



## ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES DE LAS MALLAS EN LOS MODELOS 3D

(Vulnerability analysis meshes 3D models)

Recibido: 05/05/2012 Aceptado: 07/11/2012

**Gil García, Jovany**

ESIME Culhuacán-IPN, México  
[caelum.tempus@gmail.com](mailto:caelum.tempus@gmail.com)

**Molina Vilchis, María Aurora**

ESIME Culhuacán-IPN, México  
[mamolinav@ipn.mx](mailto:mamolinav@ipn.mx)

### RESUMEN

Con el auge de la era digital, el transmitir información por medios digitales es cada día más frecuente, esto incluye a los modelos 3D, los cuales son usados en múltiples industrias, de las cuales destacan la cinematografía con películas animadas, videojuegos y la realidad virtual, que en los últimos años ha tenido un gran desarrollo, así como en medicina y en diseños ingenieriles. Con la gran demanda que se ha tenido de los modelos 3D y debido a la complejidad de su creación, se ha visto la necesidad de crear métodos para resguardar su integridad, tales como: marcas de agua y firmas digitales. Para realizar métodos que resguarden el modelo es necesario conocer que afectaciones o vulnerabilidades pueden presentar estos modelos, y con ello implementar métodos que garanticen su protección para evitar pérdidas que afecten de forma directa a los autores o a las empresas que se dedican formalmente a la realización de modelos en tres dimensiones. En este artículo se presenta un análisis de las vulnerabilidades que pueden ser utilizadas por usuarios maliciosos para perpetrar ataques diversos. El conocimiento de dichas vulnerabilidades debe ser el punto de partida para diseñar e implementar mecanismos de seguridad apropiados para estos modelos.

**Palabras clave:** Modelos 3D, Vulnerabilidades, Copyright, Marcas de agua, Mallas.

### ABSTRACT

With the rise of the digital age, transmitting digital information is becoming more common, this includes 3D models, which are used in many industries which include the film with animated films, video games and virtual reality in recent years has had a great development, as well as medicine and engineering designs. With the great demand that has been 3D models due to the complexity of its creation has been the need to develop methods to protect its integrity, such as watermarks and digital signatures. For methods that insure the model is necessary to know that may have affected or vulnerable these models and thus implement methods to ensure their protection to avoid losses that directly affect the authors or companies engaged in the conduct of formal models in three dimensions. This article presents an analysis of vulnerabilities that can be used by malicious users to carry out various attacks. The knowledge of these vulnerabilities should

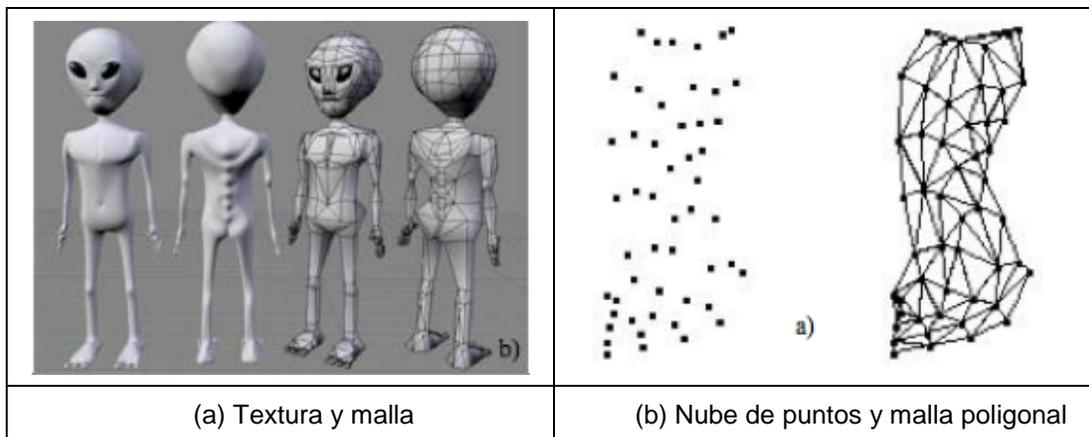
be the starting point for designing and implementing appropriate security mechanisms for these models.

**Keywords:** 3D Models, Vulnerabilities, Copyright, Meshes, Watermarks.

## INTRODUCCIÓN

Un modelo es la representación abstracta de un objeto, incluyendo su estructura, atributos y leyes de variación entre los componentes. Los modelos 3D son la cuarta generación de contenidos multimedia antecedida por audio, imágenes y vídeo. Un modelo 3D representa un objeto tridimensional basado en una colección de puntos en un espacio de tridimensional, conectado por varias entidades geométricas como triángulos, líneas, superficies curvas, etc. (Faxin y otros, 2010); en la mayoría de los casos son triángulos pero pueden ser cualquier figura geométrica, como se ve en la Figura 1. Un ejemplo típico se muestra en la Figura 1b).

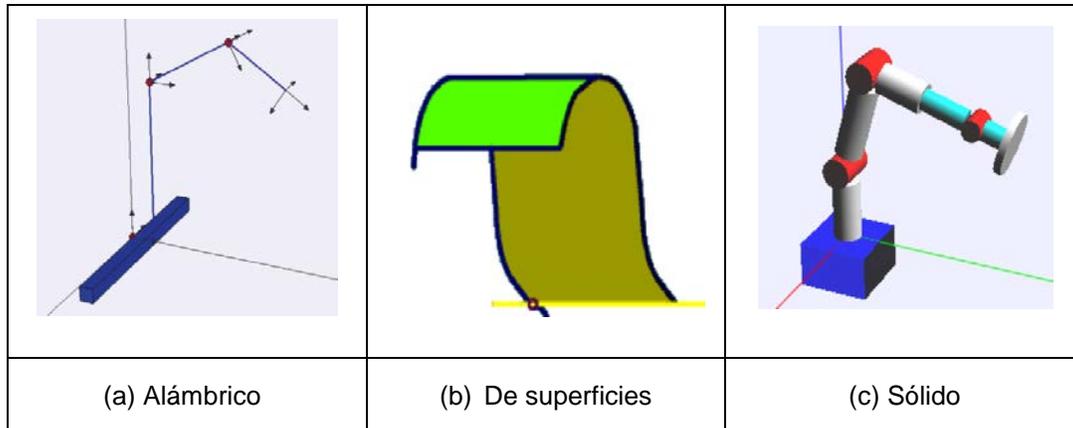
**Figura 1. Generación y representación típica de modelos 3D**



Fuente: elaboración propia.

