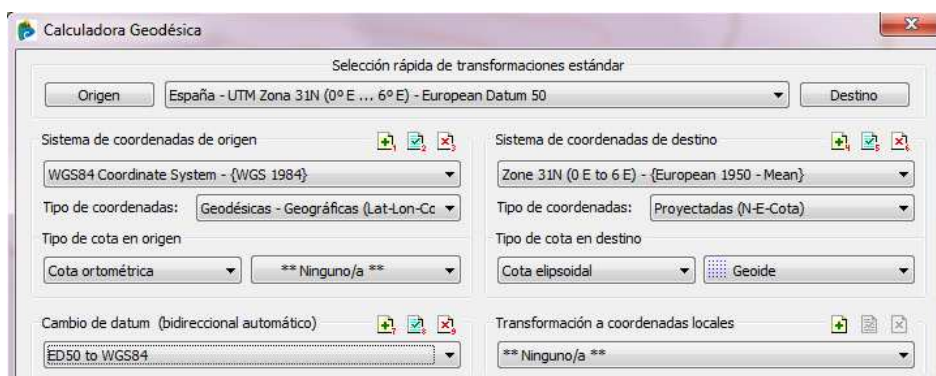


Por el contrario, si se quiere realizar a la vez un cambio de sistema de coordenadas el modelo de geoide deberá de estar definido en el sistema de referencia de las coordenadas origen.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo en el que no hay transformación de sistema de coordenadas. El modelo de Geoide se puede seleccionar en el origen o en el destino, es indiferente:



En la siguiente imagen se muestra un ejemplo en el que se define una transformación de sistema de referencia y en que el modelo de Geoide esta referenciado en el sistema de referencia ED50



9. En el supuesto que el usuario tenga un conjunto de puntos con cota ortométrica y disponga de un modelo de Geoide más preciso que el que se utilizó para calcular las cotas ortométricas de los puntos de que dispone, podría realizar una transformación entre cotas ortométricas. Para ello debe de disponer de los dos modelos de Geoide, el que se utilizó para calcular las cotas ortométricas actuales, definido en el mismo sistema de coordenadas que los puntos, y del modelo de Geoide más preciso que se utilizará para el cálculo de las nuevas cotas ortométricas. En este caso la ventana *Calculadora Geodésica* se configurará de la siguiente manera:

Tipo de cota en origen: *Cota ortométrica*

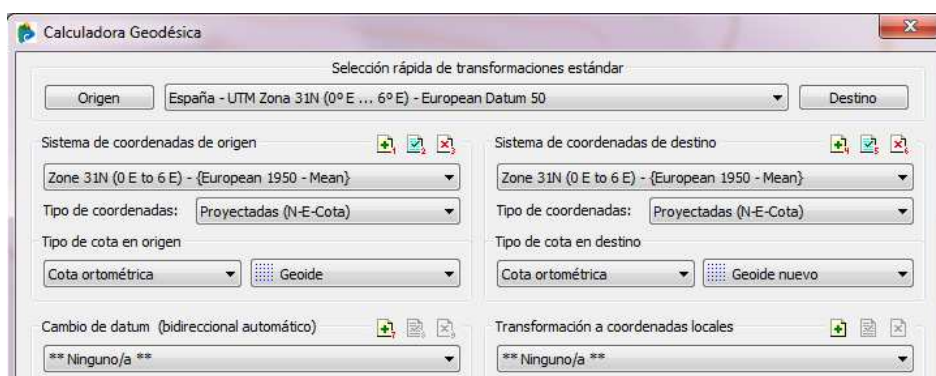
Tipo de cota en destino: *Cota ortométrica*



Si no se tiene que realizar una transformación del sistema de coordenadas, es decir, si tenemos las coordenadas en el sistema de referencia ED50 y lo único que se quiere realizar es la transformación entre cotas ortométricas, sin realizar ninguna transformación de sistema de coordenadas, se definirá en el origen el modelo de Geoide que se utilizó para calcular las cotas ortométricas de que se dispone y, en el destino, se definirá el modelo de Geoide que se utilizará para calcular las nuevas cotas ortométricas más precisas. Como Cambio de datum (bidireccional automático) se debe de seleccionar la opción ****ninguno****

Por el contrario, si se quiere realizar a la vez un cambio de sistema de coordenadas, el modelo de geoide que se utilizó para calcular las cotas ortométricas de que se dispone deberá de estar definido en el sistema de referencia de las coordenadas origen. El modelo de Geoide que se utilizará para calcular las nuevas cotas ortométricas deberá de estar definido en el sistema de referencia de destino.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo en el que no hay transformación de sistema de coordenadas:



En la siguiente imagen se muestra un ejemplo en el que se define una transformación de sistema de referencia:

