



Universidad de San Carlos  
de Guatemala



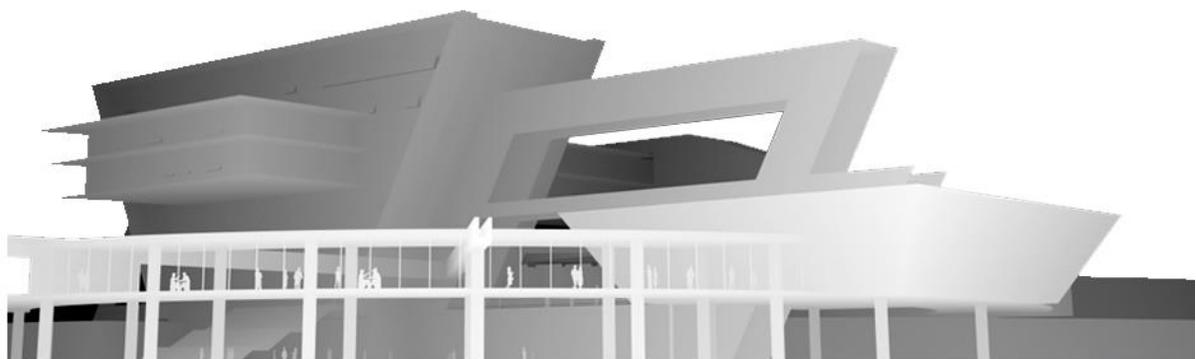
Guatemala, Octubre del 2013

# Técnicas de Visualización Digital Estereográfica en Arquitectura

Presentado por:  
Alvaro Enrique Peralta Ramirez  
para optar al título de Arquitecto



FACULTAD DE  
ARQUITECTURA



Egresado de la Facultad de Arquitectura  
de la Universidad de San Carlos

# **MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA**

**2do. SEMESTRE 2013**

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Vocal I	Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea
Vocal II	Arq. Edgar Armando López Pazos
Vocal III	Arq. Marco Vinicio Barrios Contreras
Vocal IV	Br. Carlos Alberto Mendoza Rodríguez
Vocal V	Br. José Antonio Valdés Mazariegos
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón

## **Terna Examinadora**

Decano	Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
Secretario	Arq. Alejandro Muñoz Calderón
Asesor	Arq. Fernando Ávila Estrada
Consultor	Arq. Edgar Armando López Pazos
Consultora	Dra. Arqta. Sonia Mercedes Fuentes Padilla

# ACTO QUE DEDICO A:

---

## **DIOS**

Mi Padre celestial, Diseñaste un plan perfecto para mi vida, gracias por todas tus bendiciones y estar conmigo en todo momento, has sido mi inspiración para amar a los demás, dar lo mejor y esforzarme cada día. Sin tu presencia nada tendría sentido en esta vida.

## **Mi Mamá**

Madrecita este logro está dedicado especialmente a usted por ser un fruto de su esfuerzo, dedicación, su gran amor y por creer en mí. El tiempo y la distancia no han sido obstáculo para demostrarme su apoyo incondicional, llegamos a esta meta juntos y Dios primero compartiremos muchos más logros. ¡GRACIAS MADRE LINDA, LA AMO CON TODO MI CORAZÓN!

## **Mi Papá**

convivimos juntos pocos años, pero aprendí de ti la generosidad, gracias por darme la vida, y especialmente por la familia tan hermosa que me dejaste. †

## **Mi Hijo**

Adrián, sé que ahora solo tienes 3 añitos, pero cuando crezcas, al leer estas palabras sabrás que me inspiras cada día a dar lo mejor de mí en todo sentido; además de ser tu papá, seré tu mejor amigo para toda la vida, así como mi mama lo hizo conmigo yo me esforzare cada día para darte lo mejor. Gracias por estar en mi vida, TE AMO INMESAMENTE HIJO.

## **A mi Hermana**

Lucky, sé que no ha sido fácil estar sin nuestra mamá, por lo que te quiero agradecer tu apoyo todos estos años, que te preocupaste, me cuidaste, y aún lo haces como buena hermana, siempre estaré ahí para ayudarte en lo que necesites. Te quiero Mucho.

## **Mis sobrinos**

Gerson y Javier (Gordo), ustedes son mi familia más cercana, siempre los apoyaré en lo posible para que salgan adelante y trataré de ser un buen ejemplo para sus vidas.

## **Queridos Tíos**

Tía Angélica y tío Rolando, gracias por abrir las puertas de su hogar y tomarme como un miembro más de su familia. Les agradezco su paciencia y el apoyo en todos estos años, siempre contarán conmigo. ¡Mil gracias!

## **Mis Familiares**

Gracias a todos mis tíos y tías, primos, primas, por nombre, porque de una u otra manera nos apoyamos como familia para salir adelante. Un agradecimiento especial a mi tía Letty por su apoyo, Alejandro Urbina y Willy Urbina.

## **Mis Amigos**

Marvin Peralta, más que un amigo te considero como mi hermano. Gracias por tus palabras de apoyo y fe en mí. También gracias a todos mis amigos y a mis compañeros de estudio que nos apoyamos en este camino: Linda Paola, Ofelia Carrillo, Claudia Méndez, Yairin Méndez, Priscila Marroquín, Marvin Palencia, Carlos Chivichón, Ernesto Granados, gracias por su sincera amistad.

## **A la Facultad de Arquitectura de la universidad de San Carlos**

Por brindarme la oportunidad de educarme y formarme en esta prestigiosa casa de estudios.

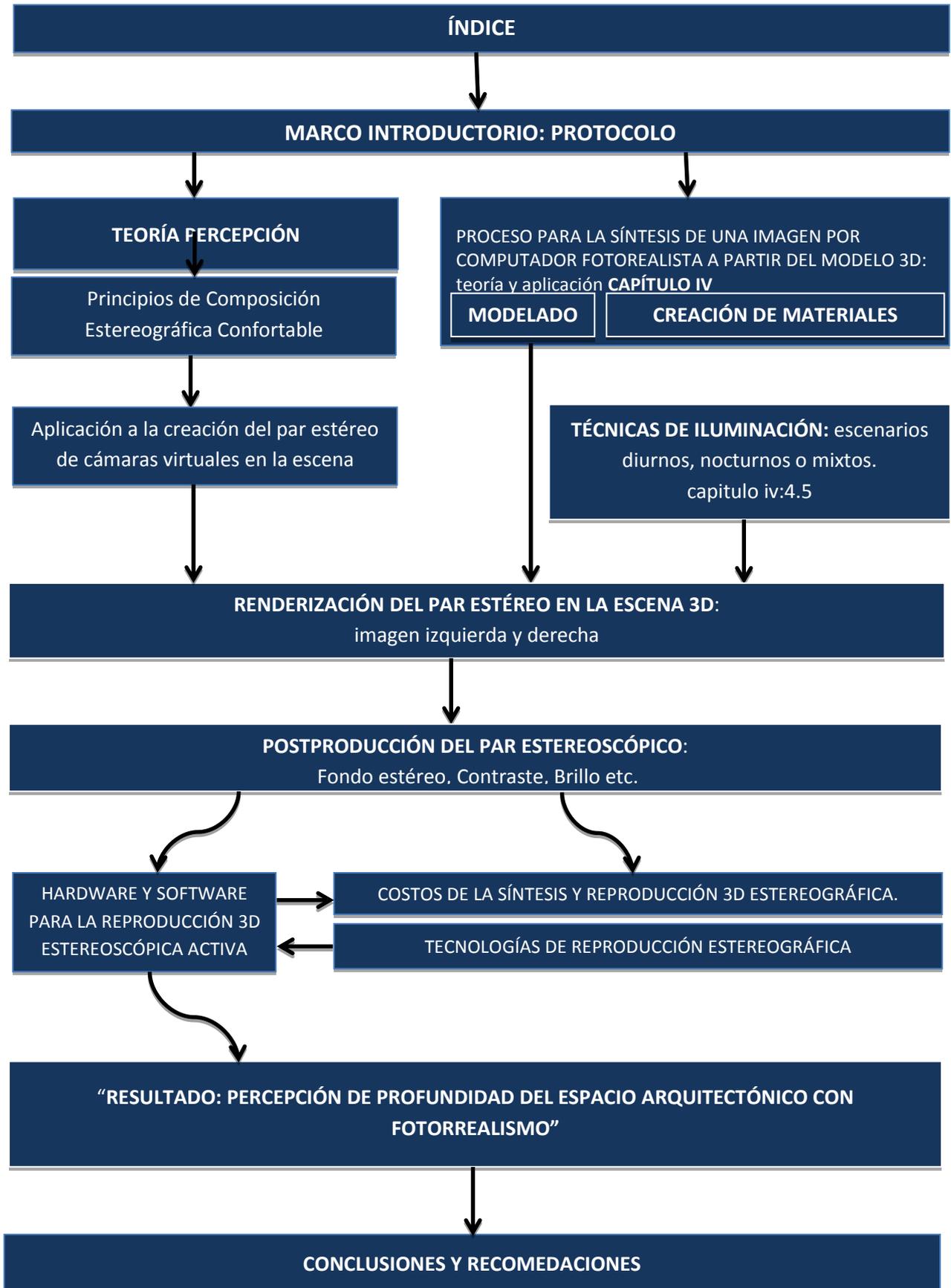
Agradecimientos especiales al Arq. Fernando Ávila por su amistad, apoyo y Visión hacia el futuro, que sé, siempre ha tenido. A mis asesores Dra. Arq. Sonia Fuentes y Arq. Edgar López, por acompañarme en el desarrollo de mi proyecto de graduación, pero más importante aún su amistad. Muchísimas gracias también al Arq. Fernando Farfán, por tomarse el tiempo de revisar mi tesis y más aún por su amistad sincera.

## **A mi país Guatemala**

Gracias, por invertir y dar la oportunidad a muchos Jóvenes, que como yo tienen deseos de superación y quieren regresar un poco de lo mucho que recibimos en esta casa de estudios, por lo que mi compromiso es colaborar con el continuo desarrollo de este hermoso país.

# Diagramación

El siguiente diagrama muestra de manera muy general cómo fue estructurado el tema a desarrollar, en cuanto a la aplicación práctica del mismo dentro del campo de la visualización arquitectónica.



# ÍNDICE GENERAL

## CAPÍTULO 1- Protocolo

---

### 1.0 Planteamiento Inicial

1.1 Introducción.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3 Justificación.....	6
1.3.1Ventajas de la Visualización Digital.....	6
1.4 Objetivos	
1.4.1 Objetivo Generales.....	8
1.4.2 Objetivos Específicos.....	8
1.4.3 Objetivos Complementarios.....	8
1.5 Hipótesis.....	9
1.6 Definición del problema.....	10
1.7 Delimitación del Tema.....	10
1.8 Metodología.....	11

## CAPÍTULO II –Marco Histórico

---

### 2.1Breve Historia de las Gráficas por Computadora

2.1.1 Orígenes de las gráficas por Computadora.....	14
2.1.2 Tabla 1 Resumen.....	14
2.1.3 Visualización 3D por computadora.....	15
2.1.4 Tabla 1 Continuación.....	15

### 2.2 Breve Historia de la Estereoscopia

2.1.5 Era Moderna de la Estereoscopia.....	16
2.1.6 Era Digital de la Estereoscopia.....	16
2.1.7 Tabla Resumen.....	18

## CAPÍTULO III –Marco Teórico Conceptual

### 3.1Teoría de la percepción de Profundidad (realismo)

#### 3.1.1 Modelos Teóricos:

3.1.1.1.Tabla Resumen de Modelos Teóricos.....	19
--	----

#### 3.1.2 Indicios Monoculares y Binoculares de Profundidad.

3.1.2.1. Indicios monoculares (pictóricos).....	20
3.1.2.2. Indicios Binoculares (disparidad retinal).....	23



<b>3.2 Realismo en gráficas por Computadora</b>	
3.2.1 Realismo Físico.....	24
3.2.2 Foto-realismo.....	25
3.2.3 Realismo Funcional.....	25
<b>3.3 Ciencias Aplicadas en la Visualización Digital (VD)</b>	
3.3.1 Óptica Geométrica.....	26
<b>3.4 Aplicaciones de la Visualización Estereográfica</b>	
3.4.1 Arquitectura.....	27
3.4.2 Industria Cinematográfica.....	29
3.4.3 Diseño Industrial.....	30
3.4.4 Industria Automotriz.....	31
<b>3.5 Síntesis de la Imagen DigitalEstereográfica</b>	
<b>3.5.1 infraestructuratecnológica CGI.....</b>	<b>32</b>
TablaHardware del sistema GráficoEstereoscópico.....	33
Pipeline de GráficosEstereoscópico.....	34
Software de visualización 3D.....	35
<b>3.5.2 Interfaz de Programación de Aplicaciones API's</b>	
Direct 3D (Windows).....	37
OpenGL (SGI).....	37
<b>3.5.3 El proceso de síntesis de la imagen digital.....</b>	<b>37</b>
Componentes: Geometría, Datos de superficie y Datos Fotométricos.....	39
<b>3.6 Simulación del transporte de la luz</b>	
3.6.1 La ecuación del Rendering.....	40
3.6.2 Métodos de solución.....	41
3.6.3 Modelos de Reflectancia (BRDF).....	42
3.6.4 Utilización de las BRDF en visualización arquitectónica.....	45
3.6.4 Árboles BSP: estructuras para visualizar y acelerar gráficos.....	46



