

CRITERIOS EMPLEADOS PARA ELABORAR LOS LISTADOS DE DOSMILES DE CASTILLA Y LEÓN

Los listados que se ofrecen son el resultado de analizar más de 700 cumbres de todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Castilla y León que pudieran tener una altitud superior a los dos mil metros. El trabajo de campo se ha realizado durante más de siete años por Eloy Santín y Nacho Sáez y mientras que la parte técnica ha corrido a cargo de Francisco Miguel García Gómez (Geógrafo y Técnico en Sistemas de Información Geográfica)

Datos analizados y Fuentes Consultadas

Para realizar este trabajo ha sido necesario procesar un importante volumen de información, lo requiere realizar un tratamiento fiable que nos permita obtener medidas cuantificables y objetivas. Por ello, se ha utilizado como fuente de datos fundamental los **Modelos Digitales del Terreno (MDT)** que son creados para corregir la distorsión de las fotografías aéreas por el efecto relieve.

Un Modelo Digital del Terreno (MDT) se puede describir como una malla de puntos sobre el territorio que tiene como atributo la altitud media respecto al nivel medio del mar (ortométrica). La mayor densidad de esta malla está en función de la precisión, a esto es a lo que se denomina *paso de malla*.

En este caso se ha trabajado con los MDT de mayor actualidad (2010 - 2011) del **Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA)** con un **paso de malla de 5 metros** y que está disponible para todo el territorio nacional. Estos MDTs pueden haberse realizado mediante técnicas de **estereocorrelación automática de vuelos fotogramétricos** o por medio de la interpolación a partir de la nube de puntos **LIDAR** (Laser Imaging Detection and Ranging). En este caso se han utilizado los MDT producidos a partir de las dos

tecnologías y de distintos años de producción para de esta forma minimizar errores.

Los datos obtenidos mediante la utilización del MDT han sido combinados con las lecturas **obtenidas a través de GPS** sobre el terreno (casi seiscientos cumbres ascendidas y procesadas de este modo), asegurando la fiabilidad de los datos obtenidos mediante el análisis informático.

Además de las fuentes de datos anteriores, los cálculos altimétricos se han contrastado con información proveniente de la restitución aportada en la cartografía de los diferentes mapas del IGN (Instituto Geográfico Nacional) a escalas **1:25.000 y 1:50.000** así como los **Mapas Topográficos de Castilla y León a escalas 1:10.000 y 1:5.000**.

Sobre la base de los datos así obtenidos por diferentes fuentes, se ha intentado corregir cualquier posible desviación, tanto en la localización de las cumbres como en la delimitación de su altitud. Con todo ello se ha conseguido en la mayoría de los casos precisiones de 1-2 metros aunque como se señala desde el IGN en los metadatos de sus MDTs (<http://www.ign.es/PNOA>) *"En zona de sombra o pendientes extremas o caóticas, donde la estereocorrelación no ofrezca resultados óptimos, la precisión nominal puede verse empeorada."* Al igual el ruido puede afectar a los procedimientos de utilización del laser en el caso del LIDAR. Por tanto las mayores imprecisiones podrían surgir en aquellos casos de agujas de reducida extensión.

Para minimizar las posibles incorrecciones se han utilizado MDT de diferentes años del PNOA y procesados por distintos organismos (Junta de Castilla y León e IGN), contrastando sus valores con los aportados por cada una de las reseñas de los **vértices geodésicos**. Tanto la posición como la altitud de dichos vértices geodésicos es considerada fiable y de elevada precisión. (<http://www.ign.es/ign/layoutIn/geodesiaVertices.do>)

De esta forma se ha tratado de evitar, en la medida de lo posible, los citados problemas de imprecisiones y reducir las discrepancias al mínimo.

Cumbres con "entidad"

Determinar la "entidad" de cada una de las cumbres requiere la utilización de datos objetivos y fácilmente cuantificables. De todos los datos

obtenidos la medida fundamental es el cálculo de la prominencia, aunque también se han empleado otros criterios como el aislamiento, la dominancia, etc.

