MODELADO 3D DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE FUSAGASUGÁ

GABRIEL FELIPE FIGUEROA CÁRDENAS

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN CARTOGRAFÍA.

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA

FUSAGASUGÁ

2015

MODELADO 3D DE LA UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA SEDE FUSAGASUGÁ

GABRIEL FELIPE FIGUEROA CÁRDENAS

DIRECTOR

ADRIÁN GONZÁLEZ

PRESENTADO A: FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

OFICINA DE CARTOGRAFÍA

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TECNOLOGÍA EN CARTOGRAFÍA

FUSAGASUGÁ

2015

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE IMÁGENES 4
RESUMEN 6
ABSTRACT 7
1. INTRODUCCIÓN 8
2. JUSTIFICACIÓN 10
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO 11
3.1. OBJETIVO GENERAL 11
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 11
4. MARCO REFERENCIAL 13
4.1. MARCO TEÓRICO 13
4.1.1. DIFERENCIAS ENTRE UN MODELO DIGITAL DE TERRENO, DE SUPERFICIE Y DE ELEVACIÓN 16
5. METODOLOGÍA 19
5.1. Análisis de información 20
5.2. Trabajo en ArcGIS 21
5.3. Selección de Curvas de Nivel 23
5.4. Generar un TIN 27
5.5. Digitalización de información 29
5.6. Trabajo en ArcScene 30
5.7. Modelado 3D de elementos de la Universidad 34
5.8. Modelado en ArcScene 37
5.9. Diseño de terreno 39
5.10. Resultado Final 41
5.11. Grabación de animación 43
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 44
6.1. CONCLUSIONES 44
6.2. RECOMENDACIONES 44
7. GLOSARIO 45
8. BIBLIOGRAFÍA 48

LISTA DE IMÁGENES

- Imagen 1. Representación tridimensional de la Universidad de Cundinamarca, sede de Fusagasugá. (Fuente: Desconocida) 9
- Imagen 3.1. Plano de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá. (Fuente: Oficina de Planeación de la Universidad de Cundinamarca) 12
- Imagen 4.1. Modelado 3D – ArcGIS. (Fuente: https://www.rockware.com) 15
- Imagen 4.2. Representación 3D de datos cartográficos - ArcScene. 16
- Imagen 4.1.1. Modelo Digital de Terreno (MDT). (Fuente: 17
- Imagen 4.1.1.1. Modelo Digital de Elevación (MDE) 18
- Imagen 4.1.1.2. Modelo Digital de Superficie (MDS) 18
- Imagen 5. Esquema general de la Metodología. 19
- Imagen 5.1. Bloque C, hecho en Google SketchUp – uno de los modelados proporcionados por la Oficina de Planeación. (Fuente: Autor) 20
- Imagen 5.2 Plano de la Universidad de Cundinamarca importado a ArcGIS. (Fuente: Autor) 22
- Imagen 5.3 Plano importado de la universidad, con las curvas de nivel solamente visibles. (Autor: Fuente) 23
- Imagen 5.3 . Shapefile que representa únicamente las Curvas de Nivel. (Fuente: Autor) 24
- Imagen 5.3.1 . Espacios entre las Curvas de Nivel. (Fuente: Autor) 25
- Imagen 5.3.2 . Espacios entre las Curvas de Nivel. (Fuente: Autor) 25
- Imagen 5.3.3. Shapefile, curvas de nivel sin espacios 26
- Imagen 5.4. Crear TIN a partir de Entidades. (Fuente: Autor) 27
- Imagen 5.4.1. TIN creado a partir de las curvas de Nivel de la Universidad. (Fuente: Autor) 28
- Imagen 5.4.1. TIN creado a partir de las curvas de Nivel de la Universidad. (Fuente: Autor) 29
- Imagen 5.5. Shapefile de edificios (purpura), de canchas (verde claro) y caminos (verdes) sobre el TIN de la Universidad. (Fuente: Autor) 30

- Imagen 5.6. TIN que representa el terreno de la Universidad, visualizado en ArcScene. (Fuente: Autor) 31
- Imagen 5.6.1. Shapefile que representa los Caminos de la Universidad, importado a ArcScene. (Fuente: Autor) 32
- Imagen 5.6.3. Shapefile de los caminos de la Universidad, ajustado al TIN del terreno. (Fuente: Autor) 33
- Imagen 5.6.4. Deformidad en el Shapefile una vez acoplado al TIN. (Fuente: Autor) 33
- Imagen 5.7. Shapefile de caminos convertidos a Clase de entidad. (Fuente: Autor) 34
- Imagen 5.7.1. Archivo Collada que representa el escalón de la rotonda importado a Google SketchUp (Arriba), Escalones de la rotonda, construidos en Google SketchUp (Abajo). (Fuente: Autor) 35
- Imagen 5.7.2. Archivo Collada que representa el Bloque F importado a Google SketchUp (Arriba), Bloque F modelado en Google SketchUp proporcionado por la oficina de planeación (Abajo). (Fuente: Autor) 36
- Imagen 5.8. Selección de entidades para reemplazar (Arriba), Entidades reemplazadas por modelados (Abajo). (Fuente: Autor) 37
- Imagen 5.8.1. Modelado 3D de la Universidad de Cundinamarca — Entidades remplazadas por modelados 3D en Google SketchUp. (Fuente: Autor) 38
- Imagen 5.9. Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá, Google Earth. (Fuente: Autor) 39
- Imagen 5.9.1. Imagen de la Universidad geo referenciada usando puntos de control 40
- Imagen 5.9.2. Imagen satelital de la Universidad acoplada con el TIN. (Fuente: Autor) 41
- Imagen 5.10. Modelado 3D de la Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá realizado en ArcScene finalizado. (Fuente: Autor) 42

RESUMEN

El Modelado en 3D representa la Universidad de Cundinamarca sede de Fusagasugá, utilizando para esto varias herramientas informáticas. También se usó como base, planos e información de la sede, aportados por la oficina de Planeación de la universidad.

El objetivo principal de este Modelado es que su uso facilite, tanto a estudiantes como profesores o personas ajenas a la universidad el poder ubicarse dentro de las instalaciones.

La metodología que se utilizó consistió en la recolección y análisis de la información necesaria para el proyecto. Se seleccionaron los datos que luego se trabajaron en ArcGIS y posteriormente en ArcScene.

Finalmente, se expuso el resultado final del proyecto, con el modelo digital totalmente terminado.

PALABRAS CLAVE: Modelado 3D, universidad, ubicación, ArcGIS, ArcScene, cartografía.

ABSTRACT

The 3D Modeling represents the University of Cundinamarca Fusagasuga headquarters, using this several tools. It was also used as the basis, plans and information from headquarters, provided by the Office of Planning of the university.

The main objective of this 3D modeling is that their use facilitates, both students and teachers or people outside the university to be located within the premises.

The methodology used involved the collection and analysis of information needed for the project. The data then and later worked in ArcScene ArcGIS selected.

Finally, the end result of the project was exposed, with fully finished digital model.

KEYWORDS: 3D modeling, college location, ArcGIS, ArcScene, cartography.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la cartografía ha tenido varios avances que han facilitado la recolección y análisis de información geográfica, para su posterior corrección y representación gráfica a través de planos o mapas. Con la utilización de diferentes herramientas digitales, como softwares cartográficos (ArcGIS) y las herramientas que estos ofrecen se ha logrado una mejor representación y análisis de dicha información, que puede ser utilizada para realizar diferentes tipos de proyectos como el que aquí se expone.

Se muestra la aplicación de los softwares cartográficos y sus herramientas digitales en la elaboración del Modelado 3D que representa el terreno de la universidad. Este modelo puede ser utilizado para resolver el principal problema sobre el cual se desarrolló este proyecto, que es la falta de una fuente de información como lo sería un mapa o una maqueta de las instalaciones que permitan a los estudiantes, profesores o personas ajenas a la universidad saber cómo ubicarse dentro de las instalaciones.

El proyecto se llevó a cabo en un periodo de al menos dos meses, en los que se realizó el modelado y la recolección de la información necesaria, como lo fueron: la altura de los escalones y andenes, el plano de la universidad que muestra todos los elementos de la institución como son las medidas específicas de los edificios, las canchas y los caminos.

La mayor parte de la información fue aportada amablemente por la oficina de planeación de la Universidad de Cundinamarca, que facilitó los planos, así como Modelos 3D de la mayoría de los edificios de la institución, necesarios para realizar el proyecto. Mientras, las alturas de los escalones, andenes y jardineras fueron obtenidas por cuenta propia.

Toda la información recolectada se trabajó en ArcGIS, donde se realizó el Modelado 3D utilizando la aplicación de ArcScene, y también se utilizó el programa Google SketchUp.

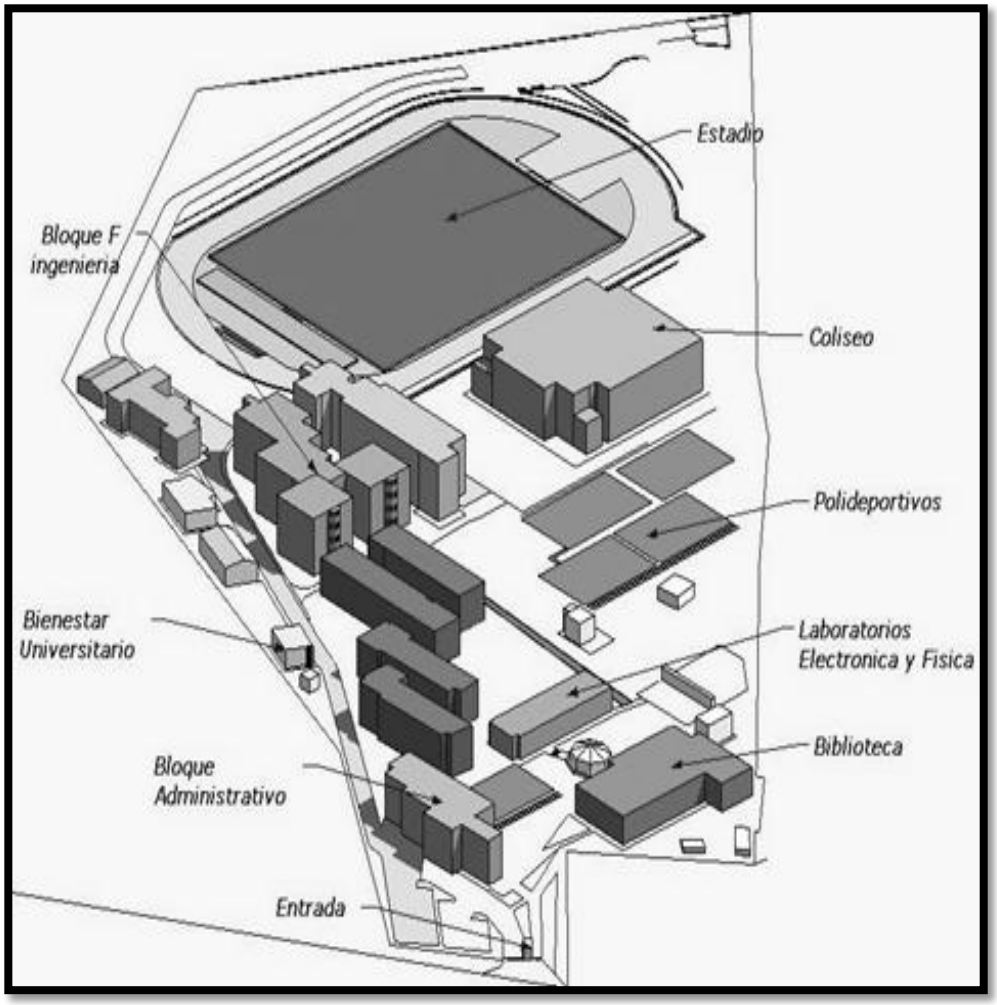

Imagen 1. Representación tridimensional de la Universidad de Cundinamarca, sede de Fusagasugá. (Fuente: Desconocida)

2. JUSTIFICACIÓN

Debido a que la Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá carece de un sistema de información que represente su infraestructura, estudiantes, docentes y personas ajenas a la universidad tienen problemas para ubicarse dentro de las instalaciones.

El Modelado 3D es la solución a este problema ya que con él se recreó el terreno de la universidad y sus instalaciones, incluyendo todos los edificios, canchas, senderos y demás. Este modelado cumple el mismo papel que tendría un plano o una maqueta que representa la sede, y podrá ser utilizada por los estudiantes y profesores para posicionarse dentro de la sede, y conocer la ubicación de los edificios en donde están los salones.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar un Modelado 3D de la Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá, que represente todo el terreno de la institución.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- A través del Modelado 3D representar el terreno y todos los elementos de la institución como lo son: los caminos, las canchas y los edificios de la Universidad de Cundinamarca lo más cercano posible a como es en la realidad.

- Presentar un Modelado 3D que se desarrollara mediante la integración de programas de ESRI como lo es ArcGIS con programas de modelamiento 3D como es Google SketchUp.

- Presentar las posibilidades que tiene el uso de estas herramientas en la cartografía, demostrando que con su uso se pueden desarrollar representaciones en 3D de un terreno que permitan observarlo con mayor detalle. Mostrando así que la cartografía no solo se limita a la representación en planos 2D.

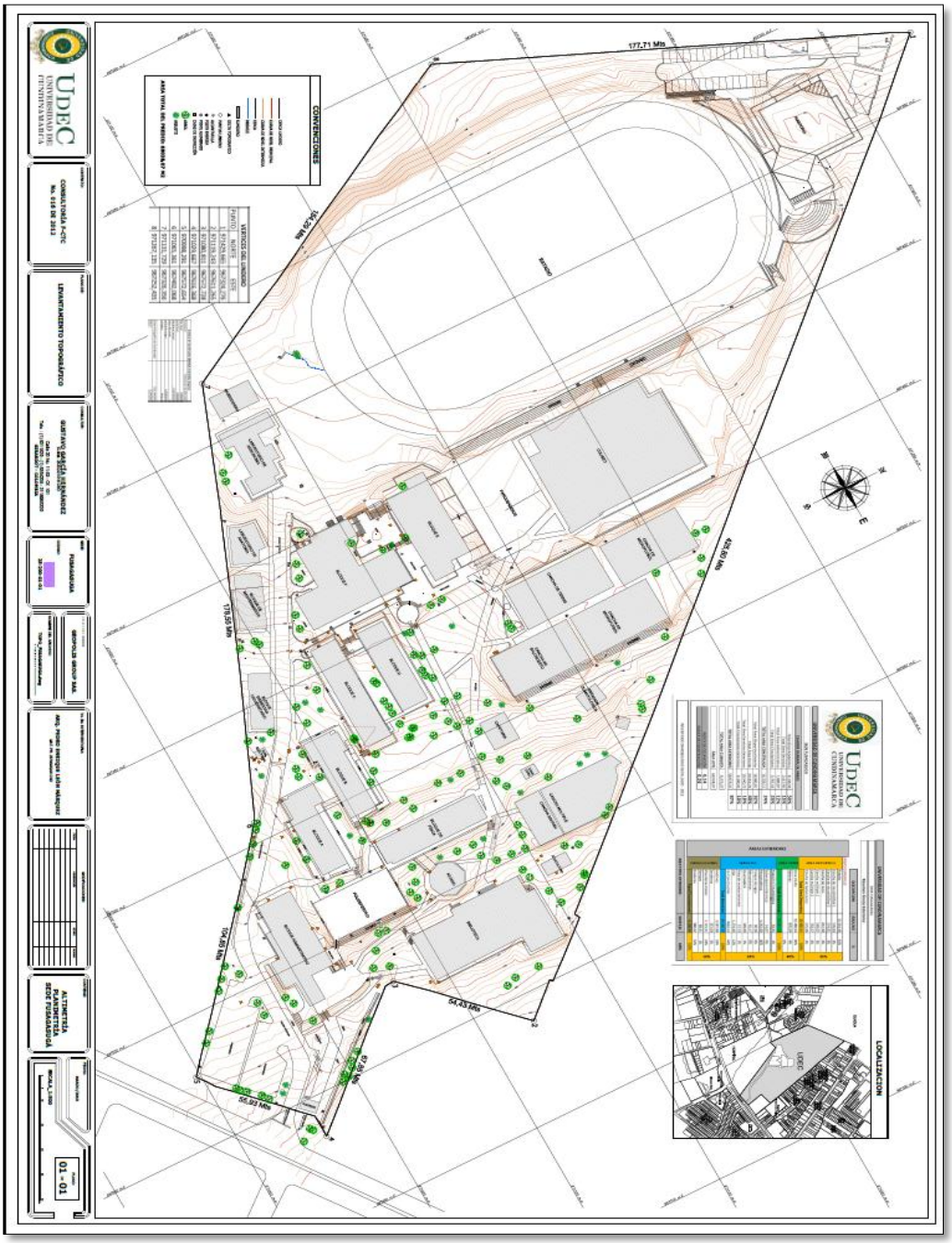

Imagen 2. Plano de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá. (Fuente: Oficina de Planeación de la Universidad de Cundinamarca)

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MARCO TEÓRICO

En los últimos años, la cartografía ha tenido varios avances que han facilitado la recolección y análisis de información geográfica, para su posterior corrección y representación gráfica a través de planos o mapas.

Entre los instrumentos que han permitido este desarrollo y facilidad en la recolección de información geográfica en terreno como los GPS, las estaciones totales, entre otros. También las fotografías satelitales (las cuales pueden obtenerse a través de páginas de internet destinadas a recolección de fotografías y a su distribución a los usuarios, en la página del Servicio Geológico Colombiano (SGC)), o las fotografías aéreas de un terreno (obtenidas a través del uso de cámaras ubicadas en helicópteros, aviones o de aparatos como el Hexacoptero) han facilitado la recolección de información.

Además del área de trabajo de campo, la cartografía ha mostrado también un mayor avance en el área digital, con la aparición de softwares destinados principalmente al trabajo de información cartográfica, para procesarla y analizarla, permitiendo trabajar sobre esta y representarla gráficamente a través de planos. Entre estos software se pueden mencionar los programas de Sistema de Información Geográfica (SIG, como los son los programas de ArcGIS). (Esri, 2012)

Todos estos avances han ayudado bastante al desarrollo de la cartografía, pero un elemento que desde no hace mucho tiempo ha comenzado a tomar fuerza es la utilización del 3D.

Existen diversas aplicaciones en internet, como lo es el ya conocido Google Earth, los que permiten la visualización de un entorno 3D del planeta tierra en diferentes perspectivas, en donde también se presentan modelados en 3D de las diferentes clases de elevaciones del terreno como lo serían las colinas, las montañas y las cordilleras, así como una representación de algunos edificios. (Red Gráfica Latinoamérica)

Si bien estas representaciones en 3D ofrecen información básica como lo sería su ubicación exacta, coordenadas, altura, entre otros datos. Estos modelos no siempre presentan un nivel de detalle aceptable, además de que mucha de su información se encuentra desactualizada, y las presentaciones en 3D de edificios no son muchas.

Afortunadamente, Google Earth es una aplicación que se ve nutrida constantemente con la ayuda de los usuarios, que son estos los que han proporcionados los modelados en 3D de edificios, principalmente los edificios más significativos con el propósito de promover el turismo. Madrid es hasta el momento la ciudad que tiene más edificios modelados en 3D. (Red Gráfica Latinoamérica)

También se puede mencionar el Modelo Digital de Terreno (MDT), el cual es un modelo que representa en un falso 3D y de forma simplificada, la topografía de una zona terrestre, sin ningún tipo de elemento como lo serían edificios o vegetación. (SIGMUR, 2006)

Otras aplicaciones que utilizan 3D, y que tienen relación con la cartografía serían los softwares para los recorridos virtuales, que están enfocados a simular en un recorrido en un entorno. Estos recorridos virtuales pueden encontrarse en diversas páginas de internet.

ArcGIS (**Imagen 4.1.**) presenta una aplicación conocida como 3D Analyst, la cual permite la creación, visualización y análisis de datos SIG en un entorno 3D. (Esri, 2012)

Esta aplicación ofrece diferentes herramientas para la creación de líneas de curvas de nivel y líneas que representan la mayor pendiente, así como la creación de superficies y modelos 3D, utilizando como base datos en 2D, utilizándose en otras aplicaciones de ArcGIS como lo es el ArcGlobe y el ArcScene. (Esri, 2012)

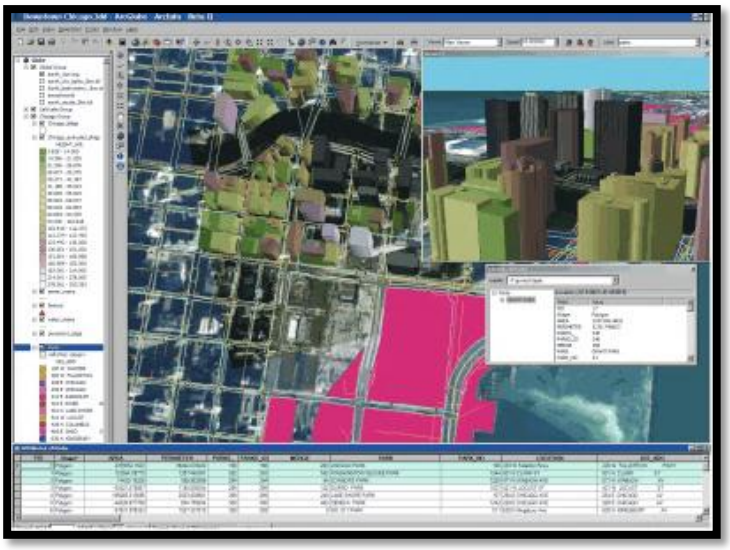

Imagen 3. Modelado 3D – ArcGIS. (Fuente: https://www.rockware.com)

Además esta ArcScene (**Imagen 4.2.**), que también forma parte de las aplicaciones de ArcGIS. Esta aplicación que permite la visualización de datos cartográficos en 3D, utilizando al igual que con el 3D Analyst, datos en 2D, con la superposición de capas con diferentes datos geográficos, a los que se les establece atributos para la representación en 3D de estos elementos. Entre estos atributos se pueden destacar la altura, las propiedades de capas, y la superficie,

representándose toda clase de elementos, como lo serían muros y elementos sólidos, observándose desde diferentes perspectivas. (Esri, 2012)

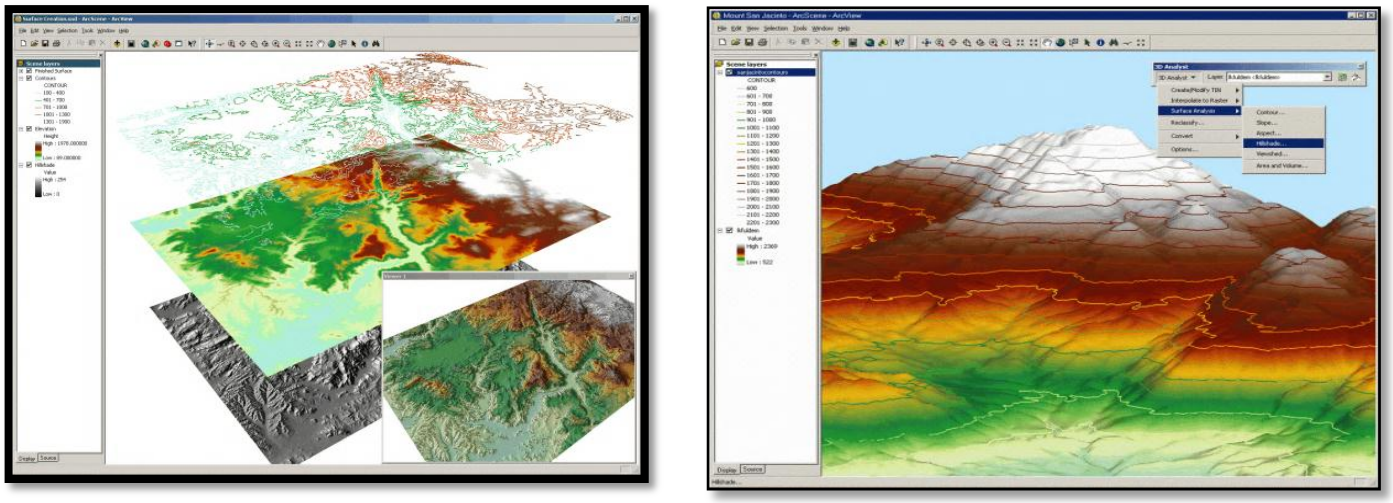

Imagen 4. Representación 3D de datos cartográficos - ArcScene.

