



CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL



POLITÉCNICA

"Ingeniamos el futuro"

Graduado en Matemáticas e Informática

Universidad Politécnica de Madrid

Escuela Técnica Superior de
Ingenieros Informáticos

TRABAJO FIN DE GRADO

Generador de modelos de mallas irregulares de
terrenos

Autor: Raúl Contreras Martín

Director: Manuel Abellanas Oar

MADRID, JULIO 2018

Índice general

Resumen	5
Abstract	6
1. Introducción y objetivos	7
1.1. Modelos digitales del terreno	7
1.1.1. Variedades según su estructura de datos	7
1.2. Problema planteado	9
1.3. Objetivos concretos	10
2. Conjunto de datos del terreno	12
2.1. Método de obtención de los datos	12
2.2. Descripción del fichero	12
2.3. ¿Dónde descargarlos?	12
3. Conceptos geométricos previos	14
3.1. Triangulación de puntos	16
3.1.1. Triangulación de Delaunay	16
4. Algoritmo	19
5. Implementación	24
5.1. Explicación	24
6. Resultados	26
6.1. Comparación del número de polígonos	26
6.2. Pruebas con distintos pasos de malla	28
7. Conclusiones y líneas futuras	30
7.1. Líneas futuras de trabajo	30

Resumen

Los modelos raster de terrenos pueden ser muy precisos pero, proporcionalmente, de un volumen muy costoso para su manejo. En este proyecto se va a desarrollar e implementar un método automático de generación de modelos de mallas irregulares de triángulos, a partir de un fichero de datos raster. Se hará uso de una herramienta de selección aleatoria de los vértices de una malla inicial. Dicha malla será generada haciendo uso de la triangulación de Delaunay. La malla obtenida se irá adaptando de forma iterativa, mediante inserción de vértices en las zonas escarpadas y eliminación de los mismos en zonas lisas, hasta conseguir una representación realista de las características del terreno.

Abstract

The raster elevation models can be very precise but proportionally of a very expensive volume for its management. This project will develop and implement an automatic method of irregular triangle mesh generation from raster data files. A random point generator will be used to select the vertices of an initial mesh. This mesh will be generated using the Delaunay triangulation. By inserting vertices in the steep areas and eliminating them in the smooth areas, the mesh will be adapted iteratively until achieving a realistic representation of the terrain characteristics.

Capítulo 1

Introducción y objetivos

1.1. Modelos digitales del terreno

Antes de hablar de los tipos de modelos digitales es necesario definir la palabra «modelo»: «Modelo es una representación simplificada de la realidad en la que aparecen algunas de sus propiedades» [1]. De esta definición se puede deducir que un modelo no es una representación exacta del objeto en cuestión, sino una reproducción que conserva ciertas características.

En cuanto a los modelos digitales, no hay una definición fija, ya que, en diferentes escritos, cada tipo de modelo se usa de manera distinta y se le proporcionan diferentes acepciones. En este caso, Modelo Digital de Elevaciones (MDE) se va a definir como un fichero formado por valores específicos para cada elevación del terreno, en intervalos horizontales con un espaciado regular. Asimismo, un Modelo Digital del Terreno (MDT) se va a definir como un MDE tridimensional que normalmente se representa mediante una malla; a estas representaciones se les puede añadir un mapa topográfico, permitiendo así verlo desde un punto de vista cartográfico, mostrando picos y valles.

1.1.1. Variedades según su estructura de datos

En este apartado se van a comentar los principales modelos:

- Modelo vectorial según curvas de nivel: una curva de nivel es aquella línea, en un mapa topográfico, con todos sus puntos a la misma altura. Las versiones más básicas de estos modelos están basadas en curvas de nivel separadas por intervalos constantes, pero también hay versiones de mayor complejidad.

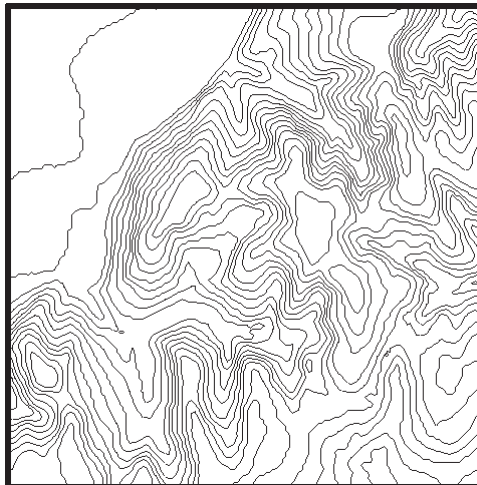


Figura 1.1: Ejemplo de modelo por curvas de nivel. [4]

- Modelo raster de mallas regulares: estos modelos constan de una matriz de datos que representa una malla, de tal manera que cada celda representa la posición del punto en los ejes x e y, y el valor en la matriz representa la altura de dicho punto. Las matrices se generan principalmente por interpolación, partiendo de un modelo previo o mediante un análisis fotogramétrico, como es el caso del sistema LIDAR que se explicará posteriormente.



Figura 1.2: Ejemplo de modelo de mallas regulares. [4]

- Modelo raster de mallas irregulares: estos modelos nacieron para solventar los problemas que derivan del uso de mallas regulares pero sin perder la facilidad que proporcionan. Están formados por datos normales o por submatrices que varían de resolución según la zona, proporcionando, de esa manera, mejor resolución allí don-

de se requiera. A pesar de ello, no se ha trabajado tanto con estos modelos como con los de mallas regulares.

- Modelo vectorial de triángulos irregulares (TIN): estos modelos se basan en una red de triángulos irregulares conectados unos con otros. Suelen venir derivados de otros modelos, ya que pueden ser generados a partir de cualquier conjunto de puntos.

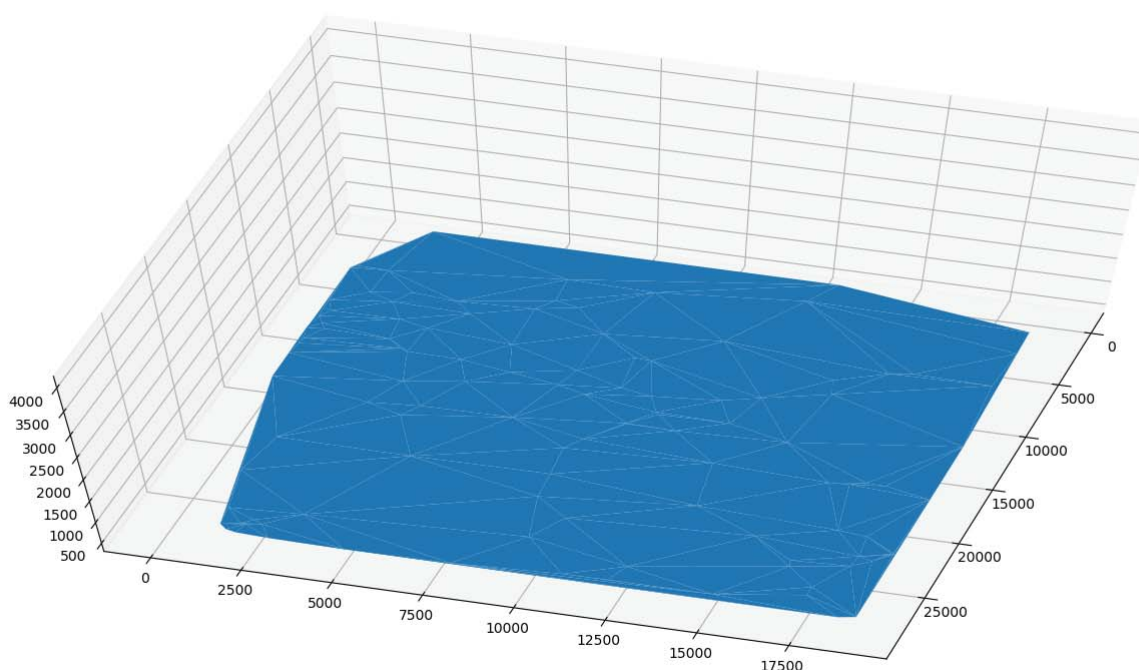


Figura 1.3: Ejemplo de malla triangular irregular generada por la aplicación desarrollada en este TFG.

1.2. Problema planteado

La superficie de la Tierra puede ser analizada y representada mediante un conjunto de puntos pero estos puntos no proporcionan toda la información necesaria para el estudio del terreno.

Para ello se va a diseñar una aplicación en Python que, dado un fichero de datos que representa una malla regular obtenida mediante LIDAR, seleccione un subconjunto de los puntos, genere un TIN y, de manera iterativa, añada y borre puntos, facilitando el manejo

y reduciendo el consumo de recursos.

En la próxima figura se muestra una malla, generada por el programa, en la que se distingue a simple vista la resolución local del terreno según sus características.

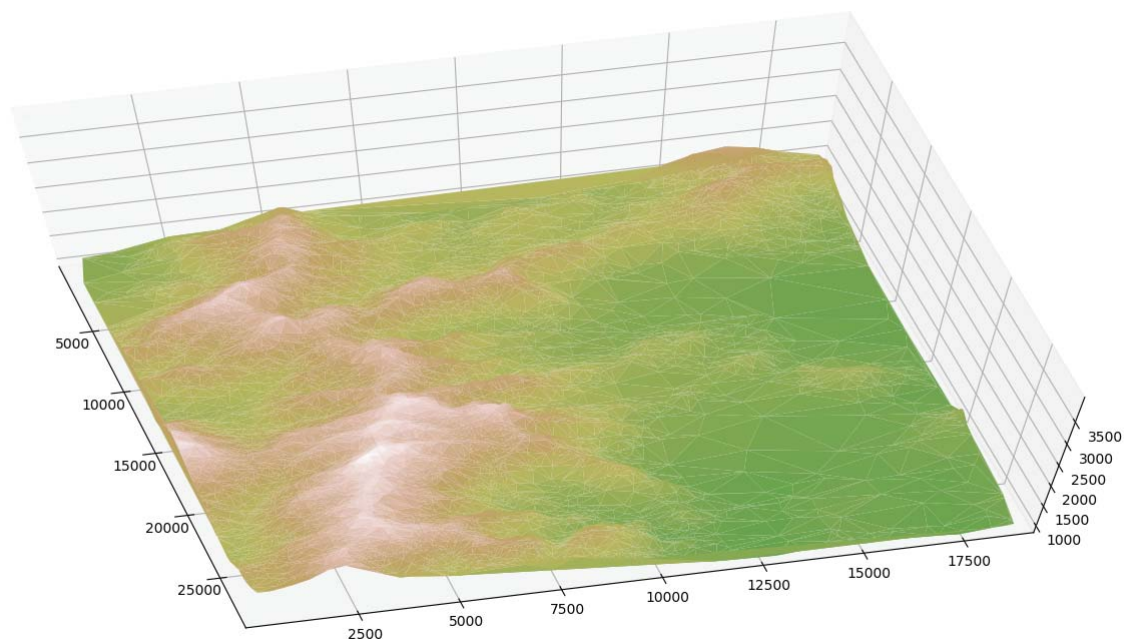


Figura 1.4: Simulación de la sierra de Guadarrama.

1.3. Objetivos concretos

La simulación del terreno será aleatoria en los casos en los que sea posible, lo cual simplificará el cómputo y ayudará a evitar patrones que generen una regularidad que no sea propia del terreno.

- Adquisición de datos. El archivo inicial de datos que se va a usar posee, en las primeras líneas de texto, una serie de valores que representan: el número de filas, el número de columnas, las coordenadas del punto de referencia, el paso de malla y el valor asignado a los datos de los que no se tiene información. El resto del fichero está formado por filas de datos. Cada dato representa la altura de un punto en la malla.

- Selección inicial de vértices. La aplicación constará de varias fases: en primer lugar, se seleccionará, de manera aleatoria, el conjunto inicial de puntos del terreno.
- Diseño del método de construcción del modelo triangular. Posteriormente, se conectarán los puntos haciendo uso de la triangulación de Delaunay. Esto permitirá estudiar matemáticamente si es necesario que en las zonas agrestes se añadan puntos dentro de algún triángulo, para adaptar mejor el modelo al terreno; o, por el contrario, si lo que hace falta es eliminar puntos en las regiones llanas. Estos retoques ayudarán, respectivamente, a que no se pierdan características importantes, como cumbres y valles, y a mejorar la computabilidad de los datos.
- Visualización de resultados. Una vez diseñada la aplicación, se llevará a cabo la labor de hacer pruebas con casos reales. Para este proyecto se ha utilizado la página web del Instituto Geográfico Nacional, en concreto, su herramienta de modelos digitales de elevaciones, la cual permite observar el mapa de España, escoger zonas de diferentes longitudes y descargar el archivo que contiene los puntos.

Los términos utilizados y los pasos a seguir, aquí expuestos, serán explicados a lo largo de la memoria.

Capítulo 2

Conjunto de datos del terreno

2.1. Método de obtención de los datos

Este proyecto hace uso de unos ficheros que contienen un conjunto de datos obtenidos por medio del método LIDAR junto a interpolación de puntos. LIDAR es el acrónimo en inglés de *Light Detection and Ranging* o de *Laser Imaging Detection and Ranging*. Es un método que analiza el terreno por medio de la luz, haciendo uso de un láser que mide la distancia hasta la Tierra. Esto, sumado a los datos obtenidos por medio de un estudio aéreo del terreno, nos proporciona una representación de la superficie de la Tierra. [5]

2.2. Descripción del fichero

En el fichero están definidos algunos valores significativos, como son el número filas y columnas o el tamaño del paso de malla, así como filas de datos que representan las alturas en el terreno. El paso de malla puede definirse como la distancia que hay entre dos puntos consecutivos de la matriz. Las filas se entienden como una malla tal que cada elemento en la posición (x,y) , con $x \in \text{Columnas}$ e $y \in \text{Filas}$, representa la altura del terreno en dicho punto. Además, entre cada punto (x,y) hay que tener en cuenta el paso de malla.

2.3. ¿Dónde descargarlos?

Los ficheros usados por el programa se obtienen del centro de descargas de la página web del Instituto Geográfico Nacional (IGN) [6], en concreto del apartado de modelos

digitales de elevaciones. Aquí se pueden descargar varios tipos de archivos, por un lado, ficheros .laz y, por otro lado, ficheros .asc, que son los que nos interesan. Estos archivos nos permiten obtener datos del terreno en tres escalas distintas según su espaciado: 200 metros, 25 metros o 5 metros.

Una vez escogido el tipo de fichero, procedemos a seleccionar qué sección de terreno de la geografía de España queremos descargar. Para ello hay varias opciones: buscar por división administrativa, por hojas, por coordenadas, por parcelas, por archivo o seleccionando un punto o un polígono.

Capítulo 3

Conceptos geométricos previos

En este capítulo se van a explicar ciertos conceptos matemáticos que serán aplicados en el algoritmo.

- Polígono: figura geométrica plana formada por tres o más segmentos rectos que limitan una porción del plano. Los polígonos poseen aristas y vértices. Las aristas son los segmentos que conforman el polígono y los vértices son las intersecciones de dichas aristas.
- Triángulo: polígono formado por tres aristas.
- Baricentro (centroide): punto en el que se cortan las medianas de un triángulo.

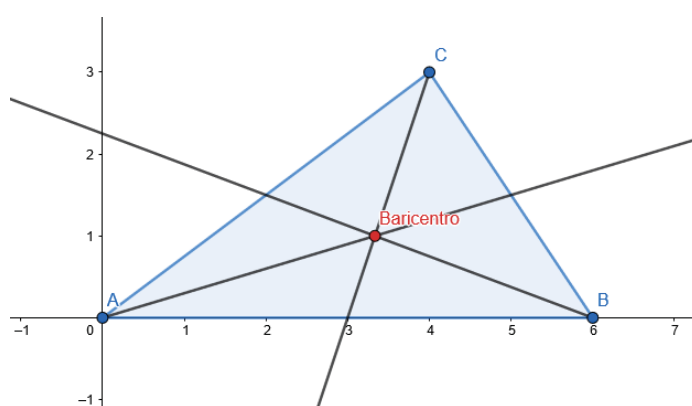


Figura 3.1: Baricentro de un triángulo.

- Área: magnitud escalar que representa la superficie que ocupa un polígono. En este caso, como se trabaja con triángulos: el área de un triángulo ABC, siendo A, B y

C tres puntos (a_1, a_2) , (b_1, b_2) y (c_1, c_2) , respectivamente, es el resultado de calcular $\frac{(b_1 - a_1) \cdot (c_2 - a_2) - (c_1 - a_1) \cdot (b_2 - a_2)}{2}$.

- Poliedro: cuerpo geométrico que alberga un volumen finito formado por la unión de superficies planas, específicamente, polígonos. Los poliedros poseen aristas, vértices y caras. Las caras corresponden a los polígonos que definen el poliedro.
- Tetraedro: poliedro formado por cuatro caras triangulares.
- Volumen: magnitud escalar que representa el espacio que ocupa un cuerpo. En este caso, como se trabaja con tetraedros, el volumen del tetraedro ABCD, siendo A, B, C y D cuatro puntos (a_1, a_2, a_3) , (b_1, b_2, b_3) , (c_1, c_2, c_3) y (d_1, d_2, d_3) , respectivamente, es el resultado de calcular el determinante:

$$\frac{1}{6} \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ a_1 & b_1 & c_1 & d_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 & d_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 & d_3 \end{vmatrix}$$

- Altura: la altura de un tetraedro se puede calcular como: $6 \cdot \frac{\text{Volumen}}{\text{AreaBase}}$

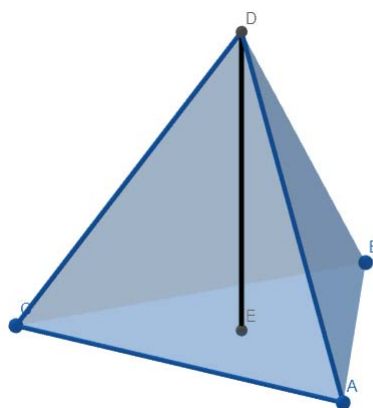


Figura 3.2: El segmento ED representa la altura del tetraedro.

3.1. Triangulación de puntos

3.1.1. Triangulación de Delaunay

El proyecto se sustenta gracias a la ayuda que proporciona tener un conjunto de puntos triangulados de la forma más regular posible. Por ende, la triangulación de Delaunay es la piedra angular de este trabajo.

Definición. Dado un conjunto de puntos P , se define triangulación como la subdivisión planar maximal rectilínea cuyo conjunto de vértices es P .

La triangulación de Delaunay, que toma su nombre del matemático ruso Boris Nikolaevich Delone, es una manera de triangular un conjunto de puntos dado, de forma que cada triángulo cumpla la condición de Delaunay.

Definición. Sea P un conjunto de puntos en el plano, y sea T una triangulación de P , entonces T es una triangulación de Delaunay si y solamente si el círculo circunscrito de cada triángulo de T no contiene en su interior ningún vértice de otro triángulo.

A su vez, todas las aristas de la triangulación que tocan la cara exterior definen el cierre convexo de P .

La triangulación de Delaunay cumple, asimismo, los siguientes teoremas. Sus demostraciones pueden contrastarse en [8], [9] y [10]

Teorema. El grafo de Delaunay de un conjunto de puntos coplanarios es un grafo planar.

Para entender el siguiente teorema es necesario, en primer lugar, entender el concepto de arista ilegal expuesto a continuación.

Definición. Sea la arista PQ la arista compartida por los triángulos PQR y PQS , y sea C la circunferencia que pasa por los puntos P , Q y R , la arista PQ es ilegal si y solamente si el cuadrilátero $ADBC$ es convexo y el punto S está situado en el interior de C .

Lema. Una triangulación es legal si y solamente si no contiene ninguna arista ilegal.