Existen 3 tipos de modelos 3D: modelos alámbricos, de superficie y sólidos (Navarro, 2006). Los modelos alámbricos constituyen una descripción de la estructura o esqueleto de un objeto 3D, está constituido únicamente por puntos, líneas y curvas, que definen los lados de los objetos (Ver figura 2a). Modelos de superficies. Definen no solo lo lados de los modelos 3D si no también su superficie la cual se define mediante mallas poligonales (Ver figura 2 b). Y los modelos sólidos, que son los más fáciles de crear y utilizar, se crean de formas 3D básicas predefinidas (esferas, cubos, etc.) (Ver figura 2c).

Figura 2. Tipos de modelos 3D



Fuente: elaboración propia.

Para la creación de los objetos tridimensionales, es necesaria la representación mediante mallas poligonales. Una malla está constituida por caras planas en 3D. Cuanto mayor sea la densidad de la malla, mayor es la precisión en la representación: Esta se define mediante una matriz, de vértices, como si fuera una rejilla formada por columnas y filas (Navarro, 2006).

Algunos de los programas para la elaboración de modelos tridimensionales son: Maya (Autodesk), 3D studio max, Blender, AutoCAD, SolidWorks y Softimage XSI, entre muchos otros. Uno de los mayores riesgos de la distribución de modelos 3D está en el uso inadecuado de los modelos tales como las copias ilegales, la modificación parcial o total de algunas de las propiedades del modelo original o la utilización sin la autorización del autor, esto se debe en gran parte a los medios digitales de distribución masiva como lo es internet, que actualmente es el medio más utilizado para la distribución ilegal de copias y falsificaciones.

El objetivo de este artículo es presentar los resultados del análisis sobre las vulnerabilidades de los objetos 3D. En la sección 2 se abordarán los tópicos afines a las vulnerabilidades en modelos 3D enfocados a la seguridad y distribución de los objetos. La sección 3 presenta un análisis de las diferentes vulnerabilidades y cómo afectan a las mallas. Finalmente en sección 4 se abordarán los escenarios de ataque y cómo pueden ser explotadas las vulnerabilidades para afectar la integridad de las mallas.

### TRABAJOS RELACIONADOS

En términos generales, la seguridad se puede definir como todas las medidas preventivas y correctivas que nos permitan resguardar y proteger la información de posibles ataques y con esto garantizar la integridad de la información, así como el acceso autorizado a la información. Se define como vulnerabilidad a un componente débil o mal construido inherente a un diseño que puede ser explotada (Bigdoli, 2006).

Una amenaza es una o más acciones que tienen el potencial de hacer daño, este daño puede ser a la integridad de la información, específicamente a sus características o la modificación parcial o total; o su reproducción no autorizada (Bigdoli, 2006). Los riesgos son las posibilidades o probabilidad que una amenaza explote una o varias vulnerabilidades para causar un daño a la información (Stewart, Tittel y Chapple, 2008) esto es: internet, y más concretamente, la web, constituyen actualmente el sistema más utilizado para la distribución en línea de contenidos multimedia.

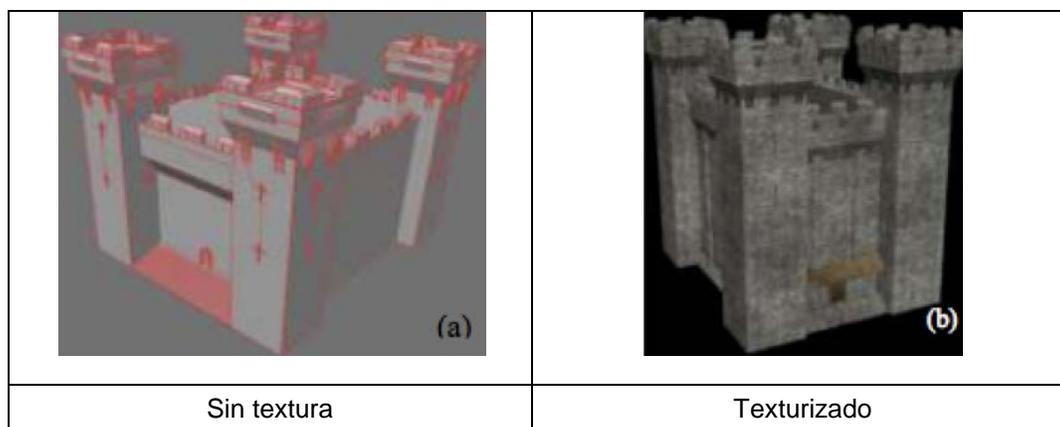
En este sistema se encuentra todo tipo de información digital y en grandes cantidades (Abadal, 2001). La divulgación y distribución de la información en esta red se realiza mediante paquetes de información que llegan a un usuario final mediante buscadores que redirigen al usuario a las páginas web en donde es posible descargar o visualizar el contenido parcial o total de los modelos 3D.

### CARACTERÍSTICAS DE LAS MALLAS 3D

La creación de una malla de un modelo 3D, se basa en la poligonización de una superficie definida por un conjunto de puntos en el plano tridimensional, estos puntos representan las muestras tomadas de la superficie del objeto, y pueden ser obtenidos mediante sensores láser o digitalizadores 3D (Torres, 2005). Las mallas obtenidas de modelos 3D cuentan con múltiples propiedades, tales como: la textura, que es la encargada de dar la apariencia de metálica, rocosa, líquida o el material del que se encuentra hecho el objeto a representar (Ver figura 3).