# CAPÍTULO IV- Procedimiento para crear una imagen Arquitectónica fotorrealista estereográfica.

---

## 4.1 procedimiento para la síntesis de una imagen foto-realista

### 4.2 Ajustes Iniciales de Pantalla

Ajuste de Gama del Monitor.....	47
Tipos de Pantallas.....	47

### 4.3 Creación de volúmenes básicos

Modelado orientado a la arquitectura.....	48
Primitivas Básicas.....	48
Creación de Volúmenes con un programa CAD.....	49
Almacenamiento 3D.....	53
Programas usados en esta tesis.....	55

### 4.4 Creación de Materiales arquitectónicos

Propiedades de los materiales.....	56
El editor de Materiales.....	57
Procedimientos para Creación de Materiales.....	66

### 4.5 Técnicas de iluminación y aplicación de estereogramas

Escenarios Diurnos.....	70
Escenarios Nocturnos.....	71
Escenarios Mixtos.....	72

### 4.6 Escenarios Diurnos

<b>4.6.1 Escenario Diurno Interior (diseño minimalista)</b> .....	73
Iluminación Directa.....	73
Iluminación Indirecta.....	75
Fondo de escena (entorno).....	79
Render y Autoestereograma.....	81
<b>4.6.2 Escenario Diurno Exterior (casas en serie)</b> .....	83
Proceso General.....	83
Iluminación Directa.....	83
Ajustes Individuales.....	84
VRayobjectproperties.....	85
Fondo de Escena.....	87
Autoestereograma.....	88
<b>4.6.3 Escenario Diurno interior + iluminación interior artificial</b> .....	89
Iluminación Solar indirecta (plane).....	90
Iluminación Artificial indirecta(planelateral).....	90
Iluminación Artificial tipo “sphere”.....	91
Iluminación Artificial IES.....	92
Iluminación Auxiliar interior (plane).....	94



<b>4.7 Escenarios Nocturnos (Remodelación Fachada)</b>	
<b>4.7.1 Escenario Nocturno Exterior</b> .....	95
Procedimientos Generales.....	97
Aplicación de Técnicas Anteriores.....	98
Iluminación en Fachada.....	98
Fondo de escena e iluminación Global.....	100
Imagen SBS y Autoestereograma.....	102
<b>4.8 Escenarios Mixtos ( Ejemplo : Teoría de la forma)</b> .....	103
Iluminación Basada en Imagen.....	104
Iluminación interior-Exterior.....	106
Iluminación No detallada.....	107
Iluminación más detallada.....	108
Iluminación con VRaylightMtl.....	111
Render y Autoestereograma.....	113
<b>4.9 Etapa de Renderización</b>	
<b>4.9.1 Motores Comerciales de Renderización</b>	
Tabla Resumen de motores comerciales: Vray y otros.....	114
Métodos de cálculo:Exactos y aproximados.....	115
<b>4.9.3 Aplicación del Motor Vray</b>	
Plug-in V-Ray.....	116
Macroscript SolidRock.....	121
Menú principal.....	121
Ajustes según tipo de escena.....	122
Resolución.....	122
Calidad del render.....	123
Menús de configuración.....	124
Grabación y reutilización de Mapas.....	128
<b>4.10 Proceso de Postproducción Estereoscópico</b>	
Formatos de imagen estereoscópica.....	129
Efecto de Destellos.....	131
Edición de Fondo.....	133
Características del fondo de la escena.....	134
Resolución y DPI de la imagen.....	135
Ajustes de la imagen.....	136



# CAPÍTULO V –Composición Estereográfica-

---

## 5.1 Componentes

Esquema General del proceso.....	139
Componentes.....	140
Regiones de proyección estereográfica.....	140
Parallax.....	141
Cámaras Estereoscópicas.....	142

## 5.2 Composición estereoscópica comfortable

Espacio Virtual Estereoscópico.....	146
Espacio Real de Proyección Estéreo.....	147
Fórmulas para Proyección Estéreo.....	148
Zonas de confort estereográfico.....	149

## 5.4 Creación del par estereoscópico en 3Dmax Design

Esquema General.....	151
Método Convencional.....	152
Scripts estereoscópicos 3Ds max.....	159
Aplicación en escena Exterior.....	162
Análisis de las zonas de confort.....	165
Composición del fondo estereoscópico.....	167
Aumento de la zona de confort.....	169
V-ray Stereoscopic helper .....	170
Aplicación VRaystereoscopic helper.....	172

## 5.5 Creación de Autoestereogramas RDS “ojo Mágico”

Principios del Auto-estereograma RDS.....	175
Técnicas de visualización RDS.....	176
Creación Autoestereograma RDS.....	176
Stereogramcreator.....	180
Autoestereograma RDS.....	181
Autoestereograma SBS.....	182
Técnica de Visión Cruzada.....	183

# CAPÍTULO VI -TECNOLOGIA DE VISUALIZACION ESTEREOCOPICA-

---

## 6.1 Sistemas de Proyección estereográfica

Proyección Activa y pasiva.....	184
Autoestereoscopia.....	185
Estereografía en tiempo real.....	186
Holografía.....	187



# CAPÍTULO VII -Costos CGI-

---

## 7.1 Costos en CGI desíntesis y reproducción estereográfica

Hardware y software.....	189
Estación de trabajo estereoscópico.....	188
Producción de una Imagen estereoscópica.....	190
Costos para la reproducción pasiva.....	193
Costos para la Reproducción activa.....	196
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>198</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>200</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>201</b>

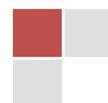


2013

# Capítulo I

## Protocolo

El Capítulo I de la presente tesis, sienta los fundamentos para el desarrollo y justificación del tema por lo que en el presente capítulo se desarrollan los puntos necesarios para darle validez a la misma.



# TÉCNICAS DE VISUALIZACIÓN DIGITAL ESTEREOGRÁFICA EN ARQUITECTURA

---

## 1. Planteamiento Inicial



### **Introducción:**

Los avances tecnológicos en el desarrollo de los procesadores, las comunicaciones multimedia en formato digital entre otros, han propiciado en las últimas décadas el desarrollo de los sistemas digitales computacionales de bajo costo y alta eficiencia, propiciando al mismo tiempo para los desarrolladores de aplicaciones en el entorno digital un Hardware que soporte las mismas y a los

clientes potenciales el uso de estas herramientas.

La **CGI** por sus siglas en inglés “computer generated images” o imágenes generadas por computadora tienen muchos campos de aplicación, pero en la arquitectura tiene un gran potencial, por lo que ha tenido una gran aceptación entre profesionales y estudiantes del ramo de la arquitectura e ingeniería para comunicar ideas y conceptos por su nivel de realismo y versatilidad.

El Tema de las imágenes estereoscópicas ( dos imágenes) ha ido evolucionando con nueva tecnología y aplicaciones en nuestra era, en los últimos años ha encontrado el soporte ideal para ser producido y reproducido a gran escala con la tecnología de los televisores en 3D plasma, LCD o LED en conjunto con los reproductores de alta capacidad de almacenamiento como el Blu-ray disc, han propiciado esta nueva era digital en 3D, y se debe aclarar que este término se utiliza para identificar una imagen estereográfica (3D), lo que se entiende por la reproducción de dos imágenes al mismo tiempo (tecnología pasiva) o la reproducción de dos imágenes secuencialmente (tecnología activa) lo cual se utiliza para generar la percepción de profundidad con dos imágenes con un ángulo similar a nuestra visión binocular.



## 1.2 ANTECEDENTES DE LA VISUALIZACIÓN ARQUITECTÓNICA:

---

### **La visualización arquitectónica convencional:**

Durante muchos años se ha utilizado diferentes técnicas de presentación utilizando instrumentos y la mano alzada de una forma técnica-artística la cual se basa en la perspectiva, proyecciones ortográficas entre otras, de esta disciplina aprendemos los conceptos básicos de la percepción visual que nos dan una base sólida para comprender las simulaciones digitales.

### **La visualización arquitectónica por medios Digitales:**

Estas técnicas son relativamente nuevas y han venido paralelamente al desarrollo del hardware y software que las hace posible, en el medio de la arquitectura principalmente se empezó a utilizar en el espacio 2D lo que permitió pasar del lápiz y papel a la representación vectorial de líneas por medios digitales, esto permitió reducir tiempos de diseño y dibujo y con mucha más exactitud que con instrumentos convencionales.

### **La visualización arquitectónica estereográfica Digital:**

Posteriormente se integraron a los programas existentes algoritmos y comandos que hacen posible representar un objeto en sus 3 dimensiones (x,y,z,), haciendo posible visualizar la volumetría de un objeto en tiempo real y con diferentes técnicas como una vista ortográfica o en perspectiva, esta capacidad fue aprovechada para experimentar con sistemas como la realidad virtual en un sistema estereoscópico individual, que aunque daba la sensación de profundidad y texturas aplicadas a los objetos, no poseía algoritmos de simulación del comportamiento de fotones, la unidad elemental de la luz, que nos hace percibir que un objeto es real por sus características físicas particulares y ante otros objetos en función de su interacción con el medio lumínico que lo rodea.

### **La visualización arquitectónica foto-realista por medios Digitales:**

El próximo paso lógico era desarrollar y aplicar algoritmos que permitieran la simulación tan compleja del comportamiento de la luz, complementado con técnicas apropiadas y el software que lo soporte se ha logrado la iluminación, materiales y texturas realistas, agregándose en los últimos años la percepción de profundidad por medio de imágenes estéreo, las cuales se hacen más factibles implementarlas en la educación y otras áreas, en la medida que este tipo de tecnología se fabrica a grandes escalas y baja su costo.

Estas técnicas y algoritmos han avanzado a tal grado que permiten gran exactitud en la representación geométrica del objeto arquitectónico, texturas e iluminación en tiempo casi real en relación al espectador a través de cámaras virtuales que tienen parámetros de control como una real.

En este sentido existen tutoriales y documentos dispersos que abarcan cada tema por separado ***no existiendo un documento enfocado a la producción de visualizaciones estereográficas en arquitectura, que abarquen los subtemas de interés en una sola estructura ordenada y clara, que conforman un conocimiento integral en el área de generación de imágenes por computadora aplicada como herramienta de visualización***



***foto-realista de objetos arquitectónicos que además utiliza la capacidad de percepción de profundidad del espacio del ser humano por medio de la visión binocular.***

Entonces surge la pregunta: ¿Qué puede aprender el Docente con este documento de apoyo al aprendizaje de estas herramientas digitales?

- ✓ **Historia de la visualización por computadora**
  - Visualización 2D
  - Visualización 3D
  - Visualización Estereográfica
- ✓ **Conceptos y Definiciones:**
  - Teoría de la percepción de Profundidad (en inglés “cue theory”, aun en exploración).
  - Visión Binocular (estereopsis) en el ser Humano.
  - Tecnologías de visualización Estereoscópica.
  - Características del Hardware para Generar Imágenes estereoscópicas
- ✓ **Software dedicado a visualizar y modelar.**
  - Descripción de los principales motores de renderización. V-ray, indigo, maxwell render, Nvidia Mental Ray.
  - Descripción y Aplicación de modelado básico con Autocad
- ✓ **Técnicas para iluminar escenas interiores y exteriores**
  - **Marco teórico comportamiento y características de la luz artificial**
  - **Simulación de Iluminación Artificial**
    - Iluminación Directa, indirecta, difusa etc.
    - Iluminación Exterior Artificial
    - Iluminación Interior Artificial
  - **Simulación de luz Diurna**
    - En interiores (Directa y difusa)
    - En exteriores (Directa y difusa)
- ✓ **Técnicas de Creación de Materiales en Arquitectura:**
  - Marco Teórico comportamiento de los Materiales ante la luz (BRDF o BSDF)
  - Procedimientos básicos de creación de materiales.
- ✓ **Técnicas para la Creación de una imagen estereográfica**
  - Autoestereogramas tipo “ojo Mágico”
  - Creación del par de imágenes estereoscópicas.
  - Formatos de reproducción estereográfica SBS y anaglifas principalmente.
- ✓ **Sistemas de Reproducción de una imagen estereográfica**
  - Reproducción pasiva
  - Reproducción pasiva
  - Pantallas auto estereoscópicas
  - Reproducción anaglifa
- ✓ **Costos:**
  - *Costos de software y Hardware.*
  - *Costos de la tecnología para proyección estereoscópica*
  - *Costos de producción de una imagen estereoscópica y convencional*



Es por ello que la intención de este documento es complementar los conocimientos adquiridos en las asignaturas de Dibujo Geométrico, Técnico, Constructivo, natural y presentación 1 y 2 que al mismo tiempo sirva como base conceptual para otras áreas contempladas dentro de la red curricular.