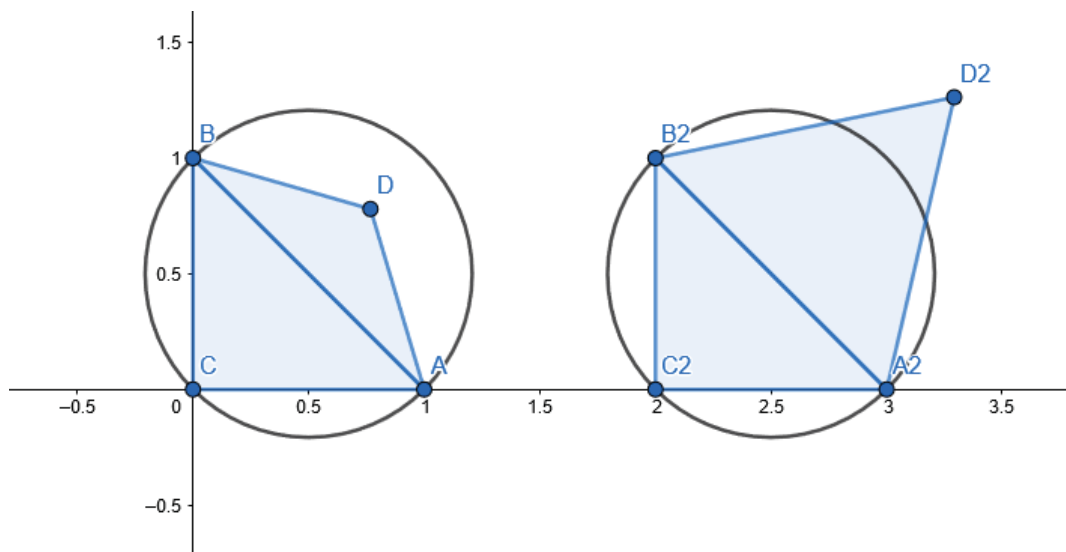


Figura 3.3: Triangulación ilegal (izquierda) y triangulación legal (derecha).

Entonces, una vez entendido el concepto de arista ilegal:

Teorema. Sea P un conjunto de puntos en el plano, una triangulación T de P es legal si y solamente si es una triangulación de Delaunay.

Teorema. Sea P un conjunto de puntos en el plano, cualquier triangulación con ángulos óptimos es una triangulación de Delaunay.

Teorema. Cualquier triangulación de Delaunay, de un conjunto P de puntos en el plano, es la que maximiza el ángulo mínimo de todas las triangulaciones posibles de P .

Esto quiere decir que la triangulación de Delaunay es aquella cuyos triángulos son lo más parecido a triángulos equiláteros o, lo que es lo mismo, que todos los ángulos son lo más próximo a 60° .

Por último, es necesario remarcar el hecho de que usar una malla triangulada mediante Delaunay facilita recorrer el conjunto y trabajar con él, ya que se hace por triángulos en vez de por vértices. Los triángulos permiten estudiar e interpolar el terreno usando como herramientas los conceptos que se han explicado en este capítulo.

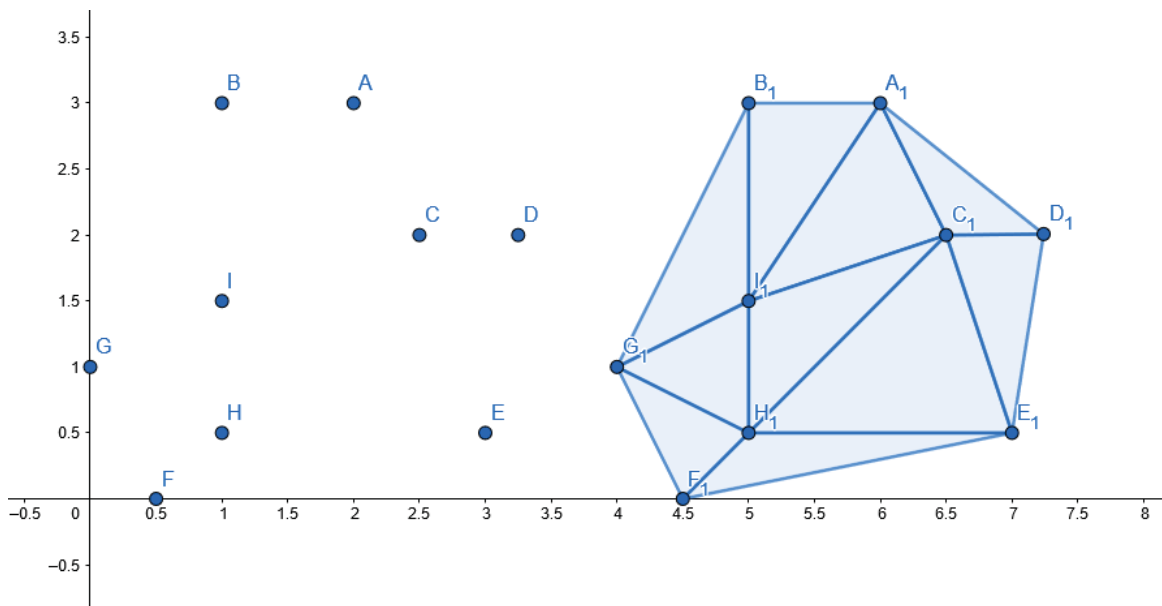


Figura 3.4: Conjunto de puntos de partida (izquierda) y su triangulación de Delaunay (derecha).

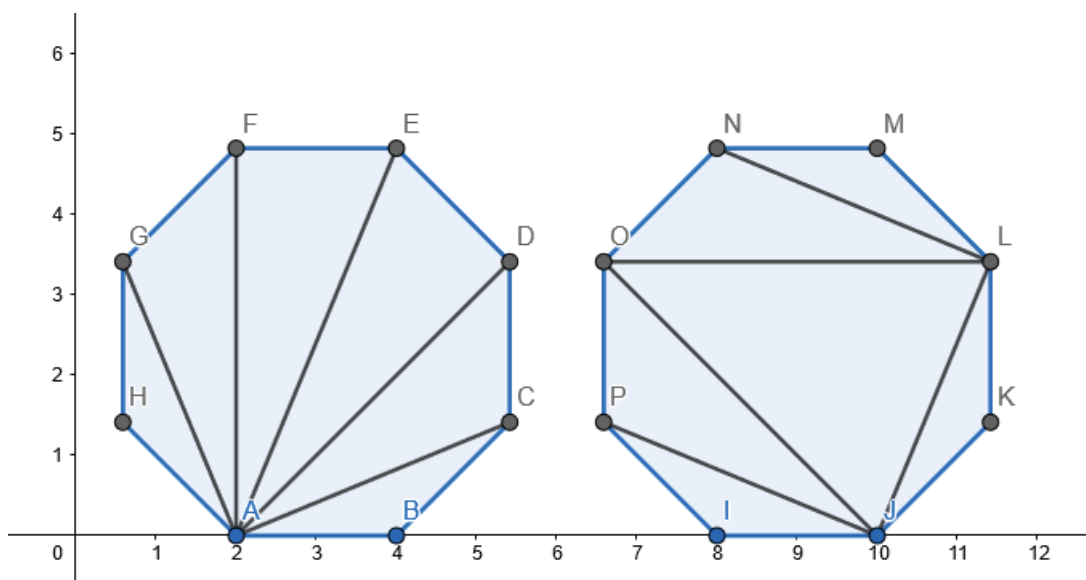


Figura 3.5: Comparación de la triangulación abanico (izquierda) y la triangulación de Delaunay (derecha).

Capítulo 4

Algoritmo

La simulación nace de la necesidad de disponer de un modelo estructurado del terreno, de un tamaño reducido, que permita su análisis y visualización en un tiempo asequible. Los ficheros de entrada proporcionados por el IGN poseen una cantidad de puntos, por lo general, superior al medio millón; esos datos son empleados por la aplicación para obtener las coordenadas de los vértices de la malla. En primera instancia, se selecciona de forma aleatoria un conjunto de puntos de tamaño definido por el usuario en función de la resolución que desee. Dichos puntos pasan a ser los vértices de la malla inicial, que se obtiene calculando la triangulación de Delaunay de las proyecciones en el plano XY. A continuación, el sistema evalúa de forma iterativa los triángulos y modifica la malla, añadiendo o eliminando vértices en función de la disparidad entre el terreno y la superficie generada por la malla de triángulos.

1. Se adapta el conjunto de puntos a un formato adecuado para su manejo posterior.
2. Se selecciona un subconjunto de puntos de manera aleatoria.
3. Se triangula el conjunto de puntos seleccionados.
4. Se añaden vértices para no perder información del terreno en zonas escarpadas.
5. Se borran vértices en zonas planas para reducir la carga computacional.
6. Se almacena el resultado y se muestra la malla obtenida por pantalla.

A continuación se muestran los pasos llevados a cabo en el algoritmo:

1. En cuanto al tratamiento del fichero descargado, se ha diseñado un método que primero lee el fichero y luego transforma el conjunto de datos en una matriz de

Python; además se crean tres listas: la lista x representa las posiciones de cada punto en el eje de abscisas, la lista y representa las posiciones de cada punto en el eje de ordenadas y , finalmente, la lista z representa la altura de cada punto. A cada valor de las listas x e y , salvo al primero, se le suma el paso de malla.

2. Seguidamente, se selecciona de manera aleatoria un subconjunto de puntos de tamaño prefijado.
3. Con posterioridad, se itera sobre el conjunto resultante, de manera que en cada iteración se actualiza la triangulación y se llevan a cabo dos operaciones:
 - a) Operación de adición de puntos: se selecciona aleatoriamente un subconjunto de triángulos del conjunto total y , en cada uno de ellos, se calcula su baricentro. Para ese baricentro se busca el punto del terreno más cercano en la matriz inicial de puntos y se le asigna su altura. Si dicha altura difiere más de cierto ε del valor de la función lineal definida por el triángulo, se añadiría el baricentro a las tres listas de puntos, junto con la altura que le ha sido asignada.
 - b) Operación de borrado de puntos: si con la operación anterior no se ha querido añadir ningún punto dentro de algún triángulo, se escogerá un punto aleatorio del triángulo que estamos estudiando, se calcularán sus vecinos y se estudiará si su distancia al plano formado por tres de sus vecinos es inferior a cierto δ . En caso afirmativo, se procede a borrar el punto. Como los tres vecinos forman un tetraedro con el punto central, la distancia en cuestión se calcula hallando la altura de dicho tetraedro hasta el punto central, como ha sido explicado en el capítulo de conceptos geométricos previos.
4. Finalmente, la malla resultante se imprime por pantalla.

A continuación se muestra visualmente la operación de adición de puntos.

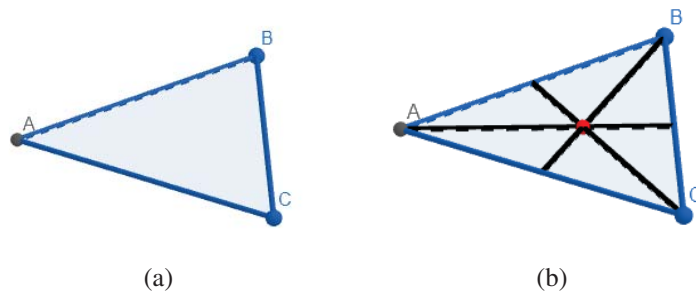


Figura 4.1: Primero se calcula el centroide.

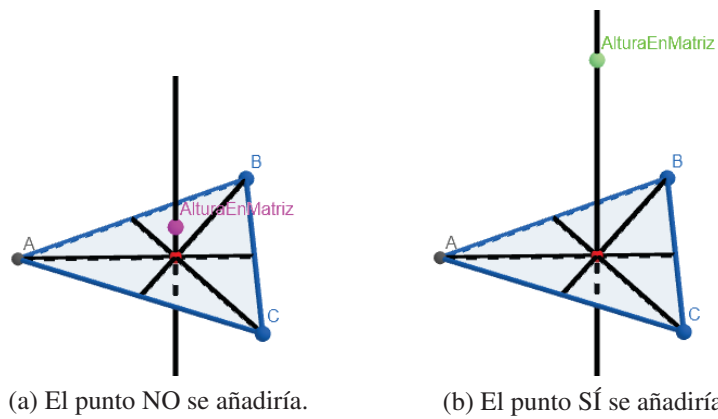


Figura 4.2: Luego se busca la altura correspondiente al baricentro en la matriz de puntos.

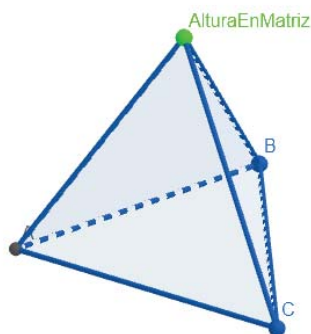


Figura 4.3: Finalmente, se añade el punto y se triangula de nuevo el conjunto.

Las siguientes imágenes muestran visualmente la operación de eliminación de puntos.

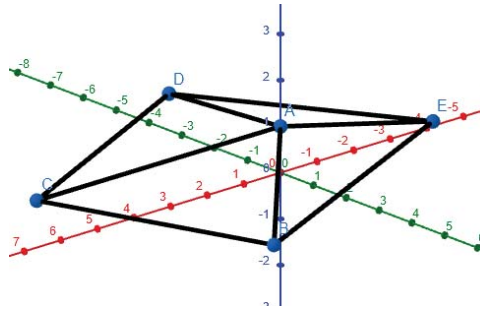


Figura 4.4: Se buscan los vecinos del punto A.