(Fuente: http://mundoprogram.files.wordpress.com y http://myg-ingenieros.com)

4.1.1. DIFERENCIAS ENTRE UN MODELO DIGITAL DE TERRENO, DE SUPERFICIE Y DE ELEVACIÓN

En el área de cartografía se pueden mencionar tres tipos de modelos digitales, los cuales buscan representar algo más cercano a como es el terreno en la realidad. Estos modelos digitales son: Modelo Digital de Terreno (MDT), Modelo digital de elevación (MDE) y Modelo Digital de Superficie (MDS) entre los cuales existen algunas diferencias que es importante mencionar.

Un Modelo Digital de Terreno es una representación digital de una superficie terrestre, conformada por un conjunto de capas raster que representan diferentes características de la superficie, derivadas de una capa de elevaciones a la que se denomina Modelo Digital de Elevaciones (MDE). (SIGMUR, 2006)

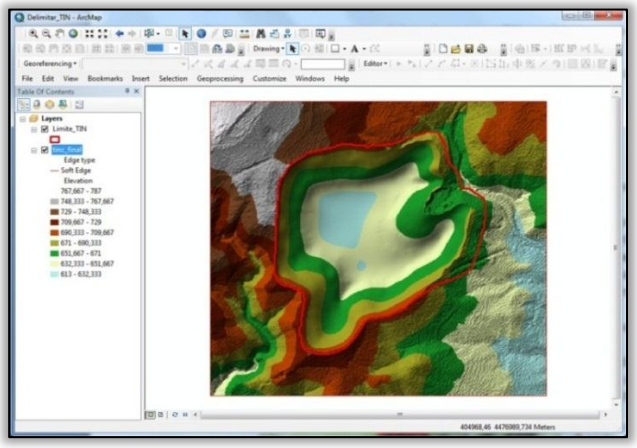

Imagen 5. Modelo Digital de Terreno (MDT). (Fuente:

El Modelo Digital de Elevación representa la altura con respecto al nivel medio del mar de la superficie terrestre, que permite caracterizar las formas del relieve del terreno siendo fuente de información para la realización del Modelo Digital de Terreno. Tanto este Modelo como el Modelo Digital de Terreno no representan todas las características del terreno, como los objetos que este puede contener. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía)

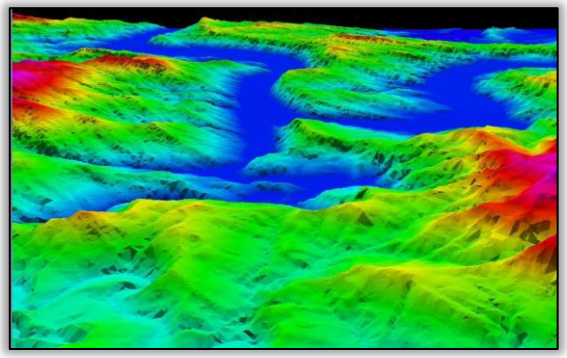

Imagen 6. Modelo Digital de Elevación (MDE)

Un Modelo Digital de Superficie es una representación digital de la superficie terrestre, y se diferencia de los dos modelos anteriores, porque esta representación toma en cuenta todos los objetos que contiene el terreno, como lo son plantas o edificios. (Espinoza)

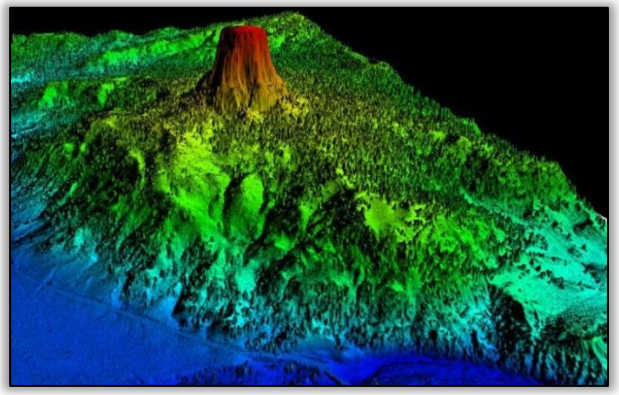

Imagen 7. Modelo Digital de Superficie (MDS)

Tomando en cuenta la información presentada anteriormente, para este proyecto se hizo un Modelo Digital de Terreno de la Universidad de Cundinamarca, debido a que este Modelado no representa elementos como los árboles, caminos y edificios como los tendría un Modelo Digital de Superficie. (Espinoza)

5. METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos de este proyecto, se propuso una metodología que se conformó de una serie de procesos. Se trabajó con la información recolectada (plano de la universidad, etc.) para elaborar del Modelado 3D de la institucion, integrando el software de ESRI, ArcGIS con los programas AutoCAD para manejo de planos 2D y Google SketchUp para diseño 3D, para obtener el Modelo digital de la institución y representar todos sus elementos.

Imagen 8. Esquema general de la Metodología.

5.1. Análisis de información

Se empezó con el análisis de la información cartográfica obtenida para el proyecto, la cual consistió en: los planos 2D de la Universidad en formato DWG (**Imagen 3.1.**) y modelados 3D de la mayoría de los edificios realizados en el programa Google SketchUp Versión 5 (**Imagen 5.1.**), aportados por la oficina de Planeación de la Universidad de Cundinamarca; y medidas de las alturas de los escalones, muros y jardineras de la institución obtenidos personalmente.

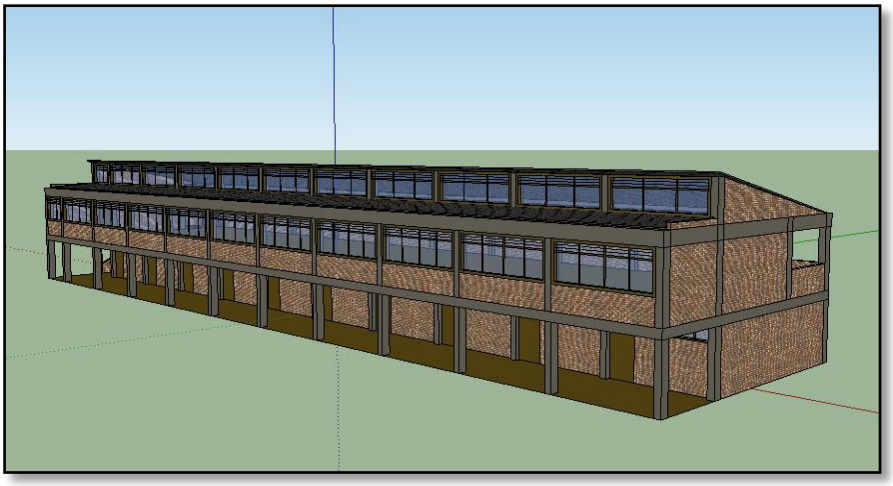

Imagen 9. Bloque C, hecho en Google SketchUp – uno de los modelados proporcionados por la Oficina de Planeación. (Fuente: Autor)

Se analizaron los Modelos 3D de la universidad para saber cuáles son los edificios modelados y su nivel de detalle, y así mismo se analizaron las alturas y medidas tomadas para revisar que estas fueran correctas y correspondieran al lugar del que fueran tomadas. Finalmente se analizo también el plano de la institución para saber su nivel de detalle y los elementos que tenían, entre los que se pudieron identificar:

- **Curvas de Nivel**
- **Caminos**
- **Drenaje**
- **Edificios**
- **Arboles**
- **Cerca**
- **Medidas bidimensionales**
- **Coordenadas**
- **Leyenda**

Una vez se analizó esta información, se pasó a trabajar en ArcGIS.

5.2. Trabajo en ArcGIS

Una vez se analizó la información se procedió a importar el plano a ArcGIS con la opción “Add Data”. Antes de importar el plano se uso doble clic sobre este para seleccionar la información que se desea importar. Para el proyecto se seleccionó los datos “Annotation” (nombres de elementos y números de curvas de nivel” y “Polyline” (Curvas de nivel, caminos, edificios, etc.). Una vez seleccionados los datos en el entorno de trabajo apareció el plano (**Imagen 5.2**).

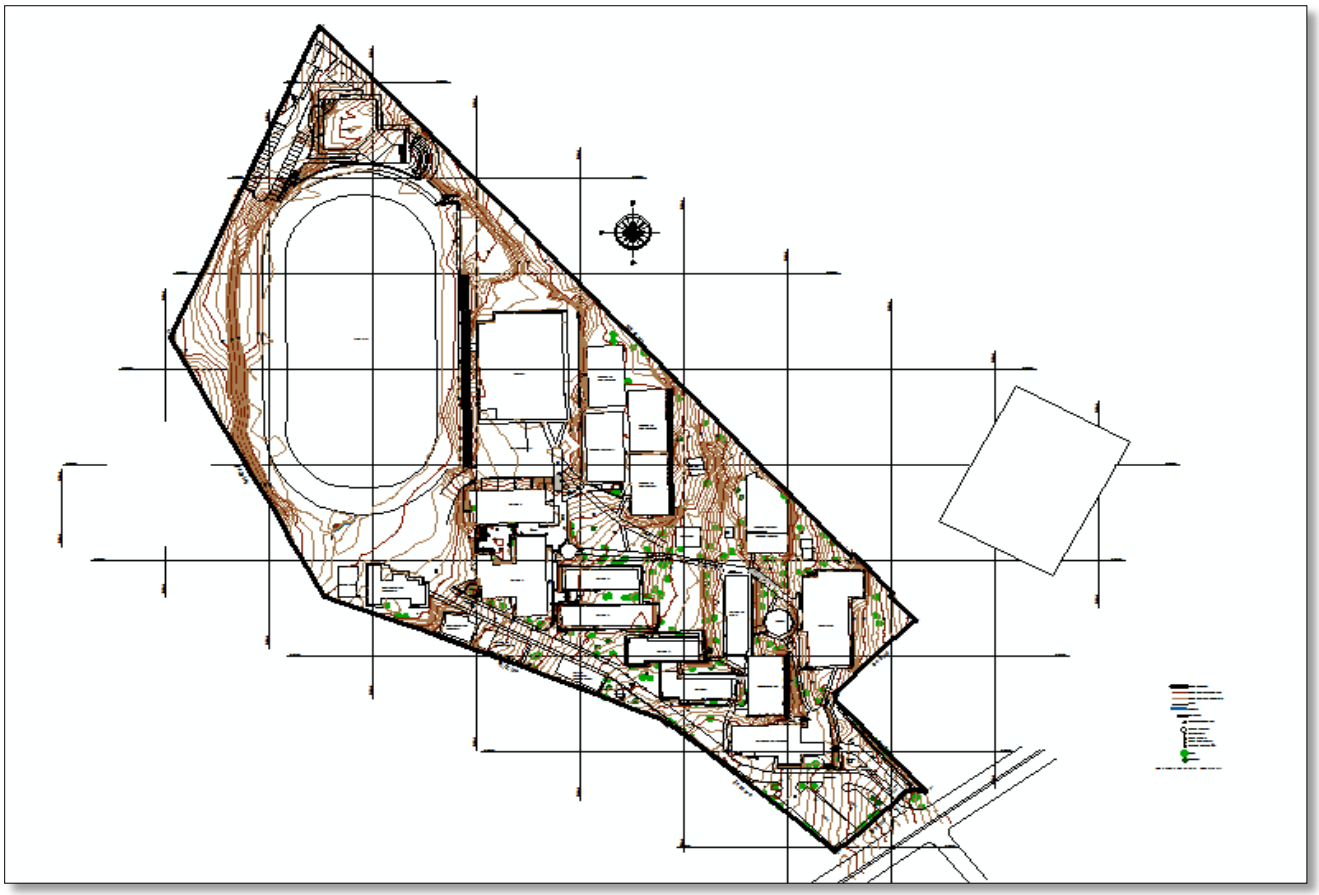

Imagen 10 Plano de la Universidad de Cundinamarca importado a ArcGIS. (Fuente: Autor)

Una vez se importó esta información, se cambió el sistema de referencia para que fuera el mismo que tiene la universidad. El tipo de coordenadas utilizadas fueron "Coordenadas Geográficas", y el sistema de referencia utilizado fue "MAGNA_Colombia_Bogota".