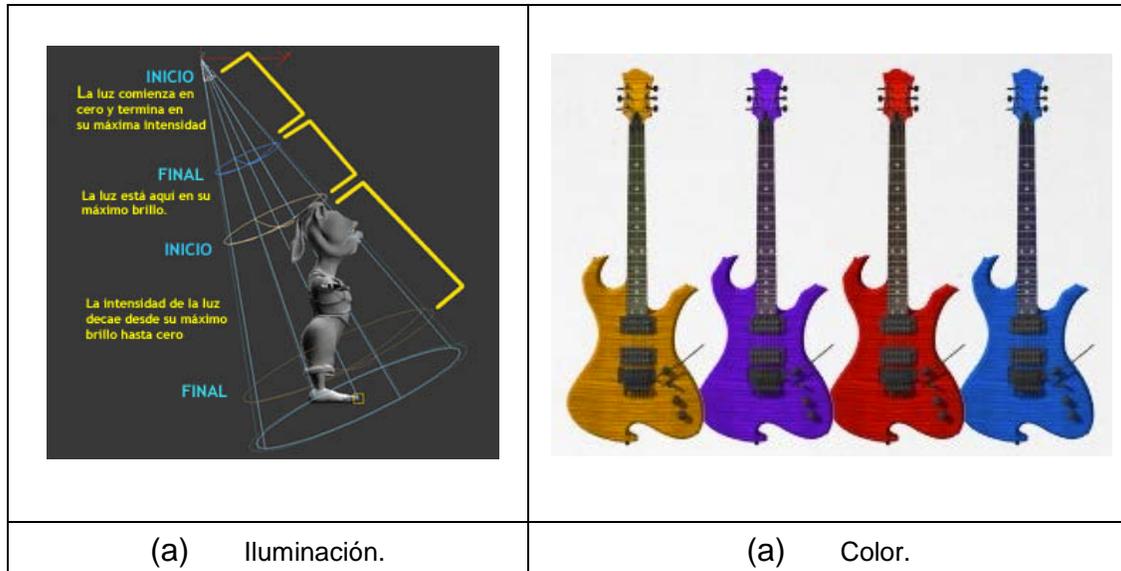
La iluminación permite apreciar ciertos enfoques y detalles inherentes a la incidencia sobre el objeto, también la intensidad lumínica que incide en el modelo cambia con la distancia esto es a mayor distancia el efecto de la luz se atenúa y se pierden algunos detalles que con mayor distancia al origen de la luz se aprecian con mayor claridad (ver figura 4a). El color, en esta propiedad se incluyen los matices y las tonalidades del modelo (Ver figura 4b). La escala está referida a la dimensión que tiene el modelo en el plano tridimensional, sobre el que se trabaja el ancho, largo y altura.

**Figura 3. Representación de objetos mediante modelos 3D**



Fuente: <http://www.calmadigital.info>.

Figura 4. Propiedades de los modelos 3D



Fuente: <http://www.calmadigital.info>.

Cuando se atenta contra un modelo o cuando el ataque es efectuado existen diversos objetivos que son buscados por los atacantes, uno de ellos es la obtención de los modelos sin la autorización del autor, esto puede tener múltiples fines, entre los que destaca la reproducción ilegal, repercutiendo en pérdidas monetarias que sufren las empresas que realizan los modelos y los autores. Otra finalidad al atentar contra los modelos es la modificación parcial del modelo, por ejemplo: el color, la textura o algún otro atributo o propiedad que afecte la originalidad del modelo.

Como se ha mencionado con anterioridad, la reproducción digital de los modelos 3D en diversos medios como CD o DVD, principalmente internet, ha causado que se exista el peligro de la reproducción ilegal de los modelos, en contra de las leyes de derechos de autor y el copyright.

Con el aumento del uso de modelos 3D se han incrementado los ataques, esto ha motivado el desarrollo de técnicas y métodos para su protección basados en la esteganografía (escritura encubierta) con la utilización de marcas de agua y la criptografía (escritura oculta) utilizadas ampliamente para asegurar contenidos multimedia (texto, audio e imágenes y vídeo) aportando los métodos de firmas digitales cuyo objetivo es comprobar la identidad del remitente de un mensaje; otro objetivo es proporcionar evidencias sobre la integridad del mensaje; por último utiliza técnicas de huella digital para la autenticación del origen del mensaje (autoría) (Torres, 2005).

### ANÁLISIS DE VULNERABILIDADES

Pocos trabajos se refieren exclusivamente a las vulnerabilidades de los modelos 3D a pesar de que algunos métodos y mecanismos de seguridad se han propuesto. Para



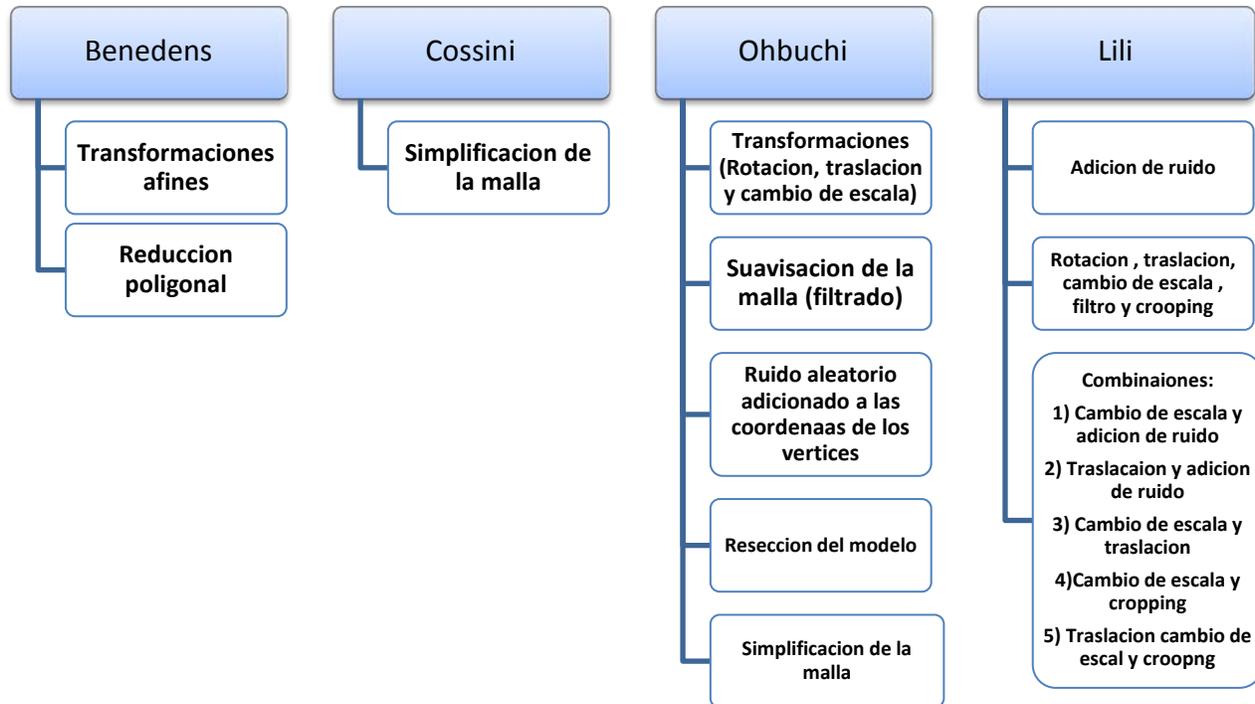
iniciar el estudio de las vulnerabilidades conviene hacer una tipificación de los ataques que se han considerado como punto de partida en las propuestas de seguridad, así Benedens (1999) define dos tipos de ataques: transformaciones afines y reducción poligonal de la malla.