Actualmente, por medio de encuestas se ha detectado un alto porcentaje de los estudiantes de la Facultad de Arquitectura tienen poco conocimiento de cómo se podría generar una visualización arquitectónica fotorrealista; aunque muchos catedráticos se oponen a la idea de la utilización de la computadora para la presentación de proyectos arquitectónicos debemos tomar en cuenta que el enfoque del mismo es **la visualización foto-realista estereográfica de anteproyectos de arquitectura** y en ningún momento limitará nuestra creatividad, o reemplazará nuestra psicomotricidad ya que antes de iniciarse a realizar cualquier procedimiento por computadora el estudiante hace uso de sus habilidades aprendidas para bosquejar sus ideas de la forma y función de un complejo u objeto arquitectónico.



### 1.3 JUSTIFICACIÓN

---

Basado en el reglamento de Graduación de la Facultad de Arquitectura en el Capítulo II, artículo No. 7, será un aporte de producción de conocimiento en el área específica de Medios de Expresión como apoyo a la docencia, pero cualquier persona interesada en el tema podrá hacer uso y aplicar el conocimiento desarrollado en este documento para sus propios proyectos. En este aspecto los documentos que existen tratan fundamentalmente sobre la representación gráfica del espacio arquitectónico por computadora y no incluyen el desarrollo técnicas de visualización estereográfica complementadas con técnicas de iluminación, texturización y creación de materiales para la visualización fotorrealista de un anteproyecto de arquitectura lo cual ante una representación visual digital sin estas técnicas de un objeto arquitectónico presenta grandes diferencias visuales, así mismo ningún documento enfatiza la utilización de la tecnología de imágenes estereoscópicas que pueda visualizar dos o más personas simultáneamente y generar la misma con recursos tecnológicos económicamente factibles para aplicarla como medio de enseñanza, expresión y visualización de los espacios arquitectónicos propuestos.

Así mismo también da otro enfoque a la enseñanza de la expresión gráfica, que hace algunos años está sufriendo una transformación valiéndose de los recursos de la tecnología actual, en las que se darán las explicaciones claras y ordenadas. Este documento de apoyo no pretende substituir las clases presenciales y mucho menos substituir al docente, este documento busca complementar la tarea de enseñanza del docente, apoyándose en el uso de la tecnología de punta que es actualmente aplicable a la arquitectura.

Siendo la arquitectura una combinación de arte, ciencia y técnica combinadas para la creación de espacios a ser consumidos y habitados, en función de las necesidades humanas; el diseño es un proceso lógico para llevarlas a cabo. Se hace necesario entonces, que toda persona involucrada en el proceso de diseño, tenga una forma clara y precisa de impacto visual así como también la comprensión del espacio por medio de la percepción de profundidad para representar la arquitectura que propone en sus proyectos con la tecnología actual.

Bajo estos pensamientos la investigación en esta tesis de grado se hace importante, por cuanto explora las posibilidades que la visualización estereográfica foto-realista ofrece; sus usos y su aplicabilidad en la Arquitectura.

Puesto que también la demanda del uso este tipo de tecnología también va en aumento. Es lógico también pensar que los contenidos en 3D también van en aumento. (La visualización estereográfica es remunerada por lo menos de un 30%-50% más que la convencional por su impacto visual y en producción cinematográfica un minuto en 3D puede costar decenas de miles de dólares.) Esto abre nuevas oportunidades de trabajo para el arquitecto interesado en la visualización digital.



En Arquitectura, ¿Qué ventajas representa la visualización arquitectónica generada por computadora?

Gracias a la evolución de estos programas, se ha podido adherir una tercera dimensión a las representaciones de los diseños. Las **simulaciones 3D** han permitido:

- visualizar de mejor manera los proyectos propuestos,
- poder validar con mayor facilidad nuestros diseños
- comunicarse de mejor manera con nuestros clientes, entre otras ventajas.

Actualmente, el uso de modelos tridimensionales se ha vuelto cada vez más habitual dentro de la producción arquitectónica.<sup>2</sup>

**En la imagen inferior Modelo 3d con transición de volumen a texturas**



<sup>2</sup> **Esteban Campos, Profesor de CDC Academia Limitada.**

*Arquitecto Universidad de Chile*

*Autodesk Certified Instructor 2012*

*Profesor Diplomado en Arquitectura Digital*



## 1.4 OBJETIVOS

---

### 1.4.1. OBJETIVO GENERAL

***Generar un documento de apoyo a la docencia para facilitar al estudiante visualizar y presentar un proyecto arquitectónico con foto-realismo y percepción de profundidad*** que faciliten la idea de comunicar, validar y entender al máximo el o los espacios arquitectónicos propuestos.

### 1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- conocer y aplicar las técnicas básicas de modelado digital para producir maquetas digitales de objetos arquitectónicos.
- Conocer y aplicar las técnicas de visualización foto-realista por software con el motor de renderización V-ray.
- ***Conocer y aplicar técnicas producción de imágenes estereográficas digitales.***
- conocer y aplicar técnicas de iluminación en diferentes ambientes de iluminación ya sean diurnos, nocturnos o mixtos.
- transmitir ideas de un espacio arquitectónico con una visualización y percepción de profundidad más realista que de otra forma solo con maquetas o el proyecto real construido es posible percibirlos.
- enriquecer propuestas anteriores de la inclusión de cursos de presentación digital en el pensum de arquitectura



## 1.5 HIPÓTESIS

---

### Elaboración de hipótesis

“ Como parte del marco conceptual, y teniendo como referencia las interrogantes formuladas en el planteamiento del problema y los objetivos de la investigación, se derivan las hipótesis o respuestas claves, las cuales expresan las relaciones causales que se pretenden contestar, verificar o rechazar para el caso de las investigaciones analíticas o explicativas.

En las investigaciones de tipo exploratorias o descriptivas, si bien no es necesario formular un cuerpo de hipótesis estructuradas como relaciones causales de asociación, podrían tener hipótesis formuladas como supuestos o resultados que se esperaría encontrar; tan solo se plantearía la necesidad de describir el fenómeno frente a la ausencia de conocimientos previos. “<sup>3</sup>

Sobre la base de lo anteriormente expuesto, el presente trabajo se ubica como una investigación de tipo descriptiva que pretende explicar el uso de las técnicas de visualización digital foto realista estereográfica como medio de expresión que tiene y tendrá, en un futuro inmediato o mediato en la docencia de la Arquitectura y su aplicación en un proyecto arquitectónico determinado. La ausencia de conocimientos previos se manifiesta en trabajos investigativos en nuestra facultad, sin embargo son numerosos los trabajos existentes, en otras partes del mundo, en su mayoría escritos en inglés.

Así, del planteamiento del problema y los objetivos trazados, se formulan las siguientes hipótesis, si bien no son relaciones causales:

- Los conocimientos actuales en la visualización arquitectónica, hacen posible usarla en el proceso comunicación y validación del objeto arquitectónico en nuestra facultad por medio de la enseñanza-aprendizaje.
- Un conocimiento más profundo de la percepción de profundidad en la Arquitectura, hará que se replanteen conceptos sobre la capacidad perceptual espacial del ser humano y así comunicar más fácilmente ideas y conceptos espaciales y/o resolver tareas específicas del manejo espacial inherente a la actividad de crear espacios arquitectónicos.

---

<sup>3</sup> Consejo Divisional de CBS – Anexo a la “Guía para la presentación de los proyectos de investigación”, 1997.



## 1.6 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA:

---

Para las áreas de expresión gráfica lineal a mano libre o con Instrumentos, existen varios libros y documentos de apoyo que sirven como base o apoyo para que el estudiante pueda elevar su nivel de Conocimiento y obtener mejores resultados en los cursos que decide tomar. Cuando el estudiante se inicia en la visualización arquitectónica generada por computadora la información de la cual este puede recurrir en la mayoría de ocasiones puede ser de un tipo muy superficial e incompleta, y las que existen a veces tratan muchos temas pero de forma más superficial, tratando de abarcar múltiples temas en los cuales se da una base conceptual General para modelar objetos, pero **no se abarca ningún tema del procedimiento para generar imágenes con percepción de profundidad.**

Con el avance de los algoritmos que simulan la iluminación y las nuevas técnicas para generar texturas por medio de software específico y hardware supone también el problema de estar **desactualizado con las nuevas tecnologías de visualización arquitectónica** las cuales incluyen la representación estereográfica de imágenes, las técnicas de iluminación y texturización fotorrealista aplicada a la arquitectura, lo que **significaría una desventaja académica y profesional** frente a otras universidades nacionales e internacionales que han dispuesto más recursos para el área tecnológica que en su momento sería una deficiencia si no las dominamos en este medio tan competitivo y creativo como lo es la profesión de arquitecto, tema del cual no se dispone de ningún recurso teórico-práctico para su aprendizaje en la facultad de arquitectura.

## 1.7 DELIMITACIÓN DEL TEMA

---

### Alcances

El siguiente documento recopila de otras investigaciones sobre los principios fundamentales de la percepción de profundidad y síntesis de la imagen digital con el fin de obtener la base conceptual para la generación y la simulación de iluminación y texturas, lo cual facilitara la comprensión y aprendizaje en la aplicación de las herramientas digitales para la generación de imágenes con percepción de profundidad.

El principal aporte será la descripción teórica-técnica-práctica de la simulación de iluminación y texturas enfocado a la visualización estereográfica de objetos arquitectónicos fotorrealistas para presentaciones y toma de decisiones en el aspecto formal de los objetos arquitectónicos.

### Limites

Este documento trabajara la **síntesis de la visualización estereográfica digital con énfasis en técnicas de iluminación y texturización fotorrealista del objeto arquitectónico en imágenes estáticas** que también incluya la integración de todos los elementos de ambientación de un anteproyecto de arquitectura como, vegetación, personas etc. Fundamentándose en la expresión gráfica manual adquirida en todos los cursos de Medios de Expresión gráfica, para lograr una composición visual estética, involucrando al estudiante en la aprobación de estos cursos para que al momento de iniciar en las técnicas digitales a través del computador este no encuentre problema en el desenvolvimiento de las actividades propuestas por este documento; lo cual beneficiará al estudiante y catedrático en relación a la calidad de presentación, proceso de diseño y comprensión por medio de la percepción de profundidad del espacio arquitectónico.



## 1.8 METODOLOGÍA

---

**1.8.1 Investigación teórica:** En el proceso de elaboración de este trabajo, la recolección de datos se hará de la extensa cantidad de informes, generalmente en el idioma inglés (ya que en este idioma prevalecen los estudios referentes al tema de la creación de imágenes por computadora y percepción de profundidad), de revistas, libros, microfilmes de periódicos, sitios en el *Web*, y cualquier tipo de información en forma electrónica o escrita, haciendo mención de la fuente, esta información constituirá el marco teórico del presente documento. También Se identificarán aquellos subtemas que se plantean como motivos para investigaciones futuras.

Como fuentes de apoyo escrito, se tomara toda aquella literatura que ayude al proceso ordenado de la investigación, como lo son diccionarios, estudios sobre metodología de investigación, teoría del diseño en Arquitectura y manuales de preparación de tesis. Todo esto con el fin de analizar, ordenar, tomar y descartar lo investigado coherentemente con la o las hipótesis y objetivos planteados. Los temas tratados se completarán en su mayor parte, con cuadros, gráficas, fotos y figuras.

**1.8.2 investigación práctica:** se estudiarán los efectos en la percepción espacial con la ayuda del equipo adecuado que produzca el efecto de disparidad retinal para determinar la contribución en la percepción de profundidad de una imagen en comparación con otros factores indicadores también de profundidad. Así mismo los efectos que tienen en la percepción del objeto arquitectónico la utilización de técnicas de iluminación, texturización en comparación si no se utilizaran.

### **1.8.3 Aplicación práctica del documento a la docencia:**

La presente investigación se elaborara utilizando el Método Deductivo, es decir, partiendo de los conocimientos de la expresión gráfica lineal por medio de curso de Dibujo Técnico, Geométrico, constructivo, natural y presentación hasta llegar a temas específicos y puntuales como la perspectiva entre otros, para la visualización de proyectos arquitectónicos resueltos a través de recursos tecnológicos digitales.

Los procedimientos para lograr una escena fotorrealista estarán descritos y explicados por pasos y posteriormente se aplicaran técnicas de creación de imágenes estereoscópicas, constituyendo el tema central del documento.

En resumen los pasos a seguir serán los siguientes:

1. Recopilación de la información por medio de documentos digitales o escritos, como libros, revistas, periódicos referentes al tema que vendrán a constituir el marco teórico del presente documento.
2. Descripción de las técnicas de iluminación, texturización, generación de imágenes estéreo estáticas por medio de ejemplos prácticos y la teoría correspondiente a cada técnica que respalda su utilización para crear resultados fotorrealísticamente correctos.