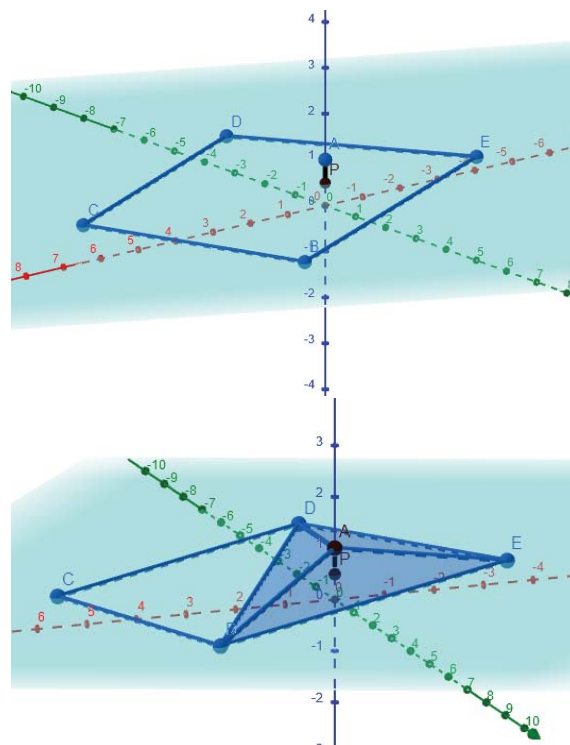


Figura 4.5: Se calcula la altura del tetraedro formado por tres de los vecinos de A y el propio A.

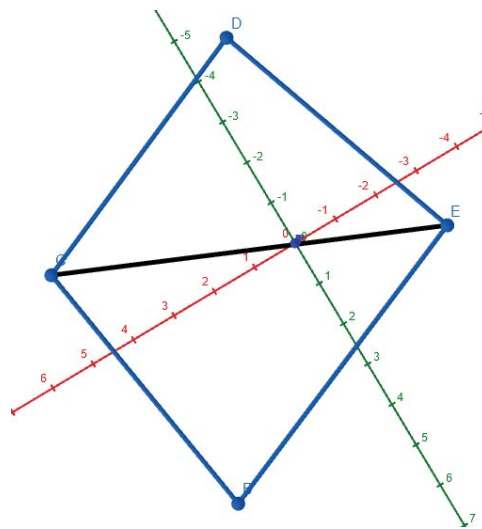


Figura 4.6: Finalmente, como la altura es pequeña, se elimina el punto y se triangula de nuevo el conjunto.

Capítulo 5

Implementación

En la referencia [11] está la url para acceder al GitHub que contiene el código de la aplicación que se ha desarrollado en este TFG.

5.1. Explicación

El código usado por la aplicación desarrollada en este trabajo se ha escrito en el lenguaje de programación Python.

En lo referente a las estructuras de datos se han usado las siguientes librerías de Python:

El paquete NumPy ha sido usado para diseñar las tres listas que contienen los valores de cada punto de la malla. Tras seleccionar el subconjunto de puntos y actualizar todas las listas, se lleva a cabo la triangulación de los puntos, para ello se ha usado la librería SciPy, específicamente la función Delaunay del paquete spatial. Una vez que ha sido generada la malla triangulada, se llevan a cabo las operaciones de adición y eliminación. Para los cálculos matemáticos de este apartado se utilizan las funciones que posee la librería math. Los valores aleatorios usados en la aplicación se consiguen mediante el paquete random.

En lo referente a la parte visual:

Cuando ya se ha obtenido el terreno final, la estructura correspondiente a la triangulación se pasa como parámetro a la función plot_trisurf y se imprime junto a unos ejes cartesianos generados por la función Axes3D. Estas dos últimas funciones pertenecen al

paquete `mplot3d` que forma parte de la librería `matplotlib`.

Capítulo 6

Resultados

6.1. Comparación del número de polígonos

A continuación se pueden observar dos imágenes de Sierra Nevada. Dichas imágenes muestran la diferencia entre la simulación con baja resolución y con alta resolución, respectivamente.

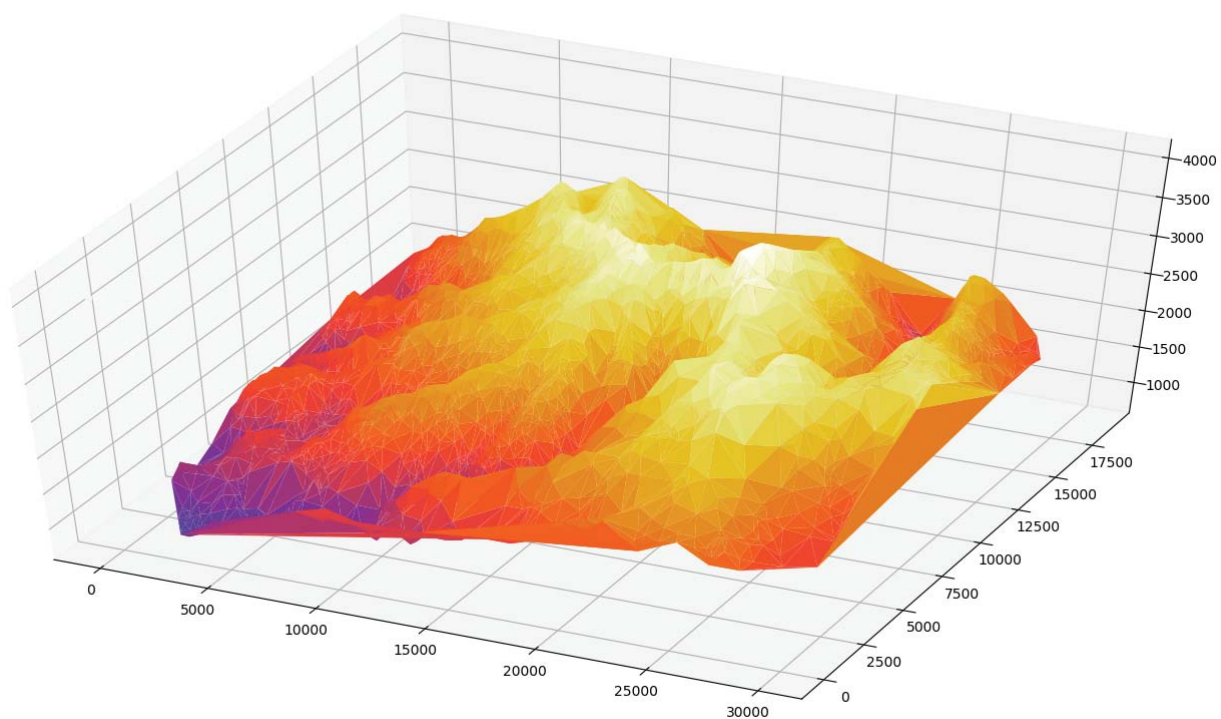


Figura 6.1: Simulación de Sierra Nevada con baja resolución (3 876 puntos).