5.3. Selección de Curvas de Nivel

Ya con el plano en ArcGIS (**Imagen 5.2**) En las propiedades de la capa "Polyline" se dejaron de seleccionar todos los demás elementos, para dejar activadas únicamente los que representarían las Curvas de Nivel, sobre las que se trabajaron para generar un TIN. Ya deseleccionadas todas las demás líneas, en el espacio de trabajo solo quedaron las curvas de nivel que representan el terreno (**Imagen 5.3**).

Imagen 11 Plano importado de la universidad, con las curvas de nivel solamente visibles. (Autor: Fuente)

Para poder trabajar sobre las curvas de nivel, se exportaron los datos, generando un nuevo Shapefile tipo Poli línea que contenía únicamente la información de las curvas de nivel (**Imagen 5.3**)

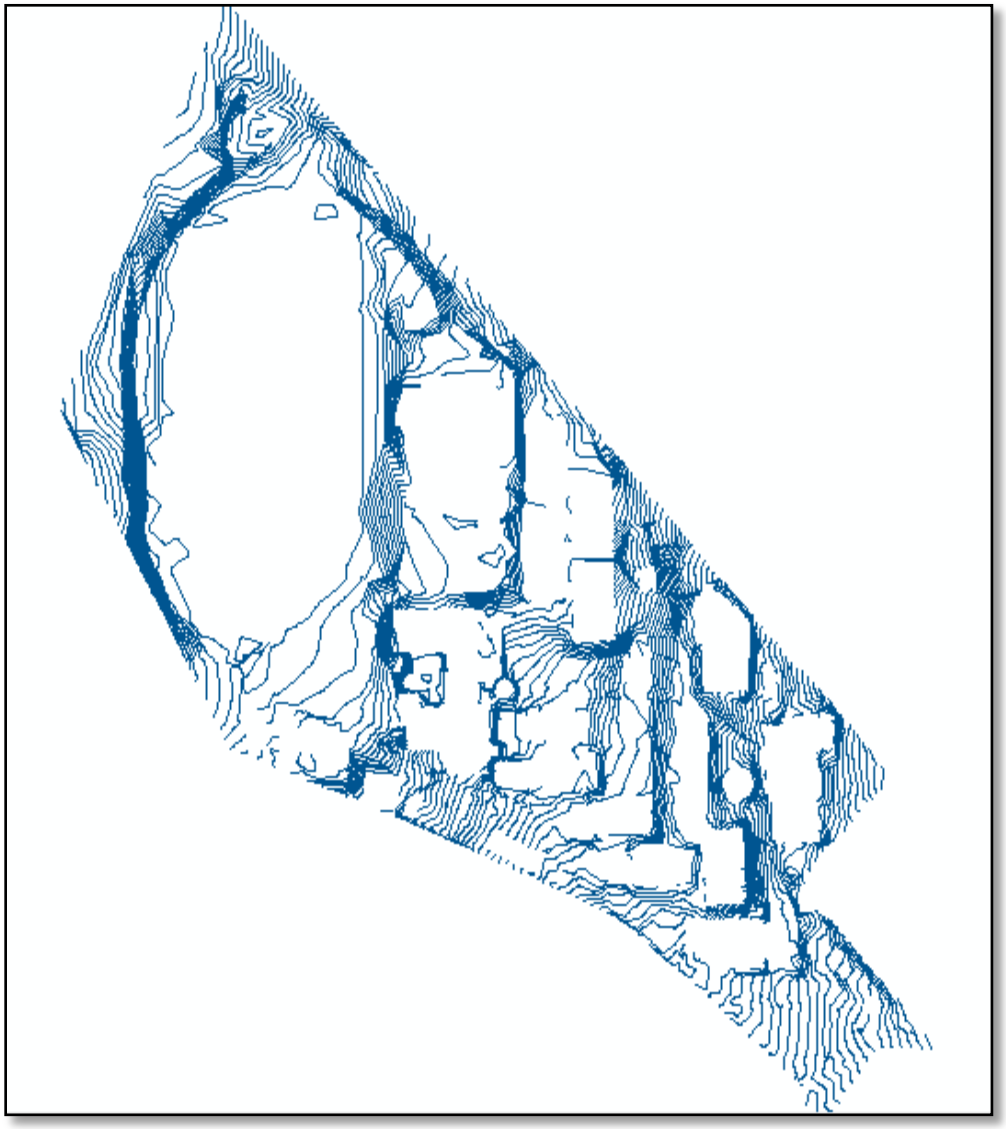

Imagen 12 . Shapefile que representa únicamente las Curvas de Nivel. (Fuente: Autor)

Con el nuevo Shapefile generado, se encontró el problema de que entre las curvas de nivel había espacios (**Imagen 5.3.1**), debido a que se quitaron los demás elementos del plano (Edificios, caminos, etc)

Imagen 13 . Espacios entre las Curvas de Nivel. (Fuente: Autor)

Para poder arreglar esto se editó el Shapefile para colocar líneas en los espacios. A las líneas se les coloco la altura de acuerdo a la altura que tiene la curva de nivel donde se colocó la línea (**Imagen 5.3.2**).

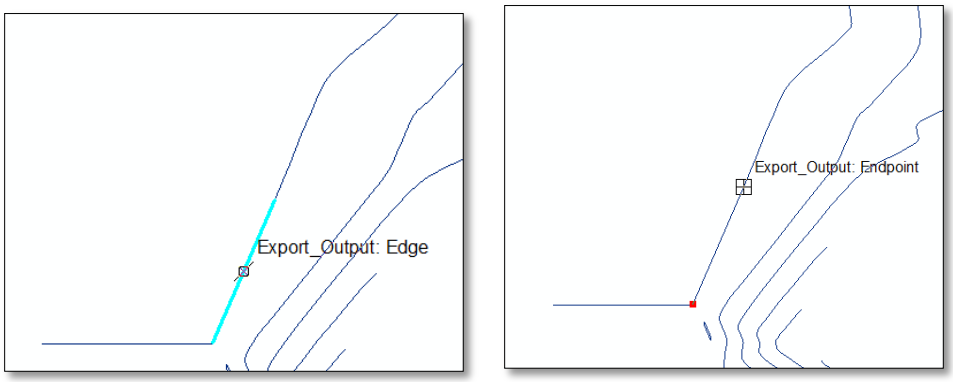

Imagen 14 . Espacios entre las Curvas de Nivel, corrección. (Fuente: Autor)

Una vez se llenaron todos los espacios, se repitió el proceso de Exportar Datos para crear un nuevo Shapefile tipo Poli línea de las curvas de nivel, ahora sin errores (**Imagen 5.3.3**), también se eliminaron algunas líneas que son independientes a la curva de nivel y que quedaron por error. Ya con este Shapefile se pudo generar el TIN.

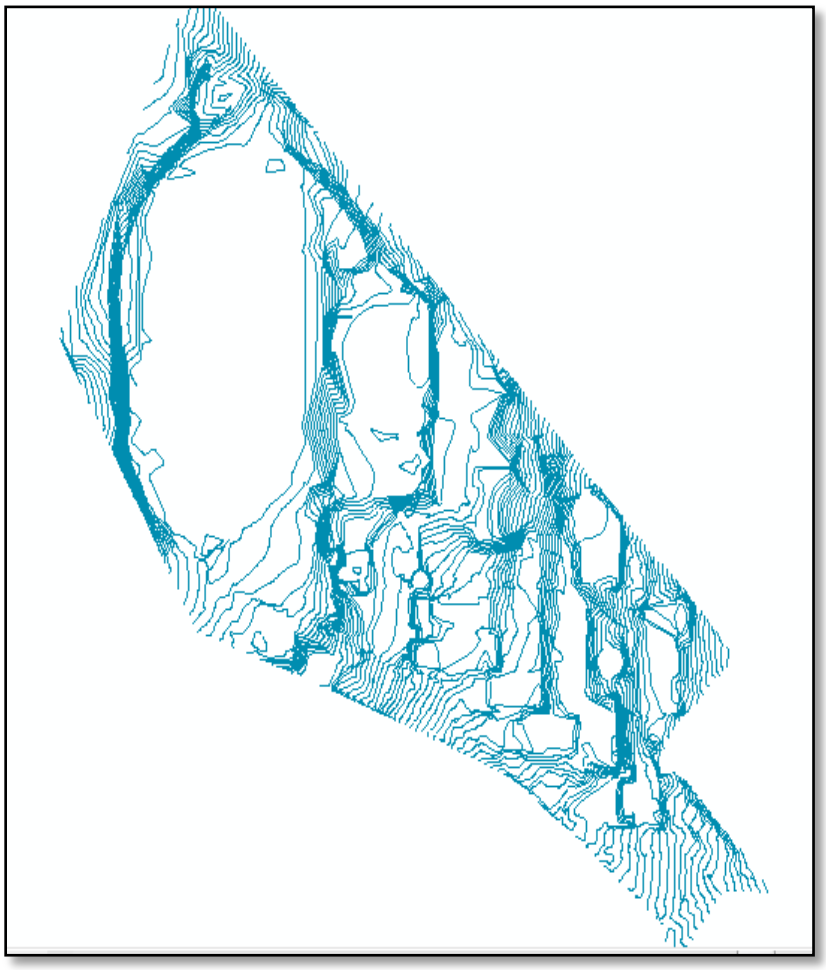

Imagen 15. Shapefile, curvas de nivel sin espacios

5.4. Generar un TIN

Usando la herramienta “3D Analyst”, “Crear TIN de Entidades” se seleccionó el ultimo Shapefile creado para generar un TIN, el cual representa en una figura 3D la forma del terreno, uniendo las curvas de nivel. Para que tuviera esa forma, en la opción “Fuente Altura” se usó el atributo del Shapefile “Elevation” que es la altura de las curvas de nivel (**Imagen 5.4**)

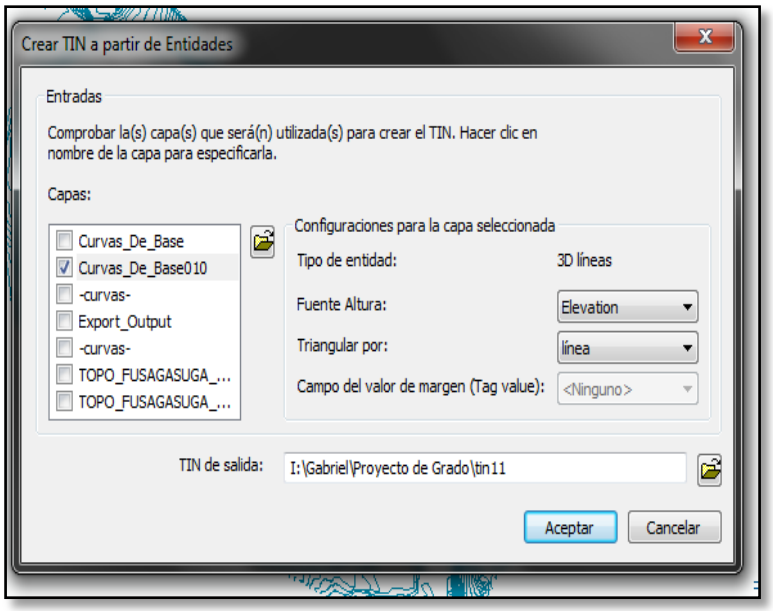

Imagen 16. Crear TIN a partir de Entidades. (Fuente: Autor)

Una vez hecho esto, se generó un TIN, el cual es una representación muy cercana de la forma que tendría el territorio de la universidad, con sus elevaciones y desniveles (**Imagen 5.4.1.**).