- 2.1 De acuerdo con investigación documental y experiencias obtenidas se desarrollará la base conceptual de cada tema, los cuales forman parte integral del proceso de generación imágenes por computadora.
- 2.2 Se Analizarán las diferencias entre una escena utilizando las técnicas antes descritas y uno escena prescindiendo de las mismas.
- 2.3 Por último se propondrán ejemplos con procedimientos paso a paso para aplicar los conceptos aprendidos y las técnicas explicadas.

### 3. Determinación de costos

Los de producción de las imágenes se harán en base al mercado nacional guatemalteco y su demanda, los costos de hardware y software se harán en base a costos del mercado estadounidense sumándole impuestos para dar un total en dólares norteamericanos. El análisis de costos incluye lo siguiente:

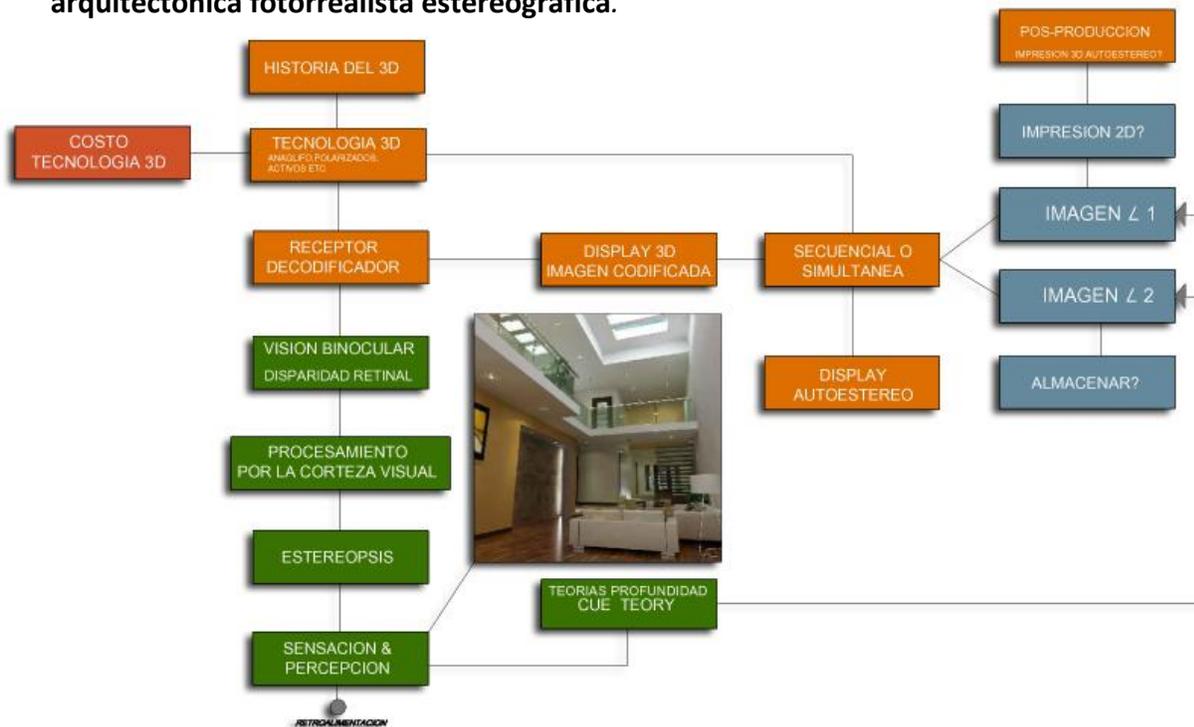
3.1 Equipo de Hardware y software para el procesamiento 3D, costo orientativo en dólares.

3.2 Equipo para la reproducción estereográfica de las imágenes en 3D, costo orientativo en dólares.

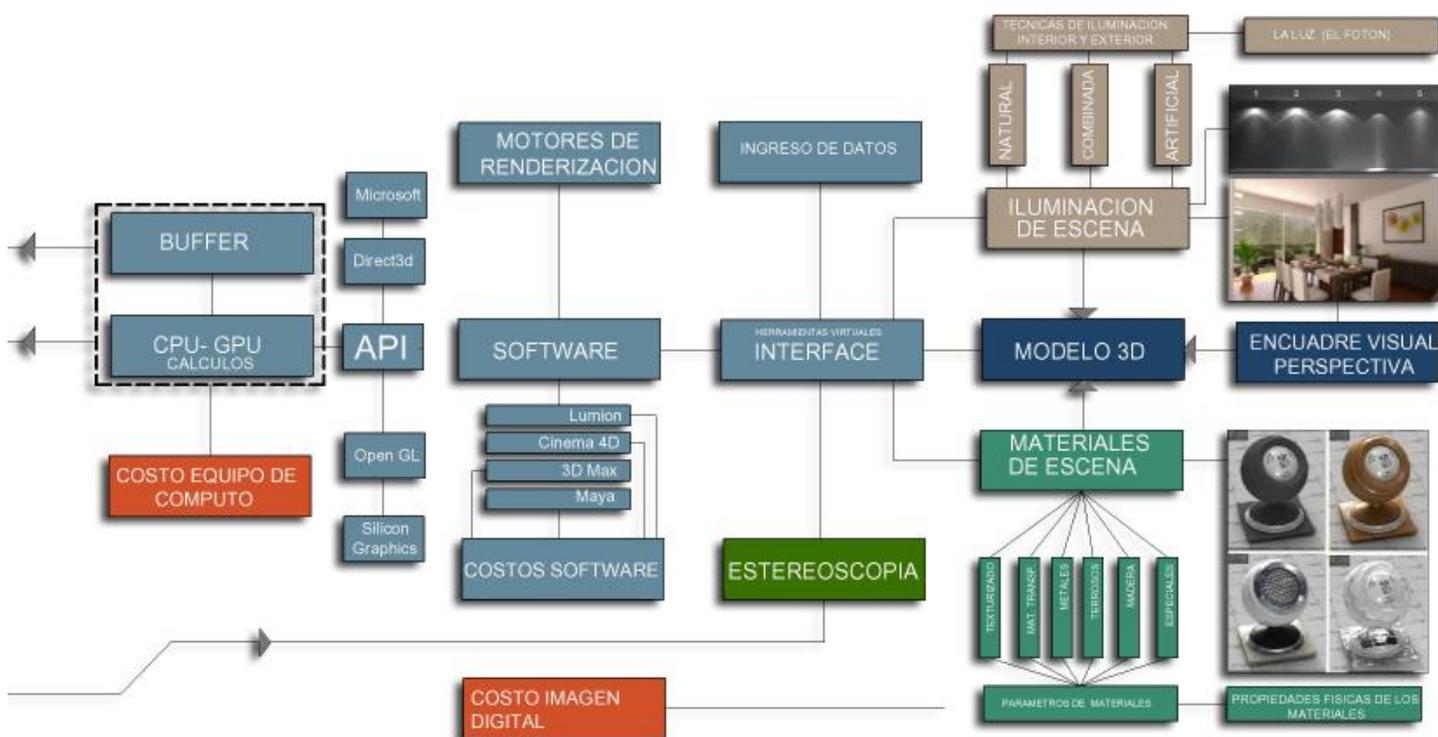
3.3 Costo del proceso de modelización, iluminación y texturización de una escena determinada incluyendo tiempos de renderización según calidad y tamaño de la visualización solicitada. Costo orientativo con precios del mercado Nacional Guatemalteco y costos probables de una presentación estereográfica en quetzales.



## Esquema General del desarrollo del documento para la visualización digital arquitectónica fotorrealista estereográfica.



continuación....



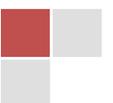
Fuente: Elaboración Propia



# Capítulo II

## Marco Histórico

En este capítulo se resume la historia y evolución de los gráficos por computadora, los cuales a través de su desarrollo han mostrado la capacidad del ser humano de desarrollar herramientas tecnológicas que permiten a la vez la evolución de otros campos científicos y artísticos en conjunto con la estereoscopia la cual había surgido décadas antes que se pudiera lograr la primera imagen por computadora, pero debido a la falta de técnicas apropiadas para su proyección tuvo un éxito repentino que se desvaneció rápidamente, para resurgir con bases más sólidas en una plataforma digital en esta era actual de la información y comunicación global.



# 2.1 Breve Historia de Las Gráficas por Computadora

## 2.1.1 Orígenes de las Gráficas por Computadora

1961 el avance en gráficos de computadora vino de un estudiante del MIT, Ivan Sutherland. Sutherland creó un programa de dibujo llamado "sketchpad". Utilizando un lápiz óptico, Sketchpad permitió dibujar formas simples en la pantalla de la computadora, guardarlas e incluso recuperarlas más adelante. La pluma de luz tenía una pequeña célula fotoeléctrica en la punta. Esta célula emite un pulso electrónico cada vez que se colocaba delante de una pantalla de ordenador e iban directo a la donde se encontraba la punta de la pluma de luz. Simplemente sincronizando el pulso electrónico con la localización actual del arma de electrones, era fácil de localizar exactamente donde la pluma estaba en la pantalla en cualquier momento. Una vez que era determinada la localización, el equipo podría llevar un cursor a esa ubicación.<sup>1</sup>

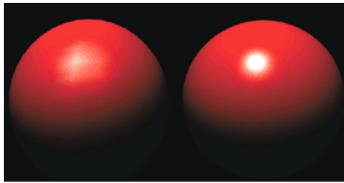
Tabla#1 Resumen de la Historia de las Graficas por Computador	
año	sucesos importantes:
1961	steve Russel crea el 1er. Juego llamado space War.
1963	creacion de varios cortos animados de indole cientifica.
1965	IBM crea la primera computadora comercial la IBM 2250.
1966	Ralph Baer crea el primer video juego comercial llamado "Odyssey". Sutherland crea el primer casco de realidad virtual llamado "the sword of damocles".
1967	la Universidad e Utah crea el primer centro de investigaciones Graficas del mundo.
1968	Ivan sutherland se une a este centro de investigaciones junto con su HMD (Head mounted display) de realidad virtual
1970	la U. de Utah crea el primer algoritmo de superficies ocultas. Se crearn compaÑias como Triple I, Lucas Film Ltda. Digital Effects, MAGI, system simulation Ltd. Entre otras.
1971	el sombreado Goraoud es propuesto por Henri Goraud. Aparece el primer microprocesador con transistores de estado solido. Se funda Atari y se crea una de las primeras PC la Altair 8800.
1972	Atari crea el juego llamado Pong.
1973	La ACM y SIGGRAPH dieron en este año su primera conferencia sobre graficas por computadora.
1974	Ed Catmull, desarrolla el texturizado por mapas, y propone el z-buffer.
1975	Mandelbrot desarrollo la teoria de los fractales la cual mas tarde seria aplicada a las graficas por computadora para generar, montañas, costas, granos de madera etc. William Gates III y Paul Allen fundan Microsoft.
1976	System simulation Ltd. Crea una secuencia CGI para la pelicula "Alien". Blinn. J. Desarrolla el "Bump Mapping",y "enviroment mapping"
1977	Aparece la hoy tan famosa "computer Graphics World"
1979	Lucas Film Ltda. Crea ILM. IBM lanza su terminal con 3279 colores
1980	IBM adopta el sistema operativo DOS de Microsoft. SIGGRAPH presenta avances en la creacion de montañas rugosas fractales. Turner Whitted publica el metodo del Ray tracing.
1981	Carpenter escribia el primer motor de render para LucasFilms, llamado Reyes.
1982	Lucas Film acuerda con Atari realizar el primer video juego de aventura basado en una pelicula. John Walker y Dan Drake con otros 11 prog. Fundan Autodesk inc. Y lanzan Autocad V.1. el Dr. Jim Clark & 7 estudiantes de estanford fundan Silicon Graphics Inc.
1983	Alias Reseach es fundada
1984	AT&T crea la EPIC (Electronic Photography and imagin Center). Se cera la compaÑia WaveFront produciendo el primer sistema comercial de animacion 3D. Se crea tambien Thomson Digital Image.
1984	Cindy Goral et al. Describe un nuevo metodo llamado "Radiosity"
1985	Tim Jeninson funda NewTek impulsando la tecnologia de graficas 3D. Autodesk sale a la luz publica
1986	Daniel Langlois funda Softimage.las CGI comienzan a ser usadas en animacion Forense. Lucas Film se divide y se crea PIXAR. Se sigue desarrollando Renderman.
1987	se crea Kleiser-Walczack compaÑia especializada en la animacion de la figura humana.

1-Sutherland, Ivan E., "Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System," AFIPS Conference Proceedings, Volume 23, Spring Joint Computer Conference, pp. 329-346, 1963.