La prominencia

La prominencia (prominencia topográfica, altura relativa, altura autónoma o factor primario) de una montaña, es un concepto usado en [orografía](#) para la clasificación de las montañas y que resulta ser el desnivel mínimo que hay que descender desde la cumbre de una montaña para llegar a otra, cualquiera que sea, más alta. Así pues, a mayor prominencia de una montaña más destaca entre las que la rodean con independencia de su altitud. A estos efectos, la medición de la prominencia en cada caso se ha realizado teniendo en cuenta el punto mínimo (en inglés *saddle* o *Key col*) siendo este el punto más bajo por el que hay que pasar para ir de una cumbre a cualquier otra más alta que ella (habitualmente será un collado fácilmente identificable, aunque en grandes extensiones también puede estar localizado en una llanura). En cualquier caso es un punto único e inconfundible que se podrá situar de forma precisa sobre el territorio.

La UIAA adoptó el concepto de prominencia como el criterio básico para identificar las cimas y las montañas. Las elevaciones con una prominencia de entre 30 y 300 metros tienen, según esto, la consideración de cimas -los 30 metros se establecieron teniendo en cuenta la longitud de una cuerda alpina en la época-. Sin embargo, dentro de ellas, la consideración de montañas independientes solo la tendrían aquellas cumbres con una prominencia de 300 metros o más.

A pesar de la utilización de diferentes fuentes de datos en el cálculo de la prominencia (MDT, GPS, Cartografía), se considera que la medición no es siempre absolutamente precisa. Por lo tanto se estableció a mayores la revisión de aquellas posibles cumbres que se encontraran en **el rango comprendido entre los 30 y 20 metros de prominencia**. En estos casos además de la prominencia se tiene en cuenta la pendiente existente entre la cumbre y el collado, tomando para este análisis la arista que une estos dos puntos característicos. Como norma general no se han considerado aquellas cumbres cuya arista tiene una pendiente inferior al 20%. De esta forma se evita incluir como cumbres aquellas pequeñas elevaciones en áreas relativamente planas y por el contrario se incluirán aquellas agujas que puedan tener una reducida extensión, tanto en su cima como en su base, y

en las que pudiera existir pequeños errores de precisión en el cálculo de la medida de su altitud.

El aislamiento

El aislamiento es el cuantificador que expresa la distancia que separa una montaña de la más próxima que sea más elevada. Se ha calculado tanto de forma absoluta como a lo largo de las aristas en la que se encuentre las distintas cumbres.

De este modo se han ido obteniendo los datos de prominencia y aislamiento que han permitido realizar estos listados y a su vez serán la base para obtener otras interesantes conclusiones sobre la dominancia altimétrica, dominancia prominencial y relevancia de cada una de las cumbres en las cuales se relacionan cada cumbre con la unidad o sector donde se localiza.

La importancia de las aristas

Las medidas de la prominencia y el aislamiento han sido completadas por otra serie de medidas que mejoran la precisión y riqueza de los análisis orométricos.

Cada cumbre está conectada al collado en el que se mide su prominencia por medio de una **arista**. Este collado (*saddle*) puede encontrarse cerca de la cumbre o a cientos de kilómetros, lo que suele ocurrir en aquellos casos de cumbres de mayor prominencia. Por ello es de gran importancia extraer las aristas que unen las diferentes cumbres con sus correspondientes collados.

Sabemos que las aristas constituyen la divisoria de las cuencas o vertientes hidrográficas, por lo cual, a partir de los MDT, y mediante la utilización de distintas herramientas SIG/GIS, han sido calculado en primer lugar estas cuencas y después se han extraído sus correspondientes aristas. Lógicamente cuanto mejor sea la resolución espacial conseguiremos unas aristas más precisas. En este caso se ha utilizado MDT de 5x5 metros de resolución por pixel.

Aplicación de los resultados obtenidos y confección de listados

Como consecuencia de todo el sistema de trabajo descrito se han validado más de 700 cotas con una altitud superior a los 2.000 metros. Ciertamente en nuestras cordilleras existen líneas de cumbres que durante muchos kilómetros avanzan por encima de esa altitud, sin que ello determine que cada pequeña elevación sobre el terreno pueda ser considerada como cumbre -ni siquiera, en ocasiones, como "cumbre secundaria"-.