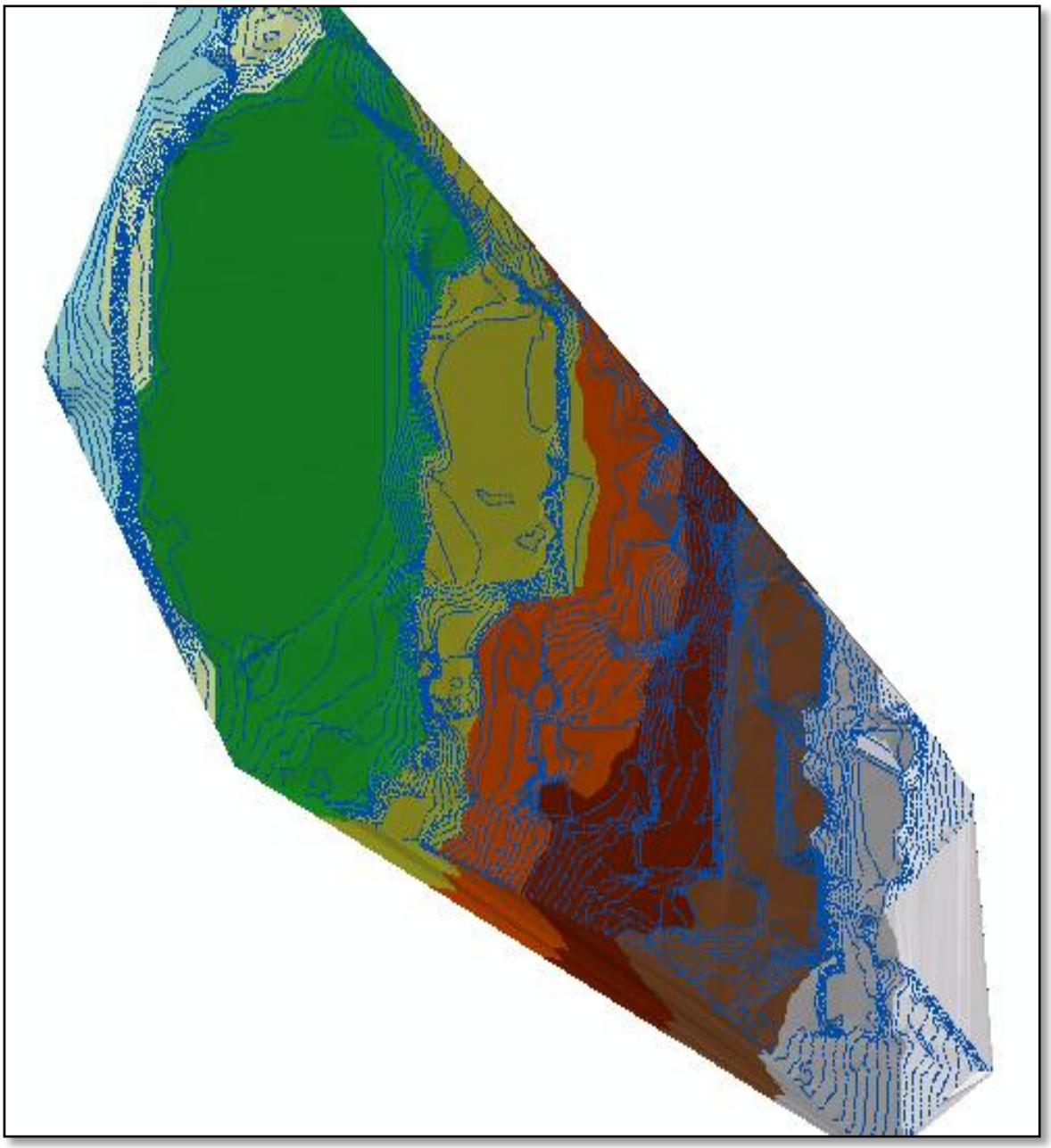

Imagen 17. TIN creado a partir de las curvas de Nivel de la Universidad. (Fuente: Autor)

Debido a la forma de Curvas de Nivel se pudo observar en el TIN, una deformación, principalmente en las zonas que se unieron por líneas anteriormente (**Imagen 5.4.1.**).

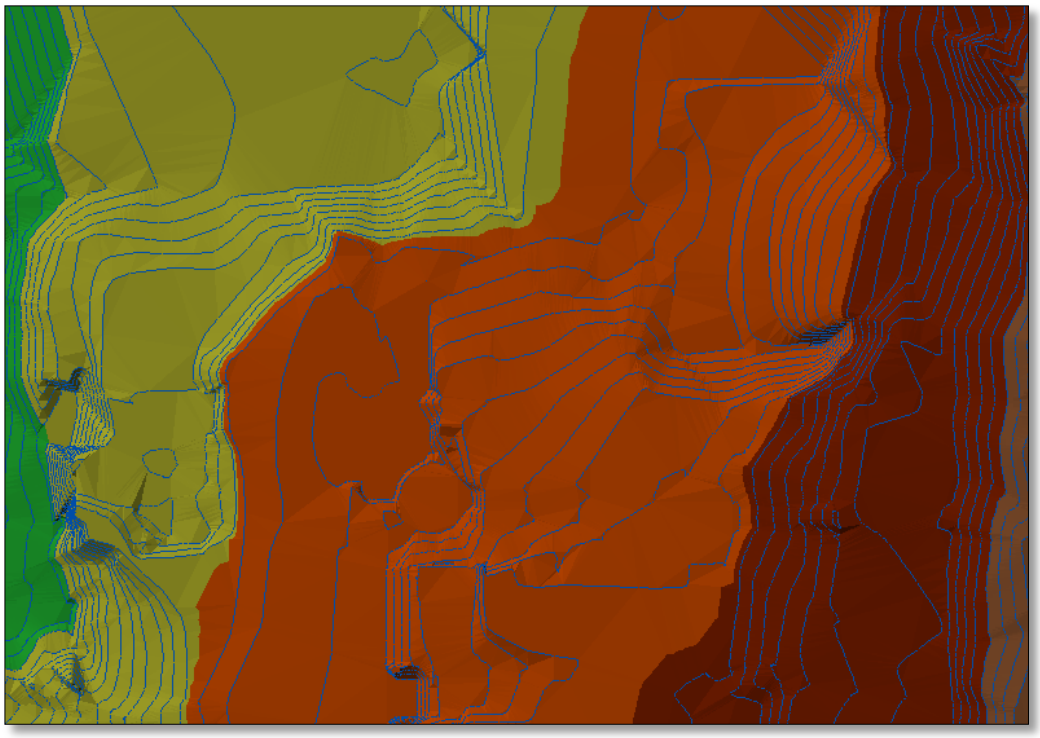

Imagen 18. TIN creado a partir de las curvas de Nivel de la Universidad. (Fuente: Autor)

5.5. Digitalización de información

Con el TIN generado el siguiente paso fue el de digitalizar la información del plano que se consideró necesaria, siendo esta: caminos, escalones, gradas, andenes, la carretera, edificios y canchas.

La digitalización se llevó a cabo mediante la creación de Shapefiles tipo Polígono, cada uno para representar los caminos, edificios, etc. (**Imagen 5.5.**)

Imagen 19. Shapefile de edificios (purpura), de canchas (verde claro) y caminos (verdes) sobre el TIN de la Universidad. (Fuente: Autor)

5.6. Trabajo en ArcScene

Con la creación de los Shapefiles que representan los elementos de la Universidad y del TIN, se pasó a abrir ArcScene y transferir el TIN creado en ArcGIS a través de la herramienta de ArcCatalog, pudiéndose visualizar el TIN con mayor claridad en un entorno 3D (**Imagen 5.6.**).

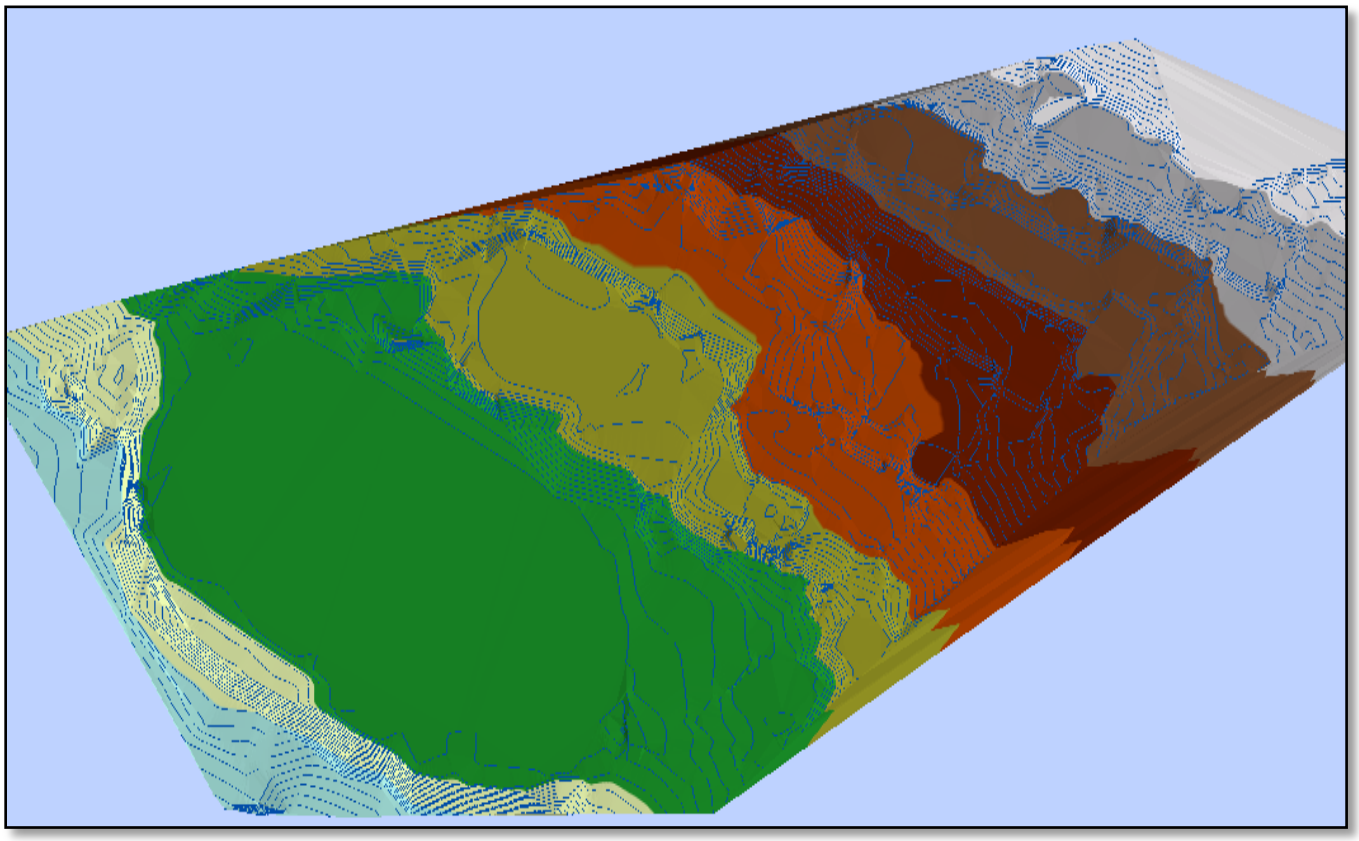

Imagen 20. TIN que representa el terreno de la Universidad, visualizado en ArcScene. (Fuente: Autor)

También se transfirieron los Shapefiles que representan los elementos de la universidad, que aparecieron en el centro del espacio de trabajo al no tener altura definida, viéndose planos (**Imagen 5.6.1.**).