2-Sutherland, Ivan E., "A Head-Mounted, Three-Dimensional Display," AFIPS Proceedings of the Fall Joint Computer Conference, Part I, pp. 757-764, 1968.(ver año 1968)



## 2.1.2 Visualización en 3D (x,y,z)



Gouraud

Phong

En 1970 el mayor avance en la visualización 3D (x,y,z) fue creado en la Universidad de Utah, con el algoritmo de superficies ocultas. Con el propósito de dibujar objetos 3D en una pantalla, la computadora debía determinar que superficies están “detrás” de otras desde la perspectiva del observador, estas superficies debían ser ocultas cuando la computadora creara una imagen.<sup>2</sup>Más adelante se usaron

Grillas, BVH, arboles Kd entre otros métodos. Ed Catmull crea una animación de su mano abriendo y cerrando, la cual fue la primera animación corta que en su totalidad por graficas por computadora. También otro estudiante del MIT, Fred Parkes creo una animación de la cara de su esposa. La Universidad de Utah atrajo la atención de muchas personas que querían desarrollarse en ese campo de los cuales tenemos a John Warnok que fundo Adobe systems y creo una revolución en el mundo de la publicidad con su lenguaje de descripción de página “Postscript”. Jim Clark también estuvo en la UU, el más tarde fundaría SiliconGraphics, Inc. entre otros.

Tabla#1b Resumen de la Historia de las Graficas por Computador	
año	sucesos importantes:
1988	Renderman es un estandar para describir escenas 3D. RZ.n8. fue fundada por Paul Sidlo
1989	PIXAR hace historia ganando un oscar por su film corto animado llamado "Tin Toy". Generado uando Renderman. Autodesk saca al mercado Autodesk Animator. La pelicula "El Abyss" con secuencias de CGI con Alias/2 crea nuevos estandares de realismo
1990	Microsoft saca la v.03 de windows. Autodesk crea 3D studio por Gary Yost.
1991	Disney y pixar anuncian hacer una pelicula enteramente por CGI. "Toy History". La pelicula "Terminator2" con su T-100 de Metal liquido fija nuevos estandares de realismo para las CGI.
1992	Cimena 4D un software de renderizacion es lanzado para la Plataforma Amiga.
1993	WaveFront adquiere Thomson Digital Image. ILM se une con SGI para probar probar Hardware y Software. Nintendo realiza un acuerdo para hacer una plataforma de uso del hogar de juegos de 64 bits.Nvidia es creada este año.
1994	ILM obtiene un oscar por mejores efectos especiales en "Jurassic Park". Microsoft adquiere softimage. se estrena "Toy History". Sony saca su consola Playstation. Nvidia lanza la NV1. SGI compra Alias Research,
1995	Wavefront Technologies, Cray Research & Integraph por \$600 millones.
1996	Maxon lanza Cinema4D para Windows y Mac.
1997	la pelicula "Titanic" contiene efectos de agua por CGI realistas. Nvidia introduce la RIVA128 de 128 bits.
1998	sale almercado el acelerador grafico Voodoo 2 y la Nvidia TNT. Maya 1.0 sale al mercado siendo la union de 3 lineas de software 3D. Wavefront the advanced visualizer, Thomson Digital Image explorer y Alias Power Animator.
1999	sale al mercado el primer GPU de uso Masivo el GeForce 256.
2000	Nivida adquiere los nucleos de la 3DFX. Y provee el primer GPU para la Xbox de Microsoft.
2001	Nintendo saca el Gamecube. Nvidia introduce la GeForce 3 la primer GPU programable. Sale la XBOX
2002	Nvida saca el GeForce 4Ti. Simulaciones de ropa presentadas en SIGGRAPH 2002
2003	New Tek es galardonado con un Emmy a la innovacion por su software "lightwave 3D"
2004	Nvida saca al mercado tarjetas LSI lo que permite paralelismo en los GPU elevando el desempeño drasticamente.
2005	se implementar motores de realidad fisica en los juegos y se utilizan shaders de DirectX 9.0
2006	Nvidia revela una nueva arquitectura de procesamiento en paralelo de GPU llamada CUDA y adquiere Hybrid Graphics un desarrollador de graficas 2D y 3D para dispositivos moviles.
2007	Nvidia Lanza la tarjeta Grafica Tesla con 7.1 billones de transistores con capacidad de supercomputadora.
2009	cuatro bufferes para lograr el efecto estereografico, lanzado en CES 2009. ILM encargda de los efectos especiales de "AVATAR" la mas taquillera ese año con tecnologia IMAX 3D estereoscopica.
2011	Nvidia integra en dispositivos android su procesador mobil Tegra 2, el primero de doble nucleo.
2012	Varios dispositivos mobiles cuentan con GPU de hasta 12 nucleos. Se impulsan cada vez mas sistemas estereoscopicos de Hogar en televisores, computadoras,telefonos etc. Y la Holografia proyectando Imágenes por CGI.

2-Sutherland, Ivan E., "A Characterization of Ten Hidden-Surface Algorithms ," *Computing Surveys*, Volume 6, Number 1, pp. 1-55, March, 1974.



## 2.2 Breve Historia de La Estereoscopia

---

### 2.2.1 Historia Moderna de La Estereoscopia

En 1832 el descubrimiento más importante en los comienzos de la estereoscopia moderna fue hecha por el inglés físico Charles Wheatstone (1802-1875) en el año 1832. El reconoció el principio de la fusión binocular. El principio establece que la imagen de ojo derecho y el izquierdo, cada uno tiene una ligera diferencia en la perspectiva (disparidad), estas son fusionadas en una sola imagen en el cerebro de la persona. Como una práctica aplicación para este descubrimiento, el construyó el primer estereoscopio, al cual dio su nombre. En ese tiempo solo fue posible usarlo con dibujos estereoscópicos. En el mismo tiempo la fotografía también estaba evolucionando y no fue una sorpresa que pronto se utilizara el estereoscopio con la fotografía.

Luego del descubrimiento de Wheatstone, la estereoscopia y la estereo fotografía se desarrollaron muy rápido. En este contexto, es frecuentemente mencionado que hubo una explosión en las ventas de estereoscopios, la reina de Inglaterra había visto uno en la World Expo en 1851 y halló interesante el fenómeno. Muchos inventores estaban tratando de presentar las imágenes 3D en un dispositivo menos voluminoso.

Fue Wilhelm Rollman (1821-1890) quien propuso la idea de usar un tinte diferente para cada ojo. Usando los anteojos apropiados como un código de color, solo pasaría la imagen correspondiente a cada uno de los ojos.

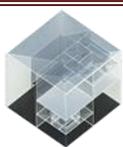
Charles D'almeida y varios años después, también Louis du Hauron tuvo la misma idea. Después se acuñó el término anáglifo. Las imágenes de anáglifo se dispersaron rápidamente, porque estos son fácilmente impresos. Así las imágenes 3D podían ser disfrutadas por cualquier persona que no pudiese comprar un estereoscopio.

Muy probablemente la primera cámara de película estereográfica fue desarrollada en 1889 por William Friese-Greene (1855-1921) junto con el ingeniero Frederick Varley.

Esa cámara tenía dos lentes, y podía exponer imágenes derecha e izquierda lado-a-lado en la película. Es todavía polémica si era una simple cámara o más probablemente una cámara de fotos tomando imágenes seriales.

El cinematógrafo, construido por los franceses Auguste y Louis Lumière, fue el primer cinema proyector del mundo. Fue en 1895 cuando se presentó por primera vez en París, usando el mismo principio de los cines actuales.

Después de la invención de la imagen en movimiento, los cines se extendieron por todo el mundo. Estudios de cine surgieron en muchos lugares y películas, especialmente cuando se filmó en 3D inspiró a las audiencias. En la década de 1920 había ya una serie de películas estereoscópicas siendo producidas. En este momento proyectaron las películas en la pantalla utilizando el método anáglifo. Unos diez años más tarde, cuando las películas a color se hicieron cada vez más populares, los problemas de rivalidad de color de las imágenes anáglifas fueron obvios.





Afortunadamente, en esa época el estadounidense Edwin H. Land (1909-1991) estaba experimentando con materiales polarizados y desarrolló el "filtro de Polaroid". La técnica de polarización probó ser muy útil para compensar los anáglifos en proyecciones estereoscópicas.<sup>3</sup>Fue una situación de suerte porque en los años 50, sucedió en los Estados Unidos que el cine 3D creció como nunca antes. Todo comenzó con el sorprendente éxito de la película estereoscópica "Bwana Devil".



Uno de los descubrimientos más importantes en estereoscopia fue hecho por el científico americano Bela Julesz en 1959. Estaba trabajando en el campo de la psicología cognitiva. Usando su autodesarrollado "estereograma de puntos aleatorios" él fue el primero en demostrar que la percepción de la profundidad espacial ocurre en el cerebro y no en los ojos. Él encontró una respuesta a una pregunta hecha por más de 2 mil años.

Durante los años 60, no hubo muchas películas 3D estereoscópicas reproduciéndose. Las personas estaban más interesadas en pantallas anchas como la tecnología de Cinemascope y también podrían ser impresionadas con multi-pantallas. En 1967 Ivan Sutherland Perfecciona su HMD (Head Mounted Display) el cual era un caso que proyectaba una imagen para cada ojo. Logrando la percepción de profundidad.

Bajo esta impresión tres ingenieros canadienses construyeron una tecnología de película de 70 milímetros- llamada IMAX (images maximum). El objetivo era llenar mejor el campo de visión del público con el fin de crear una impresión más realista. Para lograr esto, IMAX fue constantemente siendo desarrollado. Por ejemplo utilizan pantallas curvadas (IMAX Dome) y finalmente, en 1986, la tercera dimensión (IMAX 3D).

### **2.2.1 La era Digital de la Estereoscopia**

La década de los 80 fue bien conocida por grandes cambios en la industria de la televisión. Cámaras electrónicas desarrolladas recientemente habían reemplazado las populares cámaras de película de 16 mm. Como prueba de la historia del cine y TV, nuevos desarrollos siempre se probaron rápidamente con las tecnologías existentes, como estéreo 3D. Y por lo tanto los experimentos estereoscópicos con cámaras de vídeo sucedieron en esta época, por ejemplo por instituciones como NHK en Japón o Philips en los países bajos en la revolución digital, el 3D estéreo está avanzando a gran velocidad. Todos los fabricantes, así como organismos de normalización desean establecer normas lo antes posible para ocupar posiciones en el mercado.

<sup>3</sup>Deborah Klochko Barbara Hitchcock.1999 –*"Innovation/Imagination:50 Years of Polaroid Photography"*  
120 pages / Harry N Abrams.



En la década de los 90 cada vez más aparatos electrónicos pasaron de electrónica analógica a electrónica digital, (exceptuando la tecnología de las computadoras que siempre ha sido digital) siendo en la década del 2000 los estándares digitales están desarrollados y solo era cuestión de tiempo para reemplazar toda la tecnología electrónica analógica por la digital en aparatos como televisores, video cámaras, proyectores etc.

Tabla#1b Resumen de la Historia de la Estereoscopia de la era Digital	
año	sucesos importantes:
2001	MPEG inicia un grupo para la codificación en 3D. Se crea CGArchitech una revista on-line que galardona a las mejores visualizaciones arquitectónicas generadas por computadora.
2003	Las cinco empresas más grandes de electrónica japonesa fundaron el "Consortio 3D" tratando de agrupar y promover desarrollos 3D estereoscópicos en Japón e internacionalmente.
2004	La película "The Polar Express" de Warner Bros Pictures marca un acontecimiento cinematográfico como el primer largometraje de Hollywood distribuido a nivel mundial en Imax3D.
2006	"Superman Returns" se convierte en la primera película con escenas selectas convertidas en Imax3D usando tecnología de conversión digital de 2D a 3D, propiedad de Imax.
2007	La DCI's extendió más normas este año respecto a estándares para el cine digital. Ahora también incluye parámetros de proyección y distribución 3D estereoscópico.
2009	SMPTE publicó una norma para canales de distribución 3D, llamado "3D Home Master", dirigido principalmente a fabricantes de equipos originales (OEM). Este mismo año se publicaron las especificaciones para el Blu-ray 3D. HDMI es especificado como 1.4 para contenido estereoscópico. Este mismo año Nvidia saca al mercado 3D Vision una tarjeta gráfica con cuádruple buffer para poder hacer proyecciones estereoscópicas.
2010	Se estrena la película "AVATAR" en Imax3D la cual es la más taquillera de la historia con personajes reales fusionados con imágenes por computadora, la cual es muestra una vez más el impacto sobre el ser humano de la simulación de profundidad por medio de técnicas estereográficas.