Las transformaciones afines son todas aquellas que influyen en la posición del modelo traslación, rotación, etc. La reducción poligonal de la malla es cuando se eliminan polígonos, y con ello se simplifica el número de vértices que se tienen. Mientras que Corsini y otros (2006) se centra en los ataques relacionados con la simplificación de la malla que da como resultado la reducción de vértices y triángulos de la malla modificando su conectividad y topología, esto implica que la textura en muchos modelos quede menos explícita y muchos de los detalles sean eliminados.

Sin embargo, una clasificación más precisa se presenta por Ohbuchi (2001), quien presentan cinco tipos de ataques: 1) transformaciones geométricas que incluyen la rotación, cambio de escala y translación; 2) Suavizado de la malla, esta vulnerabilidad elimina vértices en la superficie del modelo 3D; 3) Ruido aleatorio que generalmente se adiciona a la información de las coordenadas de los vértices; 4) Resección o división de la malla, esta vulnerabilidad causa que el número de polígonos en la malla aumente y con eso las propiedades originales de la malla; 5) Simplificación de la malla, provoca que el número de polígonos que compone la malla se reduzca y eso cause pérdida de detalles de la malla.

Estos ataques pueden combinarse, según Li et al (2004) de esta manera se tiene la siguiente clasificación: 1) cambio de escala y adición de ruido. 2) translación y ruido. 3) cambio de escala y translación. 4) cambio de escala y cropping; el cropping es el proceso de remover porciones de una imagen o modelo 3D para crear un enfoque de una sección deseada, esto se hace con el fin de resaltar los detalles en una zona de interés. 5) translación, cambio de escala y cropping. La siguiente tabla muestra cómo algunos de los autores más importantes en modelos 3D, realizan una clasificación de las diversas vulnerabilidades que sufren los modelos.

**Tabla 1. Vulnerabilidades en modelos**

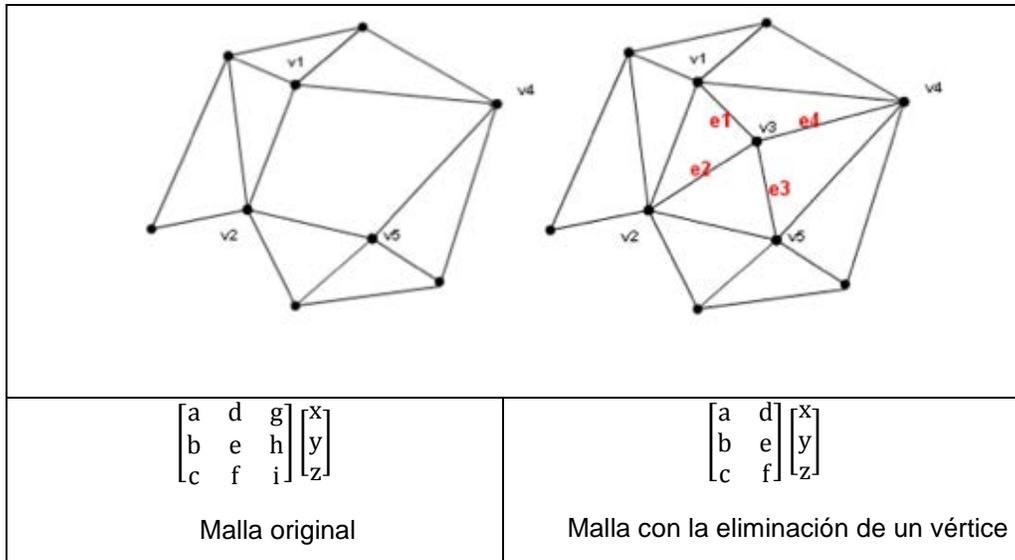


Fuente: <http://www.calmadigital.info>.

A continuación se hará un análisis de las vulnerabilidades que tienen los modelos 3D mediante el estudio de la representación matricial que compone al modelo 3D. Re-triangulación o re-ordenamiento. Una malla se crea a partir de figuras geométricas partiendo de la nube de puntos del modelo 3D, al re-ordenar un nuevo vértice se cambia o altera la malla, lo cual nos da pie a que la malla cambie el número de polígonos que lo crean (Ver figura 5).

Existe otra vulnerabilidad de los modelos que es las simplificación de nodos o simplificación poligonal que básicamente es de un modelos con determinado número de vértices crear otro más simple y con menor número de vértices esto con el fin de que sea más fácil su manejo y tratando de que el modelo conserve en gran medida su forma original. Haciendo referencia a la malla y a la abstracción matemática en forma de matrices la afectación que sufre es que eliminamos un vértice que es representado como una columna en la matriz que representa la malla del modelo.