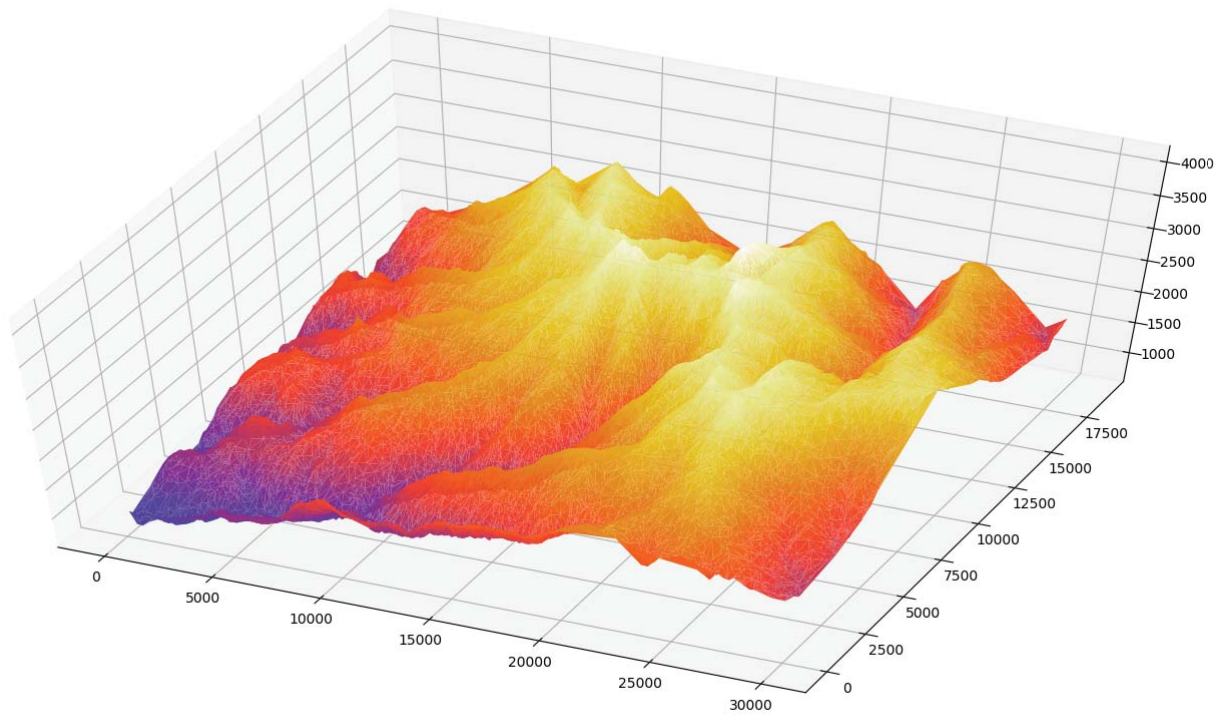


Figura 6.2: Simulación de Sierra Nevada con alta resolución (24 173 puntos).

Como se puede comprobar, las zonas montañosas poseen una resolución más alta, mientras que las llanuras poseen una resolución más baja. Esto se debe a que las montañas requieren más triángulos para no perder su cariz escarpado. Por el contrario, los valles y llanuras no pierden información esencial al recortarles el número de triángulos, lo cual permite liberar de puntos dichas zonas.

6.2. Pruebas con distintos pasos de malla

Para este ejemplo se ha seleccionado una parte del embalse de Buendía, que está situado entre Cuenca y Guadalajara, y se han descargado los ficheros correspondientes a los tres pasos de malla posibles.

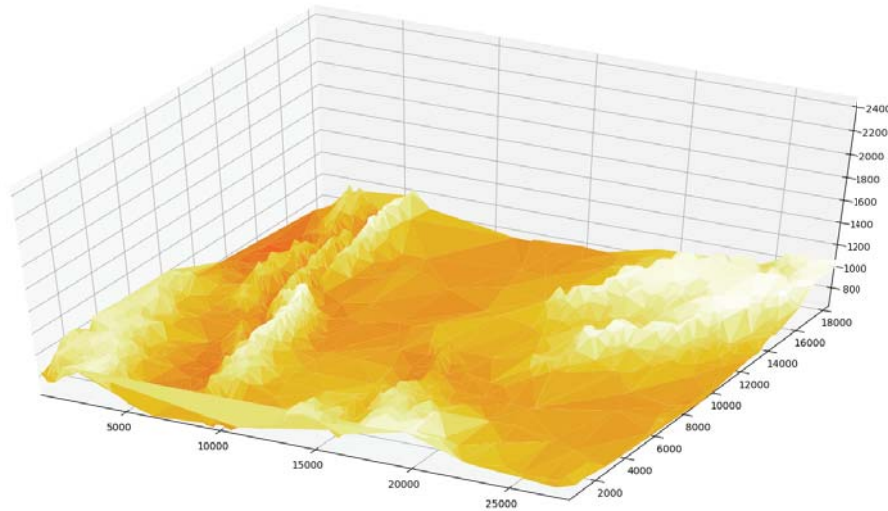


Figura 6.3: Paso de malla de 5 metros (2 381 puntos).
(PNOA_MDT05_ETRS89_HU30_0562_LID.asc)

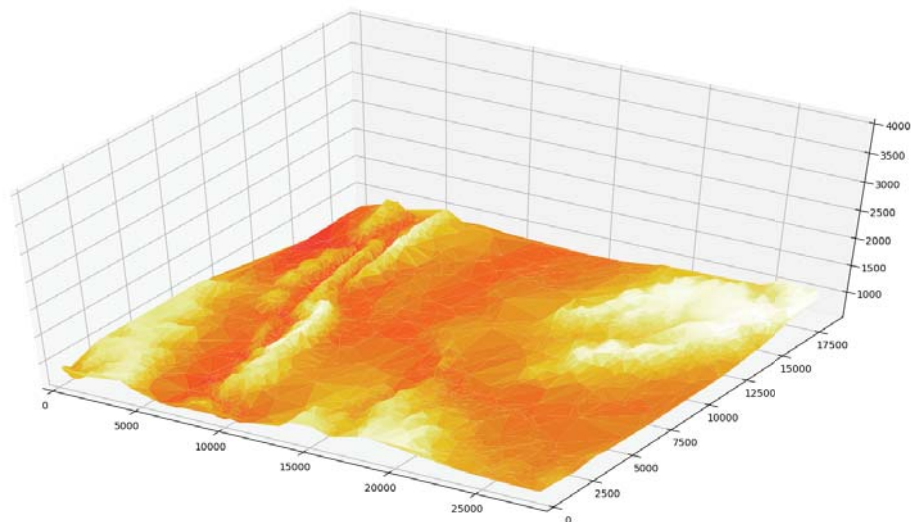


Figura 6.4: Paso de malla de 25 metros (2 337 puntos).
(PNOA_MDT25_ETRS89_HU30_0562_LID.asc)