### Fuentes de consulta en internet:

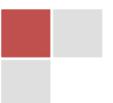
1. <http://www.imax.com/es/corporate/history/>
2. [http://www.nvidia.com/page/corporate\\_timeline.html](http://www.nvidia.com/page/corporate_timeline.html)
3. arquitectura Kepler. <http://www.nvidia.com/content/PDF/kepler/NVIDIA-Kepler-GK110-Architecture-Whitepaper.pdf>
4. <http://www.ilm.com/movies/timeline>
5. <http://www.amd.com/corporate/history/>
6. <http://www.dci.org.uk> (digital cinema initiatives)
7. [www.ibm.com/ibm/history/history/history](http://www.ibm.com/ibm/history/history/history)
8. [www.amd.com/us/aboutamd/.../timeline.aspx](http://www.amd.com/us/aboutamd/.../timeline.aspx)
9. [www.tc.umn.edu/~yahnk001/film/cinema.htm](http://www.tc.umn.edu/~yahnk001/film/cinema.htm)
10. [www.filmsite.org/filmh.html](http://www.filmsite.org/filmh.html)
11. <http://www.softimage.com/home/Press/>
12. <http://www.ausbcomp.com/a3dug/3December2012/TimeSchmime09.pdf>
13. [www.sgi.com/company\\_info/overview.html](http://www.sgi.com/company_info/overview.html)
14. <http://windows.microsoft.com/en-US/windows/history>



# Capítulo III

## Marco Teórico conceptual

Para comprender y aplicar conceptos se necesita conocer de una manera resumida la teoría básica del fenómeno en estudio, por lo cual en este apartado de la tesis se verán todos aquellos aspectos conceptuales y teóricos que intervienen en la síntesis de una imagen estereográfica realista. Se estudian conceptos tan fundamentales como la percepción de profundidad, el realismo, las ciencias que fundamentan las características a simular, las herramientas tangibles y no tangibles que han hecho posible hasta el día de hoy, crear una imagen estereográfica digital fotorealista en el contexto de su aplicación práctica para la arquitectura.



# 3.1 Teoría de los indicios de percepción de profundidad (cuetheory)

## Introducción

Es aquí donde surgen las diferentes teorías para intentar explicar cómo el sistema visual integra los diferentes indicios de profundidad en nuestro cerebro y los interpreta para esencialmente “conocer lo que vemos” y en el caso de las gráficas por computadora nos permiten tener un conocimiento previo de cómo se vería el objeto arquitectónico real en 2D y 3D, puesto que la intención de la arquitectura no solo es la apreciación visual del objeto si no también percibir las sensaciones que genera ese espacio arquitectónico al percibir sus características como su color, forma, tamaño, escala, profundidad etc. Las cuales se pueden lograr hasta cierto nivel (por las limitantes inherentes como la compresión de profundidad en sistemas estereoscópicos entre otros) a través de una representación visual estereográfica del objeto arquitectónico foto-realista generada por computador.

*La teoría del indicio sugiere que el sistema visual implícitamente calcula las distancias de los objetos en el ambiente, en base a la información de la postura de los ojos y los patrones de luz proyectados en las retinas. También es importante entender como indicios individuales de profundidad contribuyen a la percepción integral e interpretación de la información de profundidad en escenas renderizadas por computadora, es de igual importancia entender como el sistema visual integra esta información y hace una única y estable percepción tridimensional. Es también relevante considerar ya sea que la información de profundidad proveniente de los diferentes indicios es complementaria o conflictiva en la naturaleza.<sup>1</sup>*

**Tabla No.1: Resumen de Modelos Teóricos Propuestos por varios autores**

Teoría	Características
<b>Adición y Multiplicación</b> Bruno y cutting en 1988 Sollenberg en 1993	En 1988 se condujeron estudios donde se concluyó que la información de profundidad de varios indicios combinados es una fusión aditiva ponderada. Los modelos multiplicativos sugieren que los efectos de la información sinérgica de múltiples indicios son combinados en una compleja fusión. Estos sugieren que los IP interactúan con los efectos aditivos de “el más grande que” o el “menor que”.
<b>Modelo de Vetado</b> Johnston et al. En 1993	Este modelo sugiere que en ciertas situaciones el más fuerte o indicio más dominante de profundidad oculta el efecto el indicio más débil y que el efecto combinado de percepción de profundidad es equivalente a la percepción de profundidad resultante del indicio más fuerte solo.
<b>Fusión débil y Fusión Fuerte</b> Clark and Yille en 1990	El modelo de fusión débil similar al de adición sugiere que la información de profundidad es procesada separadamente por cada indicio y luego combinados en un modelo ponderado lineal que calcula el efecto en uno solo. El modelo de fusión fuerte sugiere que estos indicios no interactúan linealmente.

<sup>1</sup>Hubona, Geoffrey S. “The Relative Contributions of Stereo, Lighting and Background Scenes in Promoting 3D Depth Visualization” Virginia Commonwealth University, School of Business, Department of Information Systems.



### 3.1.2 Indicios Monoculares y Binoculares de Profundidad

Básicamente solo existen dos clasificaciones generales para los indicios de profundidad en base a nuestro sistema visual, los cuales comprenden la percepción de indicios con un solo ojo o monoculares y la percepción de indicios con ambos ojos o binoculares.

tabla No.2: Principales indicios monoculares de profundidad

Indicio Monocular	Descripción	Autor
<b>Sombras</b>	Distingue dos tipos de sombra: sombra propia y sombra proyectada. Cito cierto número de estudios demostrando que las sombras propias de un objeto pueden influenciar la <b>forma</b> de ese objeto. El uso de sombras tiene un efecto dominante en reforzar la exactitud cuándo se desarrollan las tareas de posicionamiento y cambio de tamaño.	Yonas 1979
<b>Calidad de la sombra</b>	Realizó tres experimentos para investigar los efectos de la nitidez de la sombra y la forma de la sombra, sobre la exactitud de las tareas de estimación espacial. Concluyó que aunque las sombras pueden ser una referencia útil para indicar la forma 3D del objeto, sombras suaves pueden ser perjudiciales para la determinación de la forma del objeto en ausencia de otras señales	Wanger 1992
<b>Proyección de forma con efecto cinético</b>	demonstraron que las personas pueden recuperar la forma 3D cuando ven sombras 2D de objetos en movimiento en una vista de alambre del objeto proyectado en las pantallas	Wallach y o 'Connell [1953]
<b>Factor de orientación de los objetos en la sombra</b>	Se hicieron experimentos investigando si las variaciones en la orientación de los objetos afectan la capacidad de imaginar la estructura y la forma de la sombra del objeto. Mientras más oblicua la sombra la capacidad de reconocimiento del objeto se deterioro rápidamente.	Pani et al [1996] llevó
<b>Oclusión Parcial</b>	Supera esta limitación inherente de oclusión y todavía proporciona información de profundidad. Esta, a veces se denomina el efecto <i>seda</i> , es un tipo de técnica de sombreado.	Zhai et al. [1996]

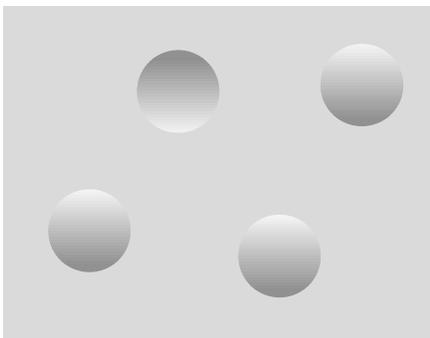


Fig.No.1

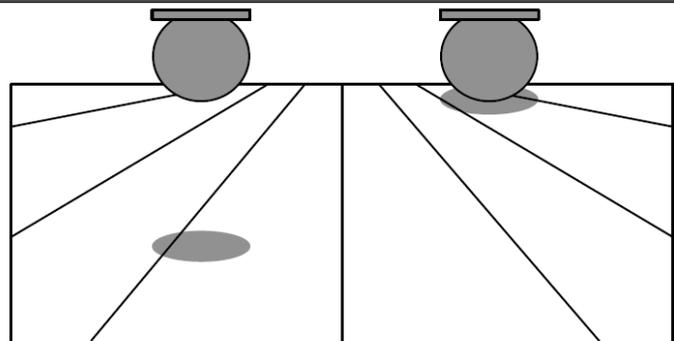


Fig. No.2

**Figura 1.** Las sombras propias influyen la forma percibida del objeto. **Figura 2.** Las sombras proyectadas influyen en la percepción del tamaño del objeto, elevación y profundidad.



Ha sido también demostrado que las sombras proyectadas por un objeto pueden influenciar en el tamaño percibido, elevación, y relativa profundidad de ese objeto. En la figura 2. [Yonas et al. 1978] la mayoría de personas “ve” el objeto a la derecha como más grande en tamaño absoluto y el objeto a la izquierda lo ven como más alejado del piso y más cerca de ellos.

Los estudios de Yonas demuestran que la sombra propia y la proyectada constituyen importantes fuentes de información de la forma, tamaños, elevación y profundidad de los objetos en el espacio.<sup>2</sup>

### Otros indicadores de Profundidad

En las siguientes figuras tomadas del documento “depth perception” de Stephen E. Palmer (1999)<sup>3</sup> nos dan los ejemplos ilustrativos de conceptos que hemos visto anteriormente como indicios de profundidad monoculares o pictóricos los cuales en sí mismos pueden mostrarnos información de profundidad sin el fenómeno de la estereopsis o disparidad retinal.

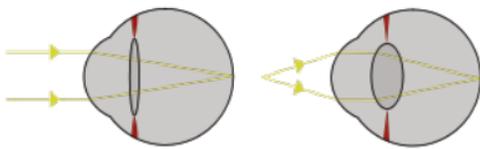


Fig.a\_Acomodación (monocular ocular)

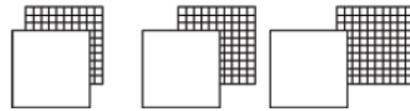


Fig. b) textura adición/sustracción (monocular-óptica)

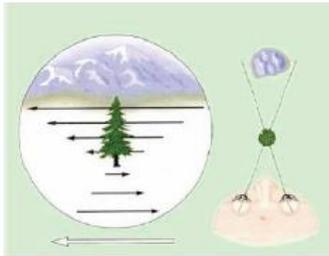


Fig. c) parallax en movimiento (monocular-óptica)

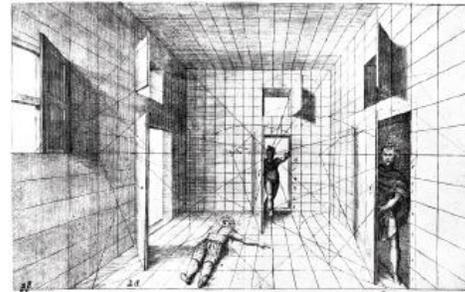


Fig. d) convergencia de paralelos



Fig. e) Posición Relativa en el Horizonte

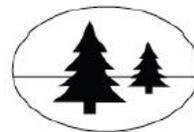


Fig. f) tamaño Familiar



<sup>2</sup>Geoffrey S. Hubona, *ibid*

<sup>3</sup>fuentes de imágenes: Stephen E. palmer “depth perception” pag. 2 y 3





Fig. g) tamaño Relativo

Fig. h )Gradiente de textura



Fig. i) Interpretación de la forma (oclusión o interposición)

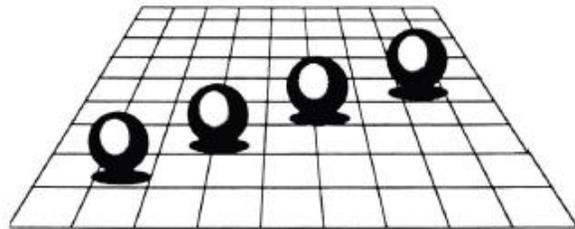
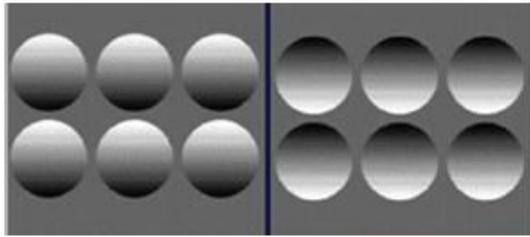
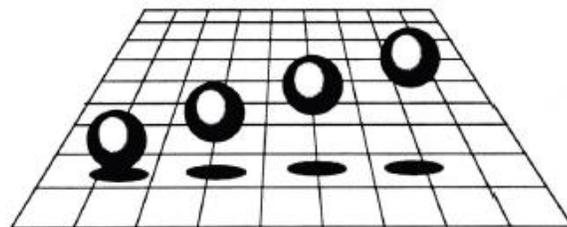


Fig. j) matiz y sombra



a.

A



B

Fig. k) Perspectiva Aérea

<sup>3</sup> fuente de imágenes figuras e-j: Stephen E. palmer "depth perception" pág. 2 y 3



### 3.1.2.2 Indicios Binoculares de Profundidad.

Básicamente existen solo dos, los cuales involucran en su funcionamiento los dos ojos:

#### Convergencia Visual:

Esta permite calcular la distancia, la mirada de cada ojo tiende a converger en el mismo punto. Si no fuera así veríamos doble. Las líneas de la mirada de cada ojo forman un ángulo mayor cuanto más cerca está el objeto y un ángulo menor cuanto más lejos está. En el infinito las direcciones son paralelas y el ángulo es cero.<sup>4</sup>

#### Disparidad Retinal

Como los ojos están desplazados horizontalmente percibimos dos puntos de vista ligeramente distintos, los campos visuales de los dos ojos se traslapan en la región central de la visión pero los puntos que no están en el llamado horóptero caen en diferentes posiciones retinales. Este desplazamiento lateral el cual es relativo a un punto de fijación es llamado disparidad retinal.