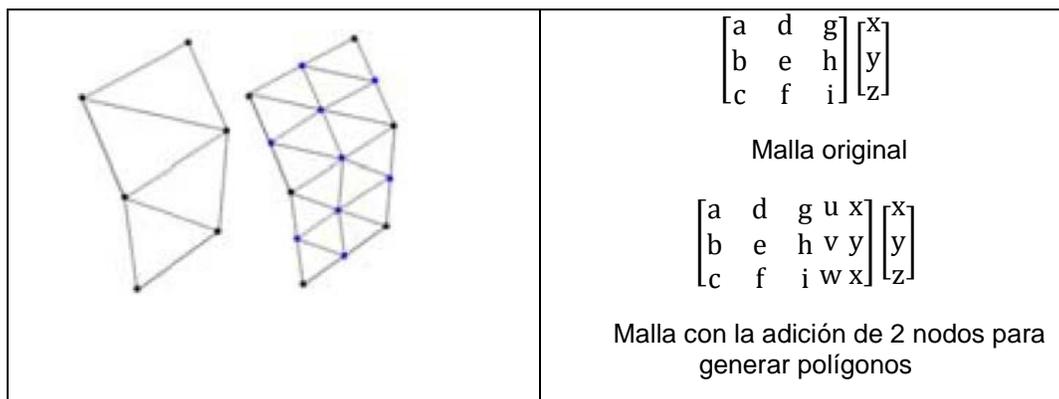
**Figura 5. Se muestra la re-triangulación de una malla al adicionar un nuevo punto**



Fuente: Eshraghi (2007).

Subdivisión. En esta vulnerabilidad la malla sufre un cambio en el número de polígonos que la componen, esto es cada polígono se divide en dos o más causando un mayor número de vértices, y con esto se altera la estructura original de la malla y por consecuencia la del modelo 3D (Ver figura 6). Al aumentar el número de vértices se alteran los detalles del modelo original. La alteración que sufre la malla es muy significativa ya que se agregan nodos para aumentar el número de polígonos que conforman.

**Figura 6. Subdivisión de malla**



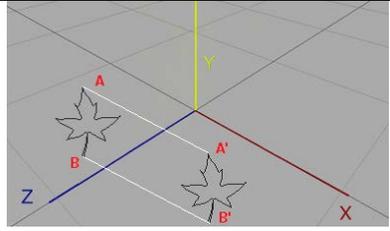
Fuente: Eshraghi (2007).

En sus propiedades, existen diversas vulnerabilidades que pueden ser aprovechadas por un atacante en las propiedades de un modelo como las que se mencionan a

continuación (Vince, 2006). Hay que recordar que un modelo 3D también puede representarse como una figura en un plano cartesiano de tres dimensiones.

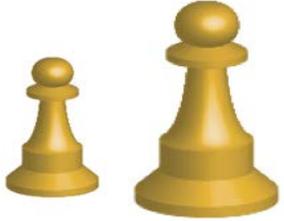
Traslación. Las coordenadas cartesianas proporcionan una relación uno a uno entre un número y la forma tal relación puede expresarse en términos de matrices, que al ser multiplicadas por una constante se traslada el objeto 3D (Ver figura 7), a la relación original que existe entre el objeto y los ejes cartesianos se le conoce como coordenadas globales, mientras que una vez que el modelo ya ha sufrido algún cambio en las coordenadas de posición se le conoce como coordenadas locales (Paquette, 2007), las cuales afectan al objeto geoméricamente en cuanto a su posición.

**Figura 7. Traslación del modelo**

$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$	
Matriz donde las t son constantes	Matriz donde las t son constantes

Fuente: Paquette (2007).

Cambio de escala. Si a las coordenadas cartesianas que se tienen del modelo 3D son multiplicadas por una constante, la figura cambia de tamaño (Ver figura 8). Al igual que la traslación, el escalamiento se puede expresar en términos de matrices (Figura 9). Al cambiar la escala además de modificar las dimensiones del modelo 3D se modifica el archivo que lo contiene, esto afecta la ejecución del modelo en un programa ya al cambiar las dimensiones es necesario cambiar los parámetros ya establecidos para dicho modelo, tales como la iluminación y el entorno que rodeara al modelo.

<p><b>Figura 8.</b> <b>Figura con escala</b></p>	<p><b>Figura 9.</b> <b>Matriz donde las s son constantes</b></p>
	$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$

Fuente: Eshraghi (2007).

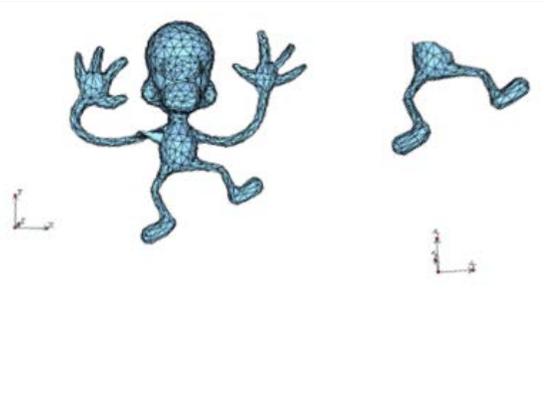
Rotación. En tres dimensiones un objeto gira alrededor de un eje, ya sea el x, y o z o algún eje imaginario para ellos se emplea una rotación conocida como rotación de Euler, que se representa como funciones dentro de una matriz (Figura 10). En la rotación afectamos el punto de vista que tenemos del objeto (Figura 11).

Figura 10. Matriz de rotación de Euler	Figura 11. Modelo Rotado
$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\beta) & -\sin(\beta) & 0 & 0 \\ \sin(\beta) & \cos(\beta) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$	

Fuente: Eshraghi (2007).

Corte. Los cortes son básicamente eliminar una sección del modelo 3D (Ver figura 12). En la malla el conflicto que ocasiona es que se elimina una gran sección de la malla y por ende del modelo, lo cual implica la eliminación de vértices que trae consigo la eliminación de una gran sección de la matriz y perder información valiosa.