En nuestro trabajo hemos intentado ser exhaustivos. Para ello, se han identificado y analizado todas aquellas cotas que, superando los dos mil metros, tuvieran una mínima entidad sobre esa línea de cumbres. Sobre la base de lo anterior, en los listados se han incorporado no sólo aquellas que tuvieran documentado un nombre o denominación inequívoco, sino también cualesquiera otras cotas por encima de aquella altitud que presentaran una prominencia superior a los veinte metros y ello, aún cuando -en éste último caso-, no tuvieran un nombre asignado que los identifique,

Denominaciones

El nombre o denominación de las cimas tampoco resulta ser un tema pacífico en muchos casos. Los nombres con que se identifican las distintas cimas en los listados que presentamos pretenden reflejar todo el abanico de topónimos que hemos encontrado documentados para cada cima, disponiéndose en primer lugar aquel que parece resultar más común (por ser el que coincide en mayor número de fuentes). Existen casos en que una misma cumbre se identifica de distinto modo sobre el mapa y otros en que incluso los núcleos de población de una vertiente de la montaña la denominan de un modo y los de la opuesta de otro. Nuestra intención ha sido recoger todos estos datos sin entrar en ningún tipo de polémica.

En cualquier caso, para este trabajo, además de la consulta a diferentes fuentes bibliográficas actuales se han empleado fuentes de datos históricas entre las que destaca las **Planimetrías Históricas** de la **Dirección General del Instituto Geográfico y Catastral** (conocidas tradicionalmente como **pañoletas**), que fueron realizado en las dos primeras décadas del siglo pasado, así como la primera edición de cada hoja del **Mapa Topográfico Nacional (MTN)** a escala 1:50.000 del IGN.

En aquellos casos en que las cotas analizadas superaban los 20 metros de prominencia y no hemos encontrado una denominación clara en las fuentes consultadas, se ha optado por identificar la cumbre empleando como referencia topónimos de lugares próximos (una vega, una braña, etc.) o, en último caso, la proximidad a una cumbre principal (cota o cumbre este, oeste, etc.)

Por otro lado, cabe señalar que existen espacios en los que los límites jurisdiccionales provinciales o incluso autonómicos no resultan pacíficos (carecen de un deslinde oficial), existiendo controversias (incluso judiciales) sobre si una determinada cumbre o líneas de cumbres es compartida por

ambas provincias o si pertenece en exclusiva a una. Tampoco se ha querido con estos listados alimentar estas polémicas, intentando reflejar únicamente los resultados mayoritariamente aceptados.

Unidades y Sectores

Las cumbres analizadas han sido clasificadas dentro de un determinado unidad, sector, macrosector y cordillera. Disponer de esta estructura permite una fácil y rápida situación de cada una de las cumbres así como la localización de las cumbres más próximas dentro de cada conjunto. Para la realización de esta segmentación se han utilizado, entre otros criterios, los criterios geológicos, geomorfológicos, paisajísticos, etc. Se considera además un factor a tener muy en cuenta la medida de la prominencia, la cual nos permite localizar los grandes collados o puertos (*saddle* o *Key col*) a partir de los cuales podemos establecer cada división.

En todos los casos se han consultado variadas fuentes bibliográficas aunque como se ha podido constatar, esta es una cuestión no exenta de polémica y determinadas unidades y/o sectores pueden tener diferentes extensiones diferentes dependiendo de las fuentes consultadas. En cualquier caso el propósito de esta clasificación es conseguir ordenar y sistematizar las cumbres de una forma lo más sencilla y lógica posible.

Se considerada por tanto que cada cumbre está incluida en un determinado conjunto o espacio y por tanto es de interés poder comparar cada montaña con sus montañas vecinas. La prominencia de una montaña puede ser mayor o menor en función de su posición con respecto a otras montañas, es decir, su **Relevancia** cambia en función de las montañas cercanas. Partiendo de los análisis realizados por Javier Urrutia, se ha calculado la **Dominancia Altimétrica**, la **Dominancia Prominencial** y utilizando estas dos magnitudes se consigue obtener la **Relevancia**.