#### Indicio Dominante de Profundidad

**La Estereopsis** es un poderoso indicativo de profundidad, particularmente para objetos que están relativamente cerca del observador (Yeh 1993). Como sea, nosotros percibimos profundidad, y la relativa posición de los objetos en el espacio, inclusive los objetos más distantes. Así la estereopsis no es el único mecanismo de percibir profundidad. Numerosos estudios han investigado el desempeño de la capacidad humana con interfaces estereoscópicas en varias tareas incluyendo: apreciación de la situación desde una cabina de avión, la manipulación visual, comprensión y reconocimiento imágenes de objetos<sup>5</sup>

Percepción relativa de la profundidad y **estudios han mostrado que la visión estereoscópica es una poderosa técnica para mostrar información de profundidad** (McAllister 1993; Wickens et al. 1989) y la visualización estereoscópica ha sido usada como una condición de control, o línea base, para el estudio de otras técnicas de pantallas en 3D (Arthur et al. 1993). **Muchos estudios indican los beneficios de la visión estereoscópica en percibir, reconocer, comprender y/o entender las formas de los objetos** (Hubona et al. 1997 etc) aunque algunos estudios no apoyan la superioridad de la estereopsis ( Gallimore and Brown 1993) como indicio de profundidad otros sugieren que estos son particularmente efectivos para tareas específicas. Como sea la estereopsis provee indicios de profundidad de la forma de un objeto que son ausentes sin estereopsis. Un consenso general de la estereopsis es que es un poderoso (**posiblemente el dominante**) **indicador que provee información al observador de la relativa localización, tamaño, forma y orientación de los objetos en el espacio 3D.**

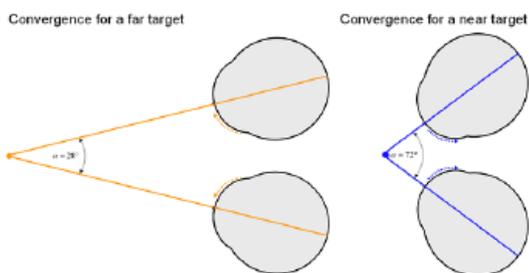
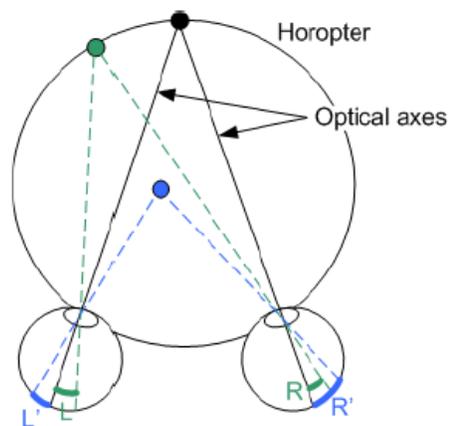


Fig. L) convergencia

Fig. M) disparidad



<sup>4</sup>Definición convergencia: <http://centros5.pntic.mec.es/ies.arquitecto.peridis/percep/convergencia.html>

<sup>5</sup>Geoffrey S. Hubona, *ibid*



## 3.2 Realismo en Graficas por Computadora

---

Teniendo conocimiento de las bases teóricas de los indicios de profundidad vistas en el punto anterior, el interés ahora será comprender que es lo que hace que una escena sea “realista” desde el punto de vista de la creación de la imagen digital y aunque disponemos de distintas formas de representar un objeto arquitectónico **“El objetivo dominante, ha sido dejado al logro del realismo. Si nosotros logramos verdaderamente imágenes realistas por computadora, podemos crear actores digitales en escenas riesgosas y reemplazarlos en las escenas con secuencias particularmente difíciles (terminator II) Podemos producir imágenes de diseños de productos con absoluta certeza de que la imagen es una precisa representación de la versión manufacturada.”**<sup>2</sup> **“Las imágenes por computadora son penetrantes a nuestro sentido de la vista, en esta era actual de la información, como medio de expresión y comunicación.”**<sup>1</sup>

En el desarrollo de anteproyectos de arquitectura nos hayamos en la necesidad expresar y comunicar nuestra concepción del objeto arquitectónico y si es de manera estereográficamente fotorealista lograremos un impacto visual mayor que con otras técnicas, añadiendo la sensación de profundidad a nuestros proyectos arquitectónicos. Según Margaret Hagen el foto-realismo provee la misma información visual que la escena pero en el caso de la visualización estereoscópica se apreciara con distintos radios de *compresión de profundidad* de la escena real según la composición del par estéreo, su proyección y el punto de vista del observador lo cual analizaremos más adelante.

Margaret Hagen<sup>2</sup> introduce tres conceptos de tipos de realismo los cuales denomina Realismo físico, foto-realismo y realismo funcional, los cuales analizaremos y resumiremos a continuación:

### 3.2.1 Realismo físico

El criterio para este tipo de realismo es que debe proveer la misma *estimulación visual* como la escena real. Para este tipo de realismo primer el modelo debe proveer información exacta de formas, materiales e información lumínica de la escena. El siguiente paso es que los algoritmos utilizados (de los cuales existen varias ecuaciones para solucionar parcialmente el cálculo de la radiancia) sean capaces de simular de la manera más precisa las propiedades espectrales e intensidad de la energía lumínica irradiada hacia el punto de vista del observador. Tercero la pantalla utilizada debe ser capaz de representar con gran precisión estas energías. Así los dos primeros pasos son posibles reproducirlos, no así el tercero porque las pantallas actuales no pueden reproducir la energía de la luz renderizada. Las desventajas de esta visualización es que a) es computacionalmente costosa b) no existen display para este tipo de representación y c) no se pueden utilizar de manera interactiva, aunque este tipo de realismo actualmente es posible reproducirlo con un software donde se tengan modelos físicos precisos de materiales y fuentes de luz, donde no solo la visualización es realista, sino además se puede utilizar la información para analizarla.<sup>3</sup>

---

1-Collins, Steven. “Monte Carlo Methods and the challenge of Photo-realism in computer Graphics” Image synthesis Group, Trinity college Dublin.

2-Hagen, M. (1986). “Varieties of Realism.” Cambridge University Press.

3-Ferweda A., James. “the varieties of realism in computer graphics”. Cornell University.



### 3.2.2 El fotorrealismo

Cuando hablamos de foto-realismo en graficas por computador, usualmente nos referimos a que se quiere crear una imagen que sea indistinguible de la fotografía real de la escena. Esta es su finalidad pero así mismo nos incita a preguntarnos porque una fotografía es realista. aunque por mucho tiempo esta ha sido una pregunta sin respuesta que ha sido un rompecabezas para los psicólogos por más de un siglo, al menos hay una forma de llegar a una definición concreta de foto-realismo la cual es decir que la imagen debe de ser foto-métricamente realista. Fig. a)

**La fotometría es la medición de la respuesta de los ojos a la energía lumínica**, entonces esta definición requiere que la imagen produzca la misma respuesta visual de la escena, aunque la energía física venida de la imagen tal vez sea diferente a la de la escena. Adoptando este criterio nos permite tomar en cuenta el sistema visual del observador en el proceso de generación de imágenes y en particular permite tomar ventaja de las limitaciones de visión para simplificar la tarea de hacer imágenes realistas. Este estándar para el realismo no es nuevo, de hecho se ha asumido detrás de la tecnología del color, que toma ventaja de la naturaleza tricromatica de la visión para reducir los requerimientos para describir colores desde sus representaciones espectrales a su metámero RGB o CMYK equivalentes. Recientemente los investigadores en graficas han empezado a explotar otros aspectos de la visión para crear imágenes que son foto-realistas acorde a la definición basada en lo visual, dada anteriormente.

### 3.2.3 Realismo Funcional

El criterio para esta definición es que la imagen debe de proveer la misma información visual que la escena. Información en este sentido quiere decir las propiedades de los objetos en la escena, como su forma, tamaños, posiciones, movimiento y materiales, que permitan al observador hacer juicios visuales correctos y desarrollar tareas visuales útiles. Este realismo es definido en términos de la fidelidad de la información que la imagen provee. Y aun en el caso aunque estén ausentes indicios de profundidad como la sombra, textura, oclusión aun así podremos juzgar forma, tamaño y posición entre otros gracias a la poderosa técnica de la estereoscopia. (three varieties of realism)

Muchos investigadores han tomado ventaja de los algoritmos de renderizado *basados en la percepción* los cuales permiten inferir resultados por medio de interpolación como es el caso de métodos como la radiosidad y mapeado de fotones [Henry jenssen 1996] y así agilizar el proceso de renderizado en vez de usar algoritmos mucho más costosos computacionalmente como el raytracing. <sup>4</sup>

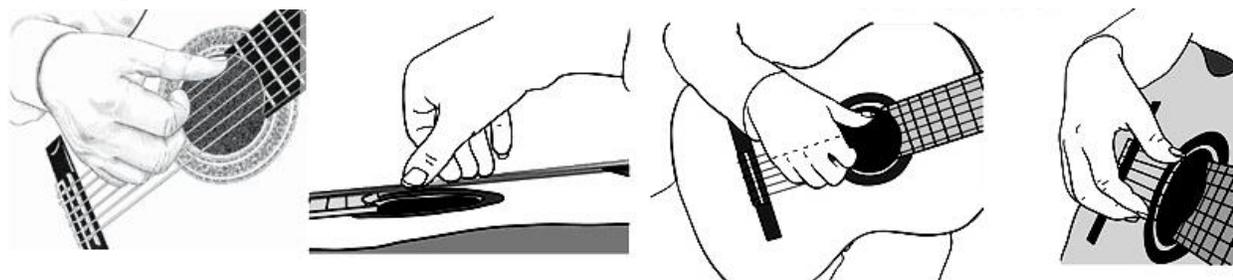


Fig. a) Realismo Funcional<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Fuente de imagen: <http://www.guitaracordes.com/archivos/CURSOS/PosicionManoDerechaGuitarra.jpg>

<sup>4</sup> FerwedaA., James. *ibid*



## 3.4 Ciencias aplicadas a las Gráficas por Computadora

El transporte de la luz puede ser estudiado en muchos niveles de abstracción desde el punto de vista geométrico hasta simulaciones cuánticas. Depende de los efectos que queremos simular, así elegiremos el tipo de algoritmo de renderización, el cual diferencia el transporte de la luz en graficas por computador de otros campos de aplicación. Cada teoría explica el fenómeno de diferentes puntos de vista detrás del observador, en los siguientes incisos analizaremos la importancia de estos fenómenos ópticos del mundo real y sus implicaciones en los algoritmos del transporte de la luz.

### 3.4.1 Óptica Geométrica

La óptica geométrica básicamente se basa en la teoría de la partícula de la luz. En el modelo de partícula, los paquetes de energía, referidos como fotones son expulsados o emitidos en diferentes direcciones desde diferentes posiciones en la superficie de la fuente de luz. Los fotones se mueven en un camino recto y puede que vengan de obstáculos, por lo tanto son denominados receptores. En la superficie del receptor un fotón puede ser absorbido, así perdiendo toda su energía en el receptor o tal vez sea reflejado y cambiada su dirección. la nueva dirección adquirida por el fotón es determinada por la dirección desde la cual el fotón golpeo al receptor y la BRF de la superficie receptor. Así continua su trayecto hasta que es absorbido.<sup>1</sup>

Este modelo puede describir un amplio rango de fenómenos ópticos, incluyendo emisión, reflexión difusa y especular, refracción y absorción. Esto cubre la mayoría de los ambientes que vivimos y vemos cada día, por lo cual es la razón de que sea usado en muchos algoritmos de renderización. Como sea una óptica geométrica completa es demasiado compleja para la mayoría de aplicaciones de visualización. En graficas por computadora usualmente se hacen suposiciones más restrictivas, para obtener algoritmos para el transporte de la luz más simples y rápidos. Dentro de los fenómenos que tenemos que simular a través de algoritmos, frecuentemente se hacen supuestos para simplificarlos, por lo que estas simplificaciones ignoran ciertas características de la luz o las resuelven desde el punto de vista óptico visual y no necesariamente cómo se comportan en la realidad, dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

#### **Medio participante**

Frecuentemente es ignorado. En general la luz puede ser emitida, dispersada o absorbida en un medio de tres-dimensiones, como niebla o humo. Por ignorar estas posibilidades, todas las dispersiones son asumidas que pasan en las superficies (las cuales son infinitamente delgadas). Esto implica también que ninguna energía es perdida como la luz que viaja entre superficies. También puede ser manejada en la misma forma que una superficie de oclusión (bloqueando una fracción de la luz viajando en un rayo dado preferible que todos o ninguno.)<sup>2</sup> este medio participante se puede representar Geométricamente (llamados Gizmos en 3Dmax) y en base a esta geometría calcular la difracción de la luz en la dirección de observación.