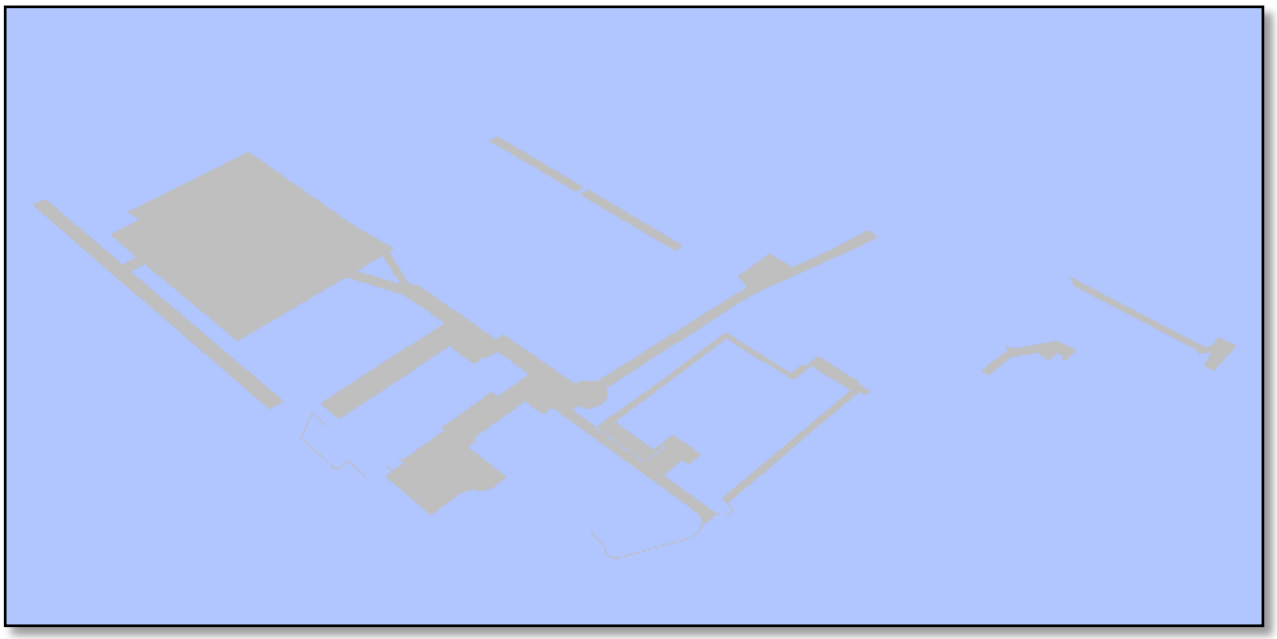

Imagen 21. Shapefile que representa los Caminos de la Universidad, importado a ArcScene. (Fuente: Autor)

Se acoplaron los Shapefiles al TIN. Para hacer esto en las "Propiedades de la capa" de los Shapefile se usó la opción "Altura Base" y "Flotando en una Superficie Personalizada". Una vez se hizo esto asumieron la forma que los elementos tienen en la realidad, como lo serían los escalones (**Imagen 5.6.3.**).

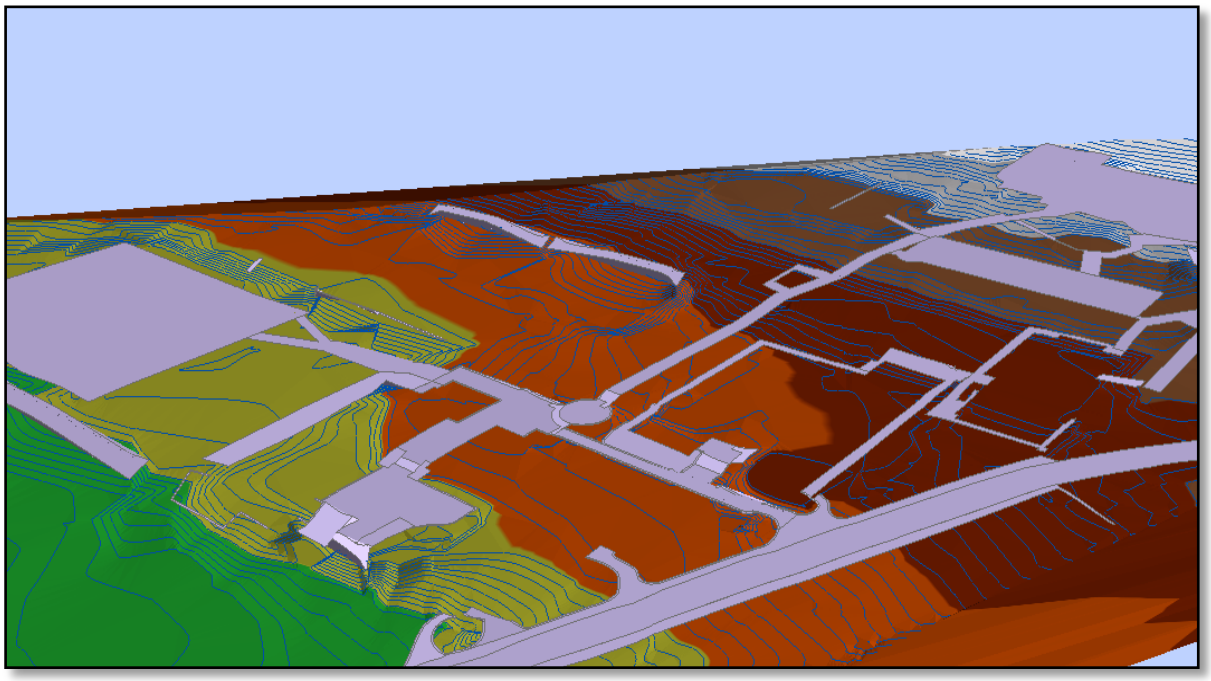

Imagen 22. Shapefile de los caminos de la Universidad, ajustado al TIN del terreno. (Fuente: Autor)

Debido a las propias irregularidades que presenta el TIN por las curvas de nivel, el Shapefile presento varias deformidades que no representan como es el objeto en verdad (**Imagen 5.6.4**).

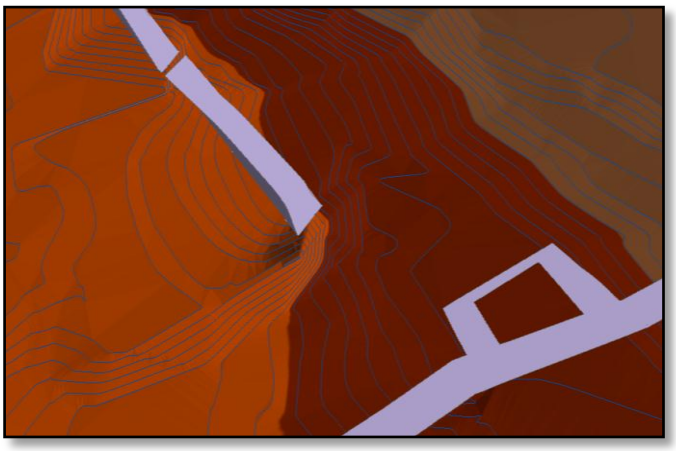

Imagen 23. Deformidad en el Shapefile una vez acoplado al TIN. (Fuente: Autor)

5.7. Modelado 3D de elementos de la Universidad

Para realizar el modelado 3D de los elementos de la universidad, los Shapefile fueron convertidos en "entidades" mediante la herramienta de ArcToolBox "Herramientas de 3D Analyst", "Conversión", "Capa 3D a Clase de Entidad", generando entidades que mantenían la misma forma y atributos de los Shapefile de los que se generaron, permaneciendo en la misma posición y sin poder modificarse (**Imagen 5.7.**).

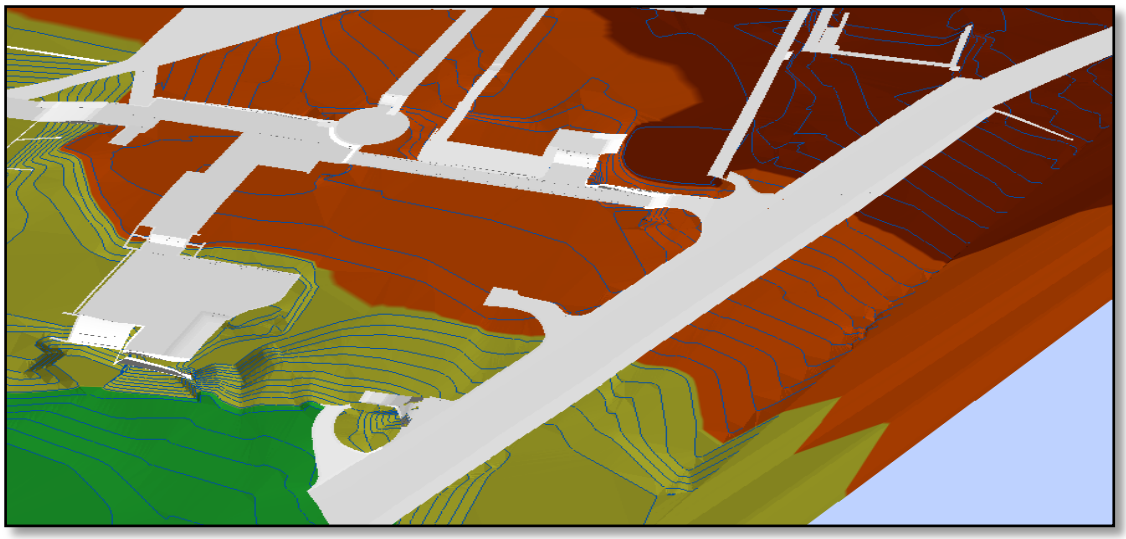

Imagen 24. Shapefile de caminos convertidos a Clase de entidad. (Fuente: Autor)

Para realizar el modelado 3D de los elementos de la universidad, las entidades se convirtieron en "Collada" con las Herramientas de ArcToolBox, "Herramientas de Conversión", "a Collada" y "Multiparche a Collada". Estas entidades son archivos XML que pueden ser importados al programa Google SketchUp. Esto se hizo para poder construir los elementos de la universidad en 3D usando estos archivos XML, el plano y las alturas y guías

tomadas en la universidad para que estos elementos tuvieran una apariencia más cercana a como son en la realidad (**Imagen 5.7.1.**).