En estos cálculos es necesario conocer la altitud mínima del espacio en el que se elevan las diferentes montañas de cada conjunto o espacio (Sector, Macrosector y Cordillera). Se ha evitado tomar la altitud mínima de una determinada división artificial (provincia, comarca, etc...), por lo que se ha establecido el cálculo de la altitud a la que se encuentra un espacio llano circundante (consideramos aquel con una pendiente media inferior a los 10°) y que además se localice a menos de un determinado radio (10-15 kilómetros de cualquier cima). Se evita de esta forma el efecto distorsionador que supondría utilizar una unidad administrativa de gran extensión, como es el

caso de la provincia, que pueda tener diferencias altimétricas muy importantes.

Del mismo modo en el cálculo de la Dominancia Altimétrica, la Dominancia Prominencial y la Relevancia de cada conjunto o espacio (Sector, Macrosector y Cordillera) se ha considerado la cumbre con mayor altitud, independientemente de que dicha cumbre se encontrara dentro de los límites autonómicos de Castilla y León. En resumen a la hora de realizar los diferentes cálculos orométricos se ha decidido no compartimentar el territorio en función de los límites jurisdiccionales.

Puedes obtener más información sobre el tema en el curso de Cartografía y Orientación de Javier Urrutia. <http://bit.ly/1e3s4Zh>

Mapas

El reflejo de todos los datos obtenidos ha permitido generar los mapas que se adjuntan. Para cada uno de los sectores se han creado dos mapas a diferente escala y con diferentes características. Por una parte, una mapa general en el que se aprecia la situación de cada sector dentro de Castilla y León así como la localización de los núcleos de población más cercanos al sector en cuestión (dependiendo del tamaño del sector su escala está comprendida entre la escala 1:100.000 y 1:70.000). En segundo lugar se incluye un mapa de mayor detalle con escalas de mayor resolución para poder apreciar de forma más nítida cada una de las cumbres.

Para evitar divergencias debidas a la existencia de diferentes escalas, se han creado en todos los sectores una serie de mapas a escala 1:50.000 y en formato TIFF (lo que permite que puedan ser desplegados en diferentes dispositivos). Estos mapas disponen de características homogéneas para todos los sectores de Castilla y León.

Gráficamente la prominencia se ha definido con un código de tamaños y colores, de modo que las que tienen más de treinta metros aparecen en color rojo, las que tienen entre 20 y 29 en color amarillo y las de menos de 20 metros en verde. En la leyenda se incluye un icono triangular que a modo de ejemplo muestra el tamaño proporcional en función de la prominencia, lo que nos permitirá comparar de forma visual la prominencia de cada cumbre.

Además de los mapas se incluyen otros formatos de utilidad para los usuarios. Se pueden descargar las capas con las cumbres de cada sector en diferentes formatos (*.KMZ, *.GPX o shapefile). De esta forma podrán ser visualizados en los diferentes dispositivos sobre cualquier cartografía.

Aportaciones para confeccionar unos listados más completos

El mayor grado de certeza del listado definitivo exige, en cualquier caso, incorporar las aportaciones que puedan realizar todos aquellos que conocen mejor que nosotros las zonas analizadas. De ahí que sobre la base de la "lista abierta" que ahora se presenta, requerimos la colaboración de todos vosotros, sugiriendo correcciones (en nombres, en localizaciones o en cualquier otro elemento), o proponiendo la incorporación de nuevas cumbres (a través de la identificación de sus coordenadas y su denominación), para así obtener ese, listado, a disposición de todo el mundo, más completo y contrastado.

Todas las coordenadas que, como consecuencia de esas aportaciones, se incorporen a las listas serán procesadas a partir de los MDT -del mismo modo que se ha hecho ya respecto de las que forman parte del listado inicial- .

En este catálogo definitivo se incluirán ya los datos sobre la prominencia, el aislamiento, la pendiente, la relevancia, así como otros propuestos por otros autores (como pueden ser la dominancia altimétrica o la dominancia prominencial) y que resultan ser tremendamente útiles para cualquier intento de clasificación de cumbres.

El propósito en este momento es intentar, entre todos (montañeros, senderistas, investigadores, simplemente curiosos...) completar los listados con vuestras sugerencias para lograr que ese catálogo de las cimas de la Comunidad de Castilla y León que superen los 2000 metros pueda ser lo más completo posible.