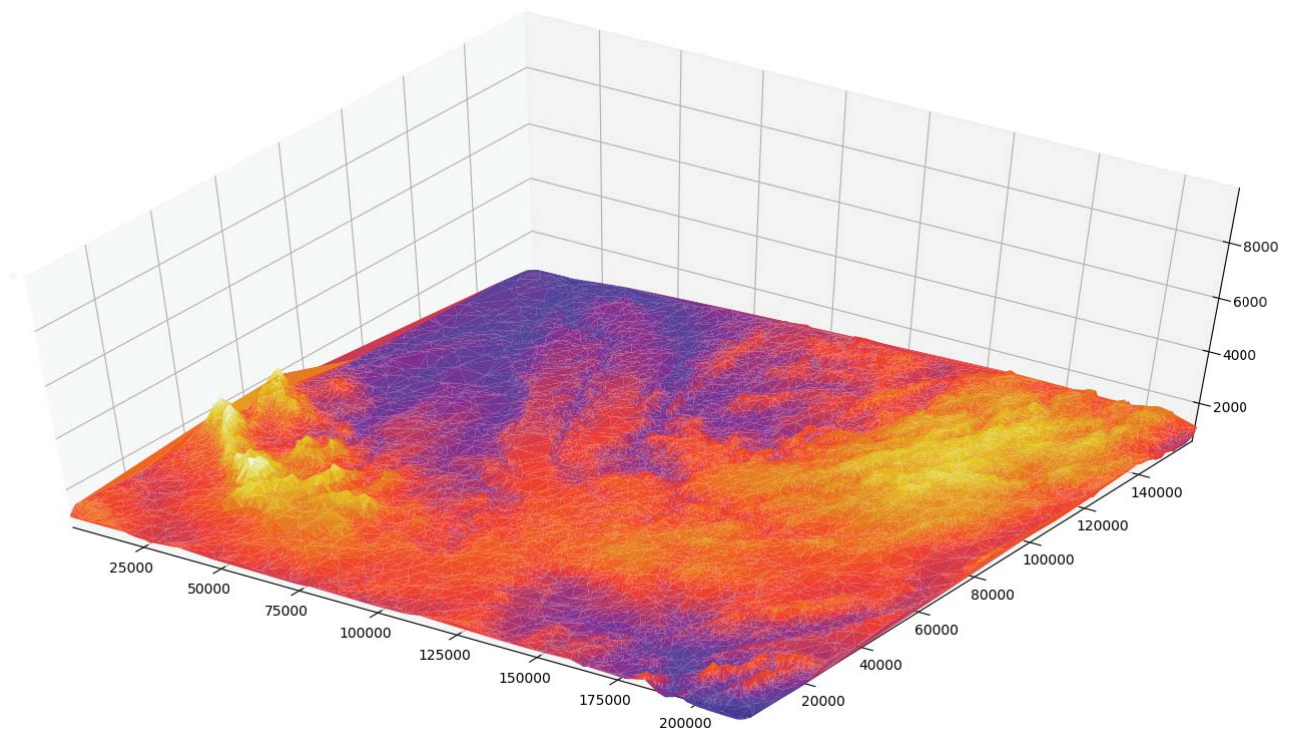


Figura 6.5: Paso de malla de 200 metros (23 365 puntos).
(PNOA_MDT200_ETRS89_HU30_Guadalajara.asc)

Capítulo 7

Conclusiones y líneas futuras

El algoritmo genera una malla tridimensional que cumple los objetivos marcados: obtener una resolución baja en zonas llanas y una resolución alta en zonas escarpadas. Esto se ha conseguido gracias a haber implementado una aplicación que es capaz de, a partir de un fichero de datos descargado de la página web del IGN, almacenar la matriz y, a su vez, dividirla en tres listas para su uso posterior. De estas listas se ha seleccionado un subconjunto de vértices a partir del que se ha generado una malla triangulada mediante la triangulación de Delaunay. Sobre esta triangulación se han llevado a cabo correctamente las tareas de adición y eliminación de vértices, ambas realizadas sobre triángulos y vértices escogidos de manera aleatoria.

7.1. Líneas futuras de trabajo

Una línea en la que se podría trabajar es el desarrollo de un método que compare el terreno original con el terreno generado por la aplicación para comprobar cuánto se asemeja a la realidad.

Otra posible línea futura de trabajo es la implementación de los modelos multirresolución, que permita al usuario elegir, en función de sus necesidades en cada momento, un nivel de resolución diferente. Los modelos multirresolución también son aplicables a determinadas zonas de la malla, permitiendo, de esta manera, refinar el conjunto localmente sin necesidad de refinar al mismo nivel de resolución la malla completa. De esta manera, se puede trabajar con el modelo completo a pesar de emplear un alto nivel de resolución en la zona de interés.


Otra línea interesante en la que trabajar sería adaptar la aplicación a otros formatos diferentes, como los que proporciona el IGN o los de las fuentes de datos internacionales.

Bibliografía

- [1] FERNAND JOLY: *La cartografía*. Oikos-Tau. 1988.
- [2] Página web del Servicio Geológico de los Estados Unidos, <https://web.archive.org/web/20110516134523/http://landslides.usgs.gov/learning/glossary.php> [consulta: 9 de julio de 2018].
- [3] ANGEL M. FELICÍSIMO: *Modelos Digitales del Terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales*. <http://www6.uniovi.es/~feli/pdf/libromdt.pdf> [consulta: 9 de julio de 2018].
- [4] *Modelos para la información geográfica*. http://volaya.github.io/libro-sig/chapters/Tipos_datos.html [consulta: 9 de julio de 2018].
- [5] Página web de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos, <http://oceanservice.noaa.gov/facts/lidar.html> [consulta: 9 de julio de 2018].
- [6] Página web del Instituto Geográfico Nacional, <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp> [consulta: 9 de julio de 2018].
- [7] KEEDY; NELSON: *Geometry a modern introduction*. Addison Wesley. 1965.

-
- [8] *Delaunay Triangulations. Height Interpolation.* Utrecht University. <http://www.cs.uu.nl/geobook/interpolation.pdf> (Consulta: 9 de julio de 2018)
- [9] *Lecture 12: Delaunay Triangulations, Computational Geometry.* <http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/ga/slides9.pdf> (Consulta: 9 de julio de 2018)
- [10] MARK DE BERG; OTFRIED CHEONG; MARC J. VAN KREVELD; MARK H. OVERMARS: *Computational geometry: algorithms and applications.* Springer. 2008.
- [11] Link al GitHub en el que está subida la aplicación. <https://github.com/raconma/Simulador-de-Terrenos>

Este documento esta firmado por

	Firmante	CN=tfgm.fi.upm.es, OU=CCFI, O=Facultad de Informatica - UPM, C=ES
	Fecha/Hora	Tue Jul 10 00:29:42 CEST 2018
	Emisor del Certificado	EMAILADDRESS=camanager@fi.upm.es, CN=CA Facultad de Informatica, O=Facultad de Informatica - UPM, C=ES
	Numero de Serie	630
	Metodo	urn:adobe.com:Adobe.PPKLite:adbe.pkcs7.sha1 (Adobe Signature)