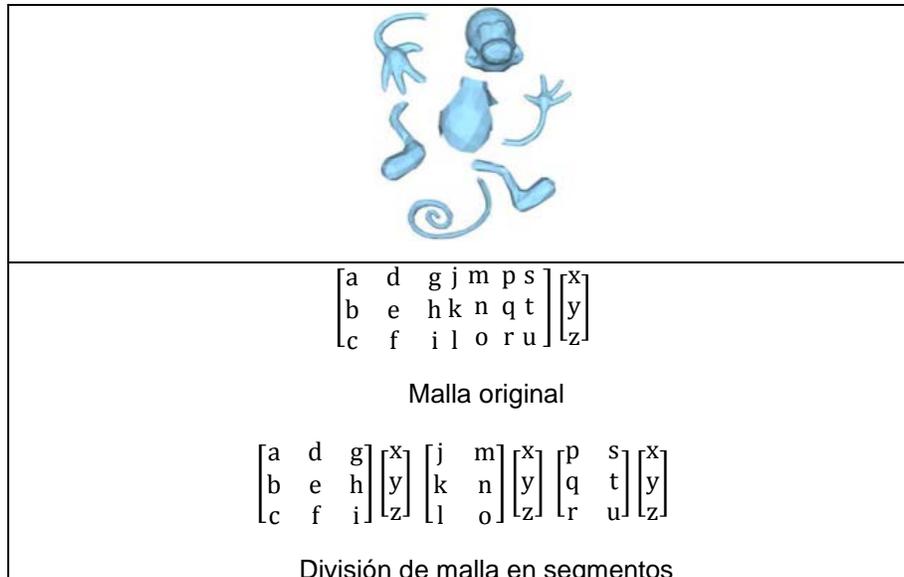
**Figura 12. Corte a un modelo 3D**

	$\begin{bmatrix} a & d & g & j & m \\ b & e & h & k & n \\ c & f & i & l & o \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ <p>Malla original</p> $\begin{bmatrix} a & d & g \\ b & e & h \\ c & f & i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$ <p>Malla con eliminación de un segmento</p>
---	---

Fuente: Eshraghi (2007).

Segmentación. Esta vulnerabilidad no elimina ninguna sección o parte del modelo lo que hace es dividir en diversas secciones el modelo pero sin eliminar ninguno elemento que componga el modelo (Ver figura 13). Referido a las mallas, se crean diversas mallas en la que cada una tiene información de los vértices que componen los segmentos y con ello se divide el modelo.

**Figura 13. Segmentación de modelo 3D**

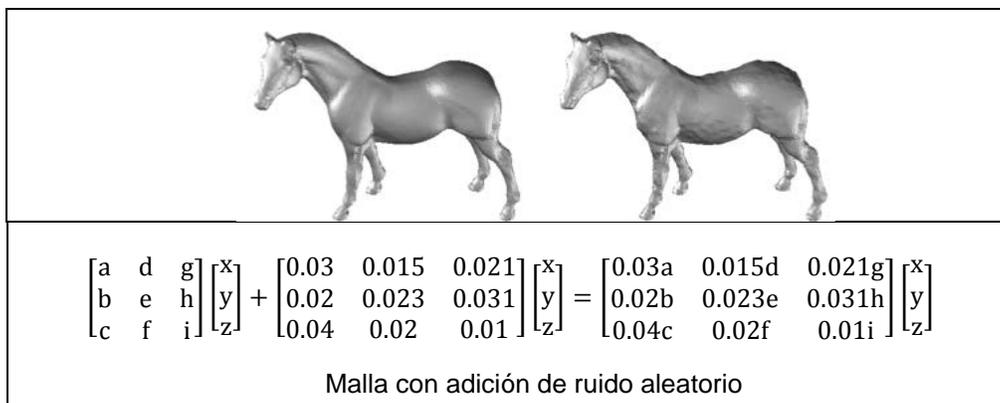


Fuente: Eshraghi (2007).

Además de las vulnerabilidades anteriormente mencionadas existen las provocadas durante y después del proceso de reproducirlos tales como:

Ruido. Que básicamente es una perturbación en los vértices de la malla de forma aleatoria, esta vulnerabilidad es muy evidente cuando se hace la transmisión del modelo 3D, ya que es cuando se presenta la adición de ruido que al igual que en una señal sonora el ruido distorsiona el modelo original ver Figura 14. Al adicionar ruido aleatorio al modelo provoca que la matriz que lo compone se le sume una matriz con números aleatorios provocando que los vértices se muevan y con ellos cambie la visualización del modelo.

**Figura 14. Adición de ruido en modelo 3D**



Fuente: Ohbuchi y otros (2002).

Filtrado. Es el proceso inverso del ruido que son los filtros se intenta mediante procesos matemáticos tal como la modulación se pretende eliminar el ruido aleatoria que se tenga y con esto tener un modelos más cercado al modelo original (Cummins, 2004).

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Debido al gran aumento y desarrollo de la era digital se ha tenido la necesidad de crear métodos para el envío publicación y compartir información con diversos usuarios, como se mencionó en la primera sección los modelos 3D son la cuarta generación multimedia y gracias a que día con día el compartir información se hace más común, por medios tales como CD, DVD y principalmente internet, ha incrementado los ataques que se realizan a los modelos 3D, lo que afecta de gran manera a los autores y a las empresas dueñas de dichos modelos lo que representa una gran pérdida monetaria para los intereses de tanta autores como empresas.

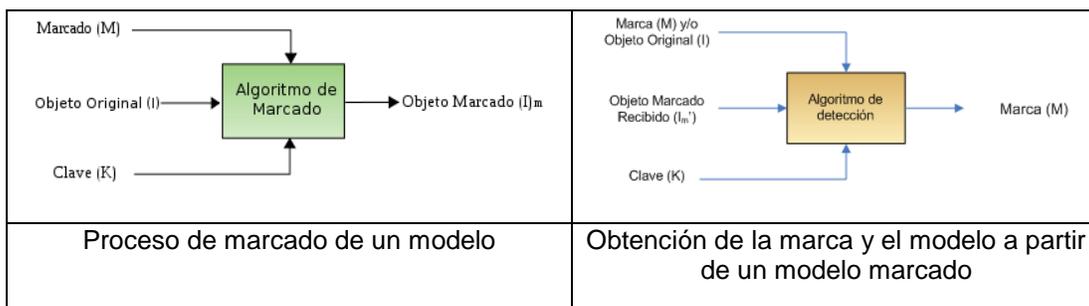
Es necesario conocer cuáles son las vulnerabilidades de los modelos para saber cómo proteger la seguridad de los mismos. El trabajo tiene el objetivo de dar a conocer los casos donde se puede afectar la integridad de un modelo y las técnicas que se usan para su protección, como: la esteganografía, las marcas de agua. Se tratará de no alterar la malla y al modelo, pero en otras ocasiones solo se usará técnicas para saber si el modelo ha sido copiado o no, y verificar si la malla sigue íntegra o cuenta con alteraciones. Es importante que una vez detectadas las vulnerabilidades se trabaje con algoritmos que protejan a los modelos de ese tipo de ataque, pero sin afectar el funcionamiento.