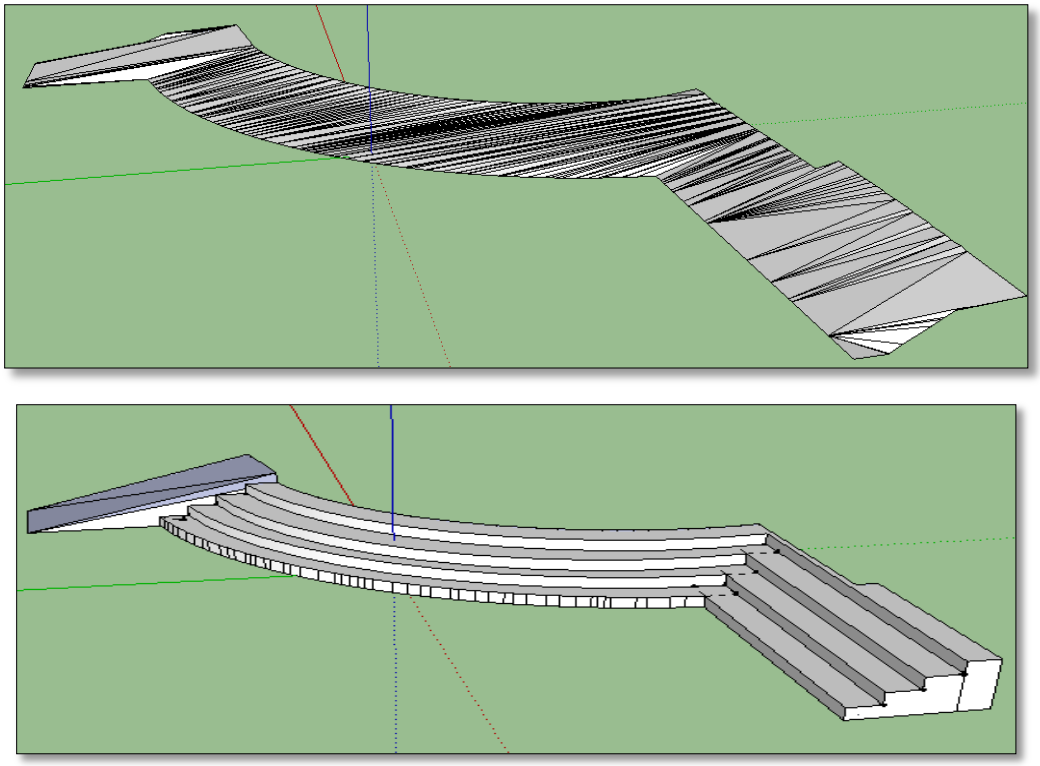

Imagen 25. Archivo Collada que representa el escalón de la rotonda importado a Google SketchUp (Arriba), Escalones de la rotonda, construidos en Google SketchUp (Abajo). (Fuente: Autor)

Una vez terminado se guardó el archivo en la versión 5 de Google SketchUp, lo que hizo que el archivo fuera compatible con ArcScene.

El mismo proceso también se realizó con los Shapefile de los edificios, convirtiéndolos en entidades y luego a Collada para importarlos a Google SketchUp. Además se importaron los edificios modelados también en Google SketchUp aportados por la Oficina de Planeación. En este caso, se importó al documento de SketchUp sobre el cual se está trabajando el archivo del modelado del edificio correspondiente, aportado por

la oficina de planeación. El edificio se posicionó en el mismo lugar y con la misma orientación que tenía la Collada que luego se borró (**Imagen 5.7.2.**).

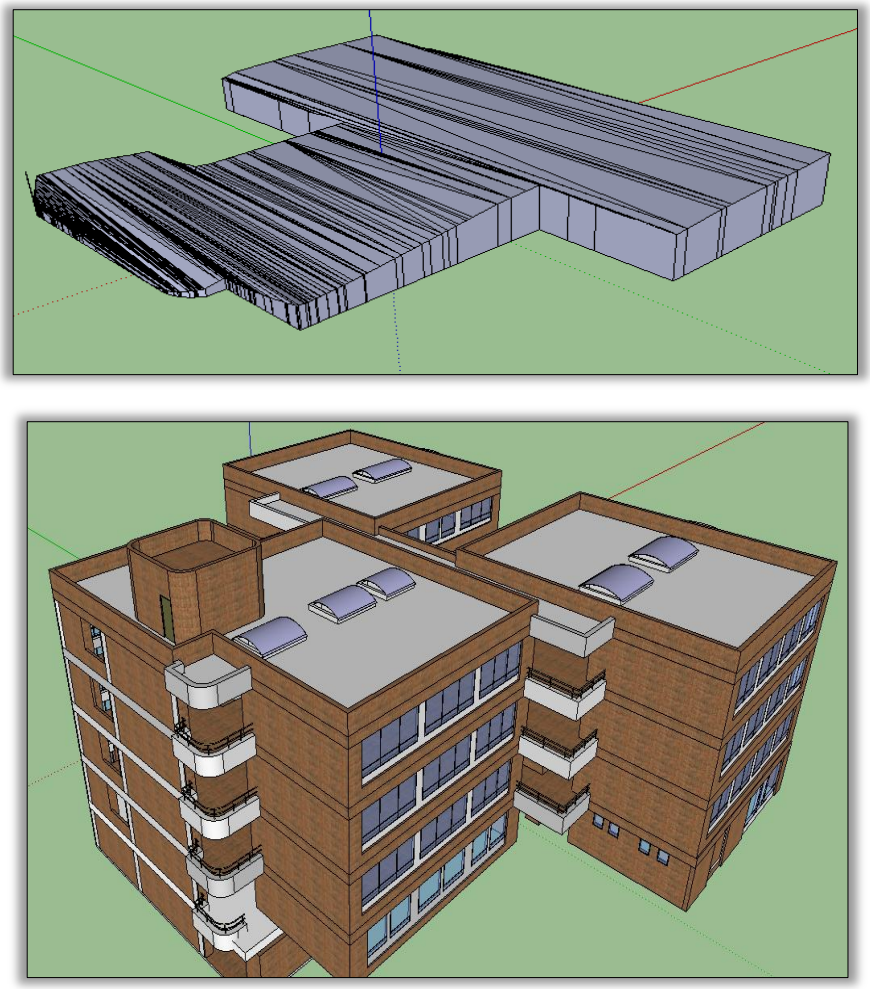

Imagen 26. Archivo Collada que representa el Bloque F importado a Google SketchUp (Arriba), Bloque F modelado en Google SketchUp proporcionado por la oficina de planeación (Abajo). (Fuente: Autor)

Una vez se terminó este proceso, al igual que en el paso anterior el archivo es guardado en la Versión 5 de Google SketchUp.

5.8. Modelado en ArcScene

El último paso fue reemplazar las entidades existentes por las que se crearon en Google SketchUp, habilitando la herramienta "Editor 3D", "Reemplazar por Modelado…", y seleccionando las entidades que se deseaban remplazar (**Imagen 5.8.**).

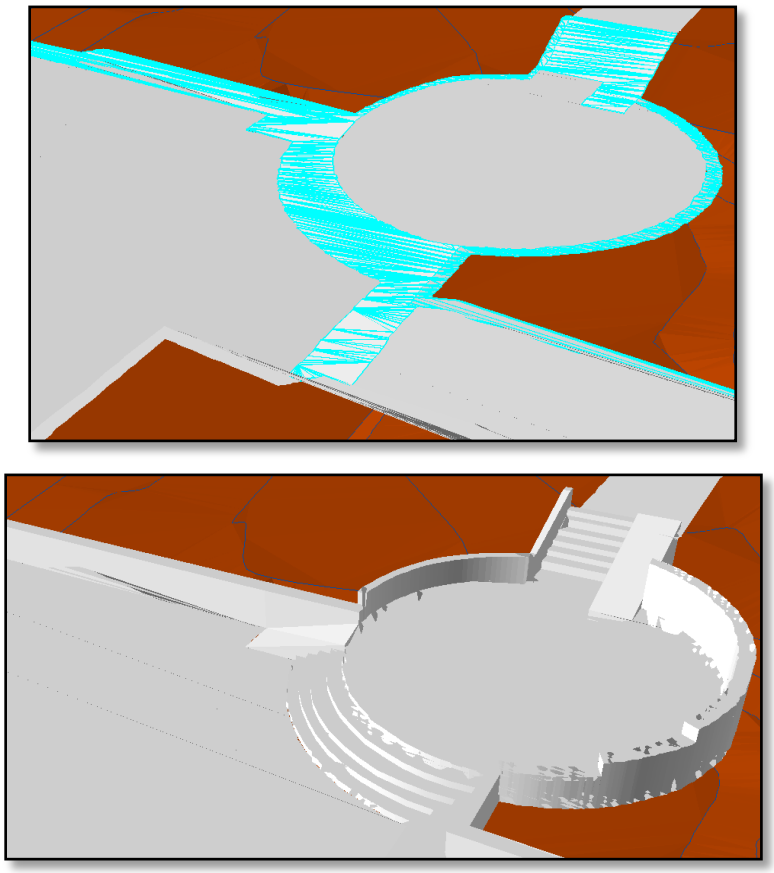

Imagen 27 Selección de entidades para reemplazar (Arriba), Entidades reemplazadas por modelados (Abajo). (Fuente: Autor)

Este proceso se realizó con todas las clases de entidades (caminos, edificios, canchas y demás) terminando finalmente el modelado de la Universidad de Cundinamarca, sede Fusagasugá (**Imagen 5.8.1.**).

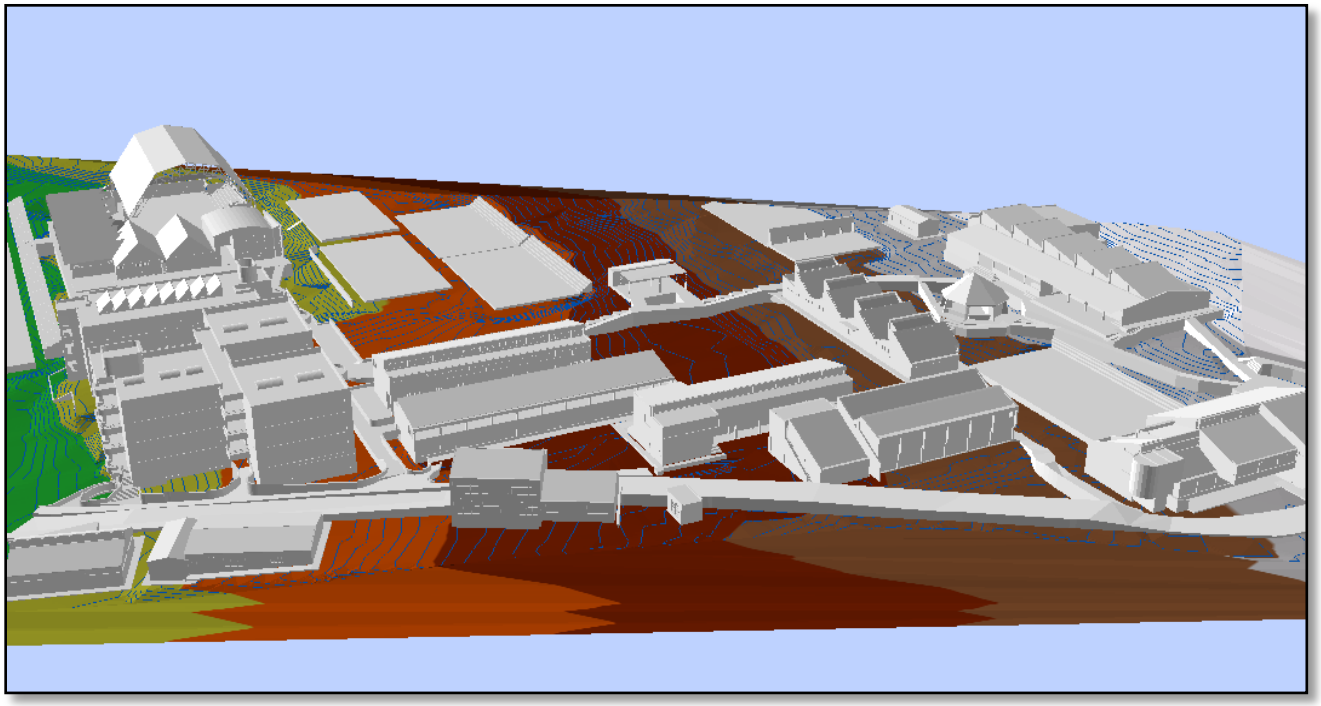

Imagen 28 Modelado 3D de la Universidad de Cundinamarca — Entidades remplazadas por modelados 3D en Google SketchUp. (Fuente: Autor)