## MEDIDAS PARA CONTRARRESTAR LOS ATAQUES

### SEGURIDAD

Para resguardar la seguridad de las mallas y con ellos los modelos 3D existen diversos métodos y técnicas de los que destaca las esteganografía, la cual encripta información dentro del objeto una de las herramientas más utilizadas y eficaces para ocultar información en los modelos son las marcas de agua las cuales permiten ocultar información dentro del modelo afectando muy poco la propiedades originales del modelo (Ver figura 15).

Figura 15. Marcado y obtención de marca de agua



Fuente: Eshraghi (2007).

Referido a las mallas existe un documento que aborda el tema de la simplificación de mallas que implica la reducción del número de vértices y por ende de polígonos, se basa básicamente en dos aspectos las métricas y geométricas que evalúa métricamente la geometría para detectar un error, esto lo logra con el error basado en distancia de Hausdorff, para la creación de algoritmos de renderizado para que los cálculos no afecten el resultado final (Corsini y otros, 2006).

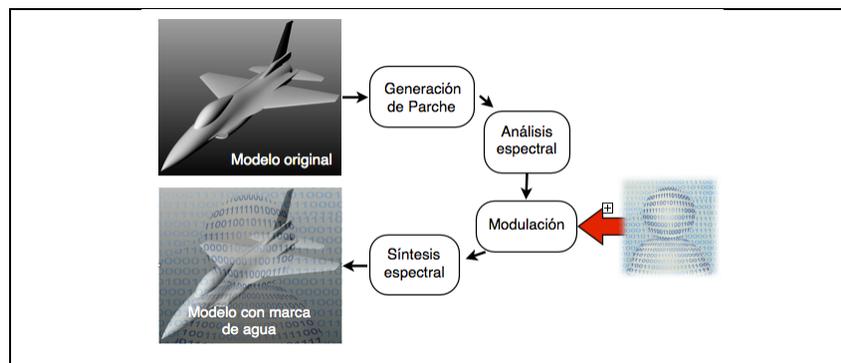
Existe un artículo que nos de manera muy clara acerca de marcas de agua en mallas 3D poligonales pero en el dominio espectral. El trabajo menciona diversos ataques como rotación, traslación y escala, mencionando como las marcas de agua son resistentes a operaciones en la malla como el suavizado o filtrado partiendo de un ruido aleatorio [13].

Ya con un enfoque más centrado en su análisis matemático se puede encontrar un escrito que habla de marcas de agua y la subdivisión de superficies basado en la propiedad de adición de la transformada de Fourier aquí se menciona ataques como ruido rotación, traslación, filtrado y combinaciones y como su algoritmo funciona pero para que tenga el resultado adecuado es necesario la alineación de la malla (Li et al, 2004).

Se pueden visitar trabajos sobre la aproximación gráfica-teórica de una marca de agua en el dominio de la frecuencia o espectral y como manejamos una interfaz gráfica. Debido al gran auge exponencial que se ha tenido del uso de modelos 3D en muchos campos como la ingeniería (diseño de piezas mecánicas, edificios, estructuras, etc.)

Una vez creada la malla, en el proceso de modelado existen múltiples alteraciones que se pueden tener dentro las que destacan las alteraciones en la malla misma, las vulnerabilidades en las propiedades de la malla y las que existen al momento de reproducirlos comenzaremos con los que afectan a la malla misma. En la siguiente imagen se muestra el proceso y los pasos para generar un parche, un análisis espectral, una modulación y una síntesis espectral esto se refiere a introducir información en la malla (Ver figura 16) (Ohbuchi et al, 2001)

**Figura 16. Proceso de encriptación de información dentro de un modelo**

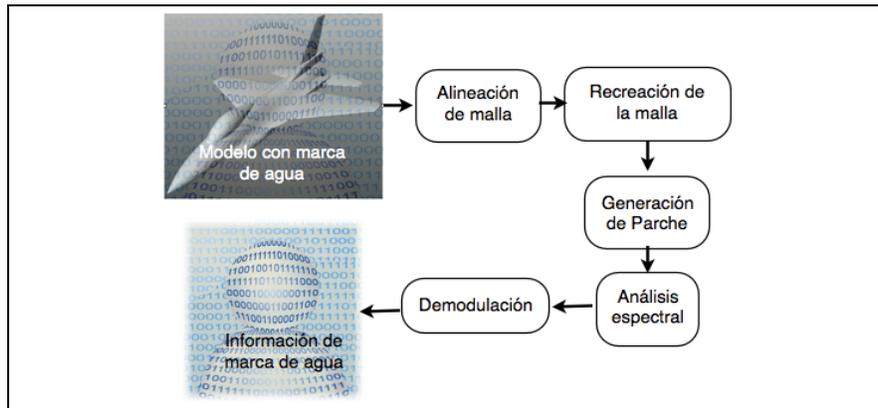


Fuente: Eshraghi (2007).

A continuación se presenta como a un modelo con marca de agua se extrae la propia marca de agua lo cual requiere una serie de pasos tales como alinear la malla, la

reconstrucción de la malla, generación de un parche, un análisis espectral y por último una demodulación (Ohbuchi et al, 2001) (Ver Figura 17).

**Figura 17. Proceso de obtención de marca de agua**



Fuente: Eshraghi (2007).

Existen muy pocos trabajos acerca de la protección de los modelos 3D, la mayoría de los cuales se basan en marcas de agua las cuales tiene una serie de divisiones. Por su robustez que se divide en frágiles y robustas, donde las frágiles básicamente son usadas para saber si se han hecho o no copias del modelo, las robustas son principalmente para evitar la copia ilegal de los modelos al ser muy complejas de destruir.

Por su algoritmos de embebido en espaciales y frecuenciales, las espaciales afectan los vértices de la malla mientras que las frecuenciales aplican operaciones matemáticas tales como la convolución para embeber información dentro del modelo. Esto, basado en las marcas de agua existe un documento de Chang-Min y Din-Chang (2007), que hablan de las tecnologías para la marca de agua en modelo 3D. Se Menciona su división entre frágiles y robustas como se usan las diferencias entre cada una y los usos que se les dan como públicas y privadas.

Enfocado a las marcas de agua ciegas que no requieren el modelo original para la obtención de la malla para mallas triangulares con una detección de vértices en 3D aquí se menciona la gran urgencia que se tiene de salvaguardar la integridad y proteger los derechos de autor (copyright), y como usando diversos algoritmos para marcas de agua espaciales que son las que se agregan al modelos esto es cambiando geométricas o topología, menciona múltiples ataques como simplificación de polígonos corte y como el ruido causa pequeñas perturbaciones en la ubicación de los vértices de la malla (Chen-Tsung et al, 2009).

Por último, por el método de extracción que se tenga dividido en ciegas y no ciegas. Las ciegas no necesitan el modelo original para extraer el modelo lo cual es muy poco conveniente ni útil, las no ciegas no requieren el modelo original (Cummins, 2004).



## CONCLUSIONES

La información en formato digital trae consigo una inherente facilidad para realizar copias idénticas y un gran problema es el uso ilegal que se le pueda dar a la información, por ello es necesario el uso de técnicas que proporcionen protección a la información digital, en este caso modelos 3D; esto con el fin de salvaguardar los derechos de sus propietarios, entre los cuales destaca el uso de marcas de agua.

Las principales ventajas de las marcas de agua son el poder verificar la integridad y autenticar los modelos, también se puede proteger al modelo ante copias ilícitas, dos puntos a favor de las marcas de agua sobre la criptografía que básicamente transforma a un lenguaje ininteligible por personas no autorizadas, en cuanto a la autenticación e integridad: en primer lugar, las marcas de agua permiten localizar que parte del modelo bajo análisis ha sido alterada, y en segundo lugar no es necesario que los modelos adopten un formato específico que contemple el transporte de datos adicionales de seguridad sino que estos se insertan en el propio modelo.

Una de las razones por lo que es muy importante mencionar que se el aseguramiento se hace a la malla y no del modelo, es por los recursos computacionales requeridos entre uno y otro, esto es si se intenta asegurar las integridad del modelos es necesario contemplar todas las características que componen a los modelos esto es color, textura, incidencia de luz, formas etc. Esto implica gran cantidad de información y al tratar de proteger esa gran cantidad de datos es necesario enormes recursos computacionales; procesadores más rápidos, mayor cantidad de memoria y discos más grandes para almacenar la información todo esto implica un mayor gasto monetario.

Al proteger la malla y no al modelo 3D se reduce la cantidad de información manejada, esto implica menores recursos de computo, al ser menor información también es menor la cantidad de datos a proteger, lo cual permite satisfacer los objetivos que tiene una marca de agua estos son: transparencia; esto es que al insertar los datos ocultos no se debe deteriorar ni afectar la calidad percibida del objeto, recuperar datos insertados; como su nombre lo dice es poder recuperar es este caso la marca de agua para saber si ha sufrido alteraciones o no, tasa binaria de inserción de datos que es la cantidad porcentual de información que puede ocultarse de un objeto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadal, E. (2001). Sistemas y servicios de información digital. España. Editions universitat de Barcelona.
- Benedens, O. (1999). Geometry-Based watermarking of 3D models. IEEE, CG&A, Pp. 46-55.
- Bidgoli, H. (2006). Handbook of information security. USA. John Wiley Sons.
- Corsini, M.; Drelie, E.; Ebrahimi, T. y Barni, M. (2006). Watermarked 3D mesh quality assessment. Documento en línea. Disponible en: [http://infoscience.epfl.ch/record/87357/files/Corsini2006\\_1454.pdf](http://infoscience.epfl.ch/record/87357/files/Corsini2006_1454.pdf). Consulta: 09/11/11.



- Chang-Min, C. y Din-Chang, T. (2007). Technologies for 3D model watermarking: a survey. Documento en línea. Disponible en: <http://digilib.unsri.ac.id/oai/computer-science/technologies-for-3d-model-watermarking-a-survey/mrdetail/1185/>. Consulta: 03/02/12.
- Chen-Tsung, K.; Shyi-Chyi, C.; Da-Chun, W. y Chin-Chun, C. (2009). A blind robust watermarking scheme for 3D triangular mesh models using 3D edge vertex detection. Asian Journal of Health and Information Sciences, Vol. 4, No. 1, Pp. 36-63.
- Cummins, J. (2004). Steganography and digital watermarking. United Kingdom. The University of Birmingham.
- Eshraghi, M. (2007). 3D watermarking robust to accessible attacks. Belgica. ImmersCom'07.
- Faxin, Y.; Zheming, L.; Hao, L. y Pinghui, W. (2010). Three-Dimensional model analysis and processing. Alemania. Springer-Verlag.
- Li, L.; Pan, Z.; Zhang, M. y Ye, K. (2004). Watermarking subdivision surfaces based on addition property of fourier transform. China. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Navarro, J. (2006). Diseño asistido por ordenador. España. Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Ohbuchi, R.; Takahashi, S.; Miyazawa, T. y Mukaiyama, A. (2001). Watermarking 3D polygonal meshes in the mesh spectral domain. Canadá. Canadian Information Processing Society.
- Ohbuchi, R.; Mukaiyama, A. y Takahashi, S. (2002). A Frequency-Domain approach to watermarking 3D shapes. Germany. Eurographics.
- Paquette, A. (2007). Computer graphics for artists: an introduction. United Kingdom. Springer-Verlag London.
- Stewart, J.; Tittel, E. y Chapple, M. (2008). Certified information systems security professional study guid. USA. Wiley
- Torres, H. (2005). El sistema de seguridad jurídica en el comercio electrónico. Perú. Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Vince, J. (2006). Mathematics for computer graphics. USA. Springer London Dordrecht Heidelberg.