5.9. Diseño de terreno

Con el modelo 3D de la Universidad ya finalizado, el siguiente paso fue el de representar el terreno de la sede. Para realizar esto se utilizó una imagen satelital de la Universidad de Cundinamarca, extraída de Google Earth (**Imagen 5.9.**)

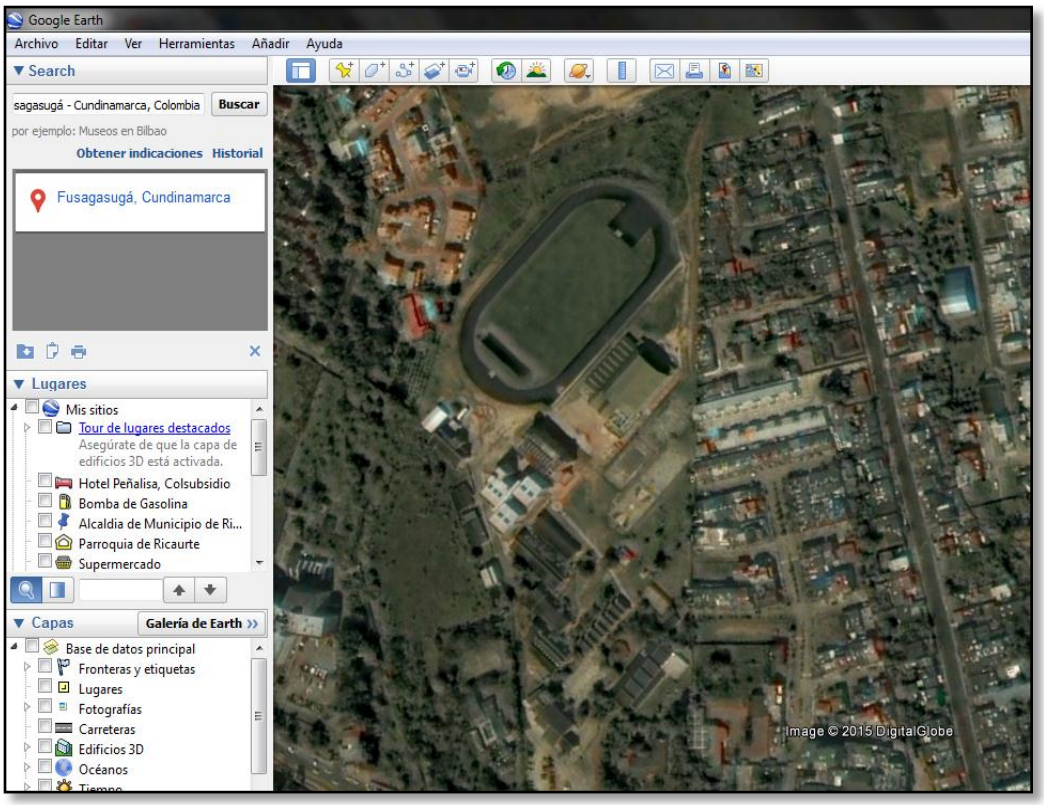

Imagen 29. Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá, Google Earth. (Fuente: Autor)

Una vez se obtuvo la imagen, se llevó a ArcGIS para georreferenciarla, de modo en que esta quedara en la misma posición que el plano de la universidad, usando la herramienta “Georreferenciación”, “Añadir puntos de Control” (**Imagen 5.9.1.**). Una vez se hizo esto se guardó en formato TIFF para poder abrirla en ArcScene.

Imagen 30 Imagen de la Universidad geo referenciada usando puntos de control

Una vez guardo la imagen y se abrió en ArcScene, y a través de la herramienta “Propiedades de la capa”, “Altura Base”, “Flotando en una Superficie Personalizada” la imagen tomo la forma del terreno (**Imagen 5.9.2**).

Imagen 31. Imagen satelital de la Universidad acoplada con el TIN. (Fuente: Autor)

5.10. Resultado Final

El resultado final es el Modelado 3D de la Universidad de Cundinamarca Sede en Fusagasugá, sobre una imagen satelital georreferenciada de la misma, y con los modelados 3D de los edificios, caminos y canchas, así como los edificios de la Universidad (aportados por la oficina de planeación) (**Imagen 5.10.**).

Imagen 32 Modelado 3D de la Universidad de Cundinamarca sede Fusagasugá realizado en ArcScene finalizado. (Fuente: Autor)

5.11. Grabación de animación

Una vez se terminó el modelado, para poder mostrar el diseño desde varias perspectivas se grabó una animación, usando la herramienta “Animación”, “Controles de Animación” (**Imagen 5.11.**) para abrir los controles y empezar a grabar. Una vez se terminó de hacer la grabación, en la ventana “Animación”, “Guardar el Archivo de Animación” para guardar la animación en el formato necesario.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

El resultado final representa la forma real de la Universidad así como la distribución exacta de los edificios, la forma de los caminos, y la ubicación de la cancha, cumpliendo también con el objetivo de representar la forma verdadera de la Universidad para que esta pueda ayudar a alumnos y profesores a ubicarse dentro de la sede.

Se pudo observar como la integración de software cartográficos con programas de diseño 3D para la elaboración de este Modelado fue bastante efectiva, dando buenos resultados y demostrando que la cartografía no se debe limitar únicamente a planos y mapas en dos dimensiones, sino que también se puede usar para desarrollar modelos tridimensionales que muestren de manera más detallada la información de un terreno que un mapa bidimensional no podría dar.

6.2. RECOMENDACIONES

La universidad de Cundinamarca carece de una fuente de información sobre la distribución de los edificios salones y oficinas dentro de sus instalaciones, que facilite poder ubicarse dentro de la misma.

7. GLOSARIO

- **Clase de Entidad**

  Las clases de entidad son conjuntos homogéneos de entidades comunes, cada una con la misma representación espacial, tal como puntos, líneas o polígonos y un conjunto común de columnas de atributos, por ejemplo, una clase de entidad de línea para representar las líneas de centro de carreteras. (Esri, 2012)

- **Collada**

  Los archivos COLLADA son una representación XML de un objeto 3D que pueden hacer referencia a archivos de imagen adicional que actúan como texturas desplegadas en la geometría 3D. Esto significa que exportar una entidad multiparche a COLLADA puede resultar en la creación de varios archivos: un archivo .dae que contiene la representación XML del objeto 3D y uno o más archivos de imagen (por ejemplo, un archivo .jpg o .png) que contiene las texturas. (Esri, 2013)

- **Curvas de nivel**

  "Una curva de nivel es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura. Las curvas de nivel suelen imprimirse en los mapas en color siena para el terreno y en azul para los glaciares y las profundidades marinas". (2000AVIATION)

- **Georeferenciacion**

  Es la técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y Datum específicos. Es una operación habitual dentro de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) tanto para objetos ráster (imágenes de mapa de píxeles) como para objetos vectoriales (puntos, líneas, poli líneas y polígonos que representan objetos físicos). (SIG, 2012)

- **Modelo 3D**

  Es una representación esquemática visible a través de un conjunto de objetos, elementos y propiedades que, una vez procesados (este proceso se le conoce como **renderización**), se convertirán en una imagen en 3D o una animación 3D. (Alvaro Blanco Cobián portafolio, 2007)

- **Multiparche**

  Una entidad multiparche es un objeto SIG que almacena una colección de parches para representar el límite de un objeto 3D como una sola fila en una base de datos. Los parches almacenan información de texturas, color, transparencia y geométrica que representa las partes de una entidad. (Esri, 2012)

- **Ráster**

  Un ráster consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como la temperatura. Los ráster son fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados. (Esri, 2012)

- **Shapefile**

  "Un shapefile es un formato sencillo y no topológico que se utiliza para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas. Las entidades geográficas de un shapefile se pueden representar por medio de puntos, líneas o polígonos (áreas)". (Esri, 2012)

- **TIN**

  "Son una forma de datos geográficos digitales basados en vectores y se construyen mediante la triangulación de un conjunto de vértices (Puntos). Los TIN son usados para la representación del terreno". (Esri, 2012)

8. BIBLIOGRAFÍA

- *2000AVIATION*. (s.f.). Obtenido de 2000AVIATION: http://www.fotosuy.com/index.php/productos-y-servicios/curvas-de-nivel
- Alvaro Blanco Cobián portafolio. (6 de 7 de 2007). *Modelado 3D - Clase.pdf*. Obtenido de http://abc.mitreum.net/wp-content/uploads/clase2-parte1-teoria.pdf
- Autodesk Inc. (s.f.). *¿Qué es DWG?* Obtenido de http://latinoamerica.autodesk.com/products/dwg
- Espinoza, R. D. (s.f.). *Modelos de Superficie - Monografias*. Obtenido de http://www.monografias.com/trabajos99/modelos-superficie-sig/modelos-superficie-sig.shtml
- Esri. (7 de 11 de 2012). *¿Qué es ArcCatalog? - ArcGIS Resource Center Desktop 10*. Obtenido de http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//006m00000069000000
- Esri. (7 de 11 de 2012). *¿Qué es ArcGIS? - ArcGIS Resources*. Obtenido de http://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm
- Esri. (7 de 11 de 2012). *¿Qué es una superficie TIN? - ArcGIS Resource Center Desktop 10*. Obtenido de http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//006000000001000000

- Esri. (7 de 10 de 2012). *¿Qué son las entidades multiparche? - ArcGIS Resource Center Desktop 10*. Obtenido de http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//00q8000000mv000000

- Esri. (7 de 11 de 2012). *¿Qué son los datos ráster? - ArcGIS Resource Center Desktop 10*. Obtenido de http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//009t00000002000000

- Esri. (7 de 10 de 2012). *3D Analyst y ArcScene - ArcGIS Resource Center Desktop 10*. Obtenido de http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//00q8000000p0000000

- Esri. (3 de 6 de 2012). *Conceptos básicos de clases de entidad - ArcGIS Resource Center Desktop 10*. Obtenido de http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//006m000000

- Esri. (7 de 11 de 2012). *Que es un Shapefile - ArcGIS Resource Center Desktop 10*. Obtenido de http://help.arcgis.com/es/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//005600000002000000

- Esri. (9 de 11 de 2013). *De multiparche a Collada (Conversión) - Ayuda de ArcGIS 10.1*. Obtenido de http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#//001200000049000000

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s.f.). *¿Qué es un modelo digital de elevación?* Obtenido de http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/queesmde.aspx

- Red Gráfica Latinoamérica. (s.f.). *Visitas virtuales a ciudades 3D*. Obtenido de http://redgrafica.com/Visitas-virtuales-a-ciudades-3D

- SIG, A. y. (25 de 9 de 2012). *Georeferenciar en ArcGis*. Obtenido de http://www.aguaysig.com/2012/09/georeferenciar-en-arcgis.html

- SIGMUR. (6 de 2006). *El Modelo Digital de Terreno (MDT).* Obtenido de http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_7.pdf