**Otras características:** se pueden mencionar también el uso de la *monocromía* (una sola frecuencia) para simplificar las ecuaciones de renderizado, *transmisión* a través de superficies, dispersión especular ideal (espejos), las cuales a veces no son soportadas, Reflexión difusa ideal (mismo brillo desde todos los puntos de vista.) esta dispersión en diferentes direcciones hacen la imagen más interesante o real por los materiales de diferente naturaleza en la escena, la dirección en la cual un fotón es dispersado no depende de cómo llego, pero algunos algoritmos basan esta dirección de dispersión en el ángulo de incidencia por conveniencia.

<sup>1</sup> Computation of global illumination by Monte Carlo simulation of the particle Model of light.

<sup>2</sup> Eric Veach "Robust Montecarlo Method for light transport", 1997 PhD thesis Pag. 42



## 3.4 Aplicaciones de la visualización fotorrealista Estereográfica por CGI

Las aplicaciones de la visualización estereográfica fotorrealista por CGI son ampliamente usadas en los campos donde visualizar una imagen perceptualmente realista es uno de los factores más importantes actualmente, sin embargo las primeras técnicas con graficas por computador estereográficas no foto-realistas (en sus inicios) fue la realidad virtual, la cual fue una de las primeras técnicas usadas para lograr el efecto de profundidad a nivel individual para visualizar espacios arquitectónicos, seguida de la estereoscopia proyectada en pantallas (muy utilizada en el cine actual), hasta el día de hoy cuando ya se empiezan a experimentar con sistemas holográficos que por su naturaleza proyectan objetos en sus tres dimensiones en un espacio físico real sin necesidad de utilizar ningún tipo de lentes especiales. Entre las aplicaciones que toman en cuenta el factor del fotorrealismo podemos mencionar a la arquitectura (que también utiliza el realismo físico para análisis de eficiencia energética junto con la luminotecnia), el cine, diseño industrial, publicidad, la industria de los vehículos entre otros. Existen otras ciencias que no precisamente necesitan un resultado visualmente realista sino más bien una visualización funcional, mas sin embargo pueden hacer uso de la misma. Entre estos tenemos a la medicina, donde la percepción de profundidad es muy útil. La educación, ingeniería civil y otra infinidad de ciencias. En este apartado trataremos solo aquellas disciplinas que necesitan específicamente de una visualización más realista.

### 3.4.1 La Visualización Arquitectónica



**Fig. A. Proceso de Modelado.**

En el contexto de una imagen generada por computador el proceso de un renderizado 3D arquitectónico no es entendido para la mayoría de las personas. Esto se debe a que este proceso no sigue ningún proceso tradicional de arte, requiriendo un nuevo conjunto de habilidades y procesos que hay que aprender y poner en práctica.

La visualización arquitectónica,

la cual frecuentemente es referida como un trabajo de arte a mano y que es conocida comúnmente como arte 3D. Aunque estas palabras son las mismas para el proceso de un renderizado arquitectónico 3D.

Las ilustraciones pintadas a mano son trazadas por técnicas como la perspectiva, y luego coloreadas en una superficie plana. Para realizar una visualización arquitectónica digital, se debe modelar en un entorno virtual 3D. Texturizar, iluminar, crear el par estereoscópico y renderizar, este último proceso es el más costoso computacionalmente hablando, pero el modelado consume el casi la totalidad del tiempo del diseñador en el proceso de la creación de una imagen.



**Resumen del proceso:** como primer paso pasamos de un dibujo en 2D (x,y) a un modelo en 3 dimensiones (x,y,z) que conforman el objeto arquitectónico en cuestión. El siguiente paso es



aplicarle las características de los materiales que deseamos simular para los distintos tipos de acabados en nuestro modelo, para esto texturizamos, aplicamos color, y aplicamos características a las superficies como vidrio, acero etc.

### **Fig. B Fase de aplicación de Texturas y Materiales.**

El tercer paso es colocar los artefactos que simularán la iluminación y serán la fuente de luz, en la cual incluimos iluminación artificial y/o natural según sea el caso, por último a través de



algoritmos que simulan el comportamiento de la luz se realizará el costoso proceso de calcular la iluminación de toda la escena y representarlos en cada pixel que formarán parte de la imagen final (Fig. C)

Todo este proceso envuelve muchos nuevos conceptos en

su aplicación, los cuales son explicados en los siguientes capítulos de esta tesis. En la arquitectura como otras ciencias o artes tiene sub-campos que utilizan también técnicas de visualización digital para su estudio.

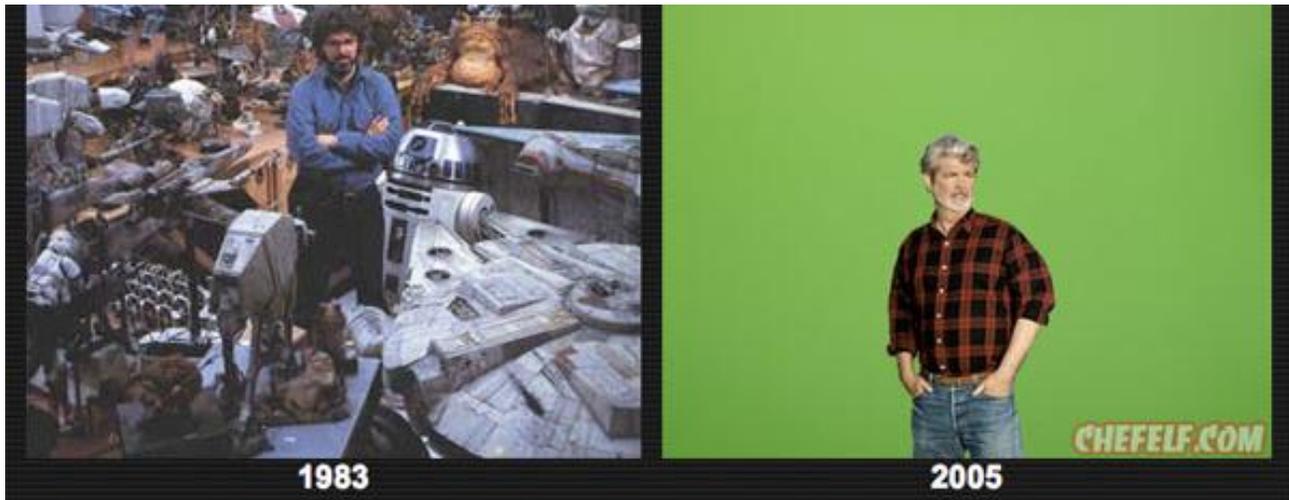
Otras ramas de la visualización arquitectónica que pueden requerir alto nivel de realismo son:

- La Planificación Urbana (mobiliario urbano, Lotificaciones etc.)
- El Diseño de Interiores (remodelación, decoración etc.)
- El Diseño Climático (rendering basado en la física real)
- El Diseño industrial para la arquitectura(mobiliario)
- El Diseño de iluminación Arquitectónica (enfaticación del objeto arquitectónico)
- El Diseño del paisaje (Jardines, Parques etc.)
- Infraestructura Urbana (desde el punto de vista estético)
- Restauración de Monumentos



### 3.4.2 Cinematografía

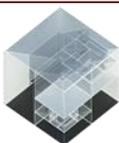
El cine, fue una de las primeras aplicaciones prácticas de los gráficos por computadora foto-realistas, este rubro fue uno de los que más impulso le dio al mejoramiento continuo de las gráficas por computadora hasta convertirse lo que son hoy en día. La cinematografía ha sido considerada el “séptimo arte” siendo parte de las artes de visualización, como la pintura, la escultura, y la arquitectura. En ella intervienen muchos elementos para conformar el resultado final, parte de este resultado tiene relación con la aplicación de la CGI, por ejemplo es aplicada en escenarios, personajes, vehículos entre otros elementos que generalmente requieren de una percepción realista.



Así películas como “Terminator II” la cual utilizó el software de Alias-Power Animator le significó a ILM ganar \$420,000.00 por cada minuto de animación por computador. El presupuesto total en ese momento para una película de esta categoría rondaba los 100 millones de dólares. Esta película también ganó un premio de la academia de Hollywood por mejores efectos especiales. El éxito de esta película fijó nuevos estándares para la realización de imágenes realistas e impulsó las mismas a otro nuevo nivel. En la actualidad una gran cantidad de películas han sido producidas por medio de la gráfica por computadora parcial o totalmente, por lo que ha resultado ser uno de los campos de aplicación más beneficiados con la CGI y viceversa. Dentro de la imaginación aplicada a este rubro tenemos las siguientes sub-aplicaciones que envuelven a su vez más aplicaciones que utilizan la visualización por CGI.<sup>1</sup>

- Personajes Generados por Computadora (Artificiales y Humanoides)
- Escenarios (terrenos, bosques, mares etc.)
- Arquitectura (interiores, exteriores, ciudades etc.)
- Efectos Especiales (humo, explosiones, atmósferas etc.)
- Vehículos (conceptuales)
- Anuncios publicitarios (TV)

<sup>1</sup> <http://www.ilm.com/movies/timeline>



### 3.4.3 Aplicación en el Diseño industrial

El diseño industrial sintetiza conocimientos, métodos, técnicas, creatividad y tiene como meta la concepción de objetos de producción industrial, atendiendo a sus funciones, sus cualidades estructurales, formales y estético-simbólicas, así como todos los valores y aspectos que hacen a su producción, comercialización y utilización, teniendo al ser humano como usuario.<sup>2</sup>

Otro concepto internacionalmente aceptado fue hecho por Tomas Maldonado y es oficialmente aprobado por la ICSID (International Council of Societies of Industrial Design): El diseño industrial es una actividad proyectual que consiste en determinar las propiedades *formales* de los objetos producidos industrialmente. Por propiedades formales no hay que entender tan sólo las *características exteriores*, sino, sobre todo. Las relaciones funcionales y estructurales que hacen que un objeto tenga una unidad coherente desde el punto de vista tanto del productor como del usuario, puesto que, mientras la preocupación exclusiva por los rasgos exteriores de un objeto determinado conlleva el deseo de hacerlo aparecer más atractivo o también disimular sus debilidades constitutivas, las propiedades formales de un objeto -por lo menos tal como yo lo entiendo aquí son siempre el resultado de la integración de factores diversos, tanto si son de tipo funcional, cultural, tecnológico o económico.<sup>3</sup>

Ambas definiciones enfatizan el aspecto formal y sus características exteriores que lo podemos traducir en el ámbito digital en modelado y materiales haciendo hincapié en la estética del objeto



diseñado, para tal propósito es innegable las ventajas que conlleva la aplicación de la visualización digital fotorealista a este campo, pues con estas técnicas es posible representar con gran exactitud como quedara el objeto diseñado en la realidad. El diseño industrial abarca distintas ramas de la tecnología y productos de diversos tipos

entre los cuales podemos mencionar: cosmetología, **Figura D:** Imagen Generada por computador Mostrando un iPhone y un iPod que una vez modelados podemos obtener varias vistas del mismo objeto fácilmente.<sup>4</sup>

juguetes, electrónica, óptica, moda, transporte, mobiliario etc. Cada una de estas ramas tiene infinidad de productos que pueden ser visualizados por medio de los gráficos por computadora, ayudando así a su diseño y desarrollo.

### 3.4.4 Aplicación al diseño automotriz

Los vehículos en términos generales son parte del diseño industrial, pero la importancia de los mismos radica en que las gráficas por computadora fueron utilizadas por primera vez en 1959 para visualizar el diseño de vehículos en la computadora llamada DAC-1 (Design Augmented by computers) creada por General Motors e IBM. Esta permitía al usuario a la entrada una descripción 3D de un automóvil y luego girarlo y verlo desde diferentes direcciones. Fue develada en la Conferencia conjunta de la computadora en Detroit en 1964.<sup>5</sup>

<sup>2</sup>Gay, Aquiles y Samar, Lidia (2004), *El diseño industrial en la historia*, Córdoba: Ediciones. Página 137.

<sup>3</sup>Rodríguez, Gerardo "Manual de Diseño Industrial" Curso básico, UAM-A CG

<sup>4</sup>[http://km.support.apple.com/library/APPLE/APPLECARE\\_ALLGEOS/HT3939/HT3939-iphone\\_5-front\\_back-001-mul.png](http://km.support.apple.com/library/APPLE/APPLECARE_ALLGEOS/HT3939/HT3939-iphone_5-front_back-001-mul.png)

<sup>5</sup>Historia de IBM <http://www.ibm.com/ibm/history>



El proceso que actualmente se utiliza para el diseño de automóviles es un método en el cual se combina las artes gráficas a mano con las artes gráficas en computadora. A continuación se muestra un ejemplo de este flujo de trabajo de la marca Hyundai.



### Planificando el Diseño

La primera fase, es la fase de ideas, en la cual se bosquejan la forma preliminar del automóvil tomando en cuenta la aerodinámica, antropometría y estética entre otras cosas. El planificador utiliza técnicas convencionales como aerografía, técnicas con crayones con fines más ilustrativos que realistas.

### Modelado y Renderizado

La segunda fase se centra en modelar el bosquejo antes diseñado en medidas reales, aplicar materiales, textura e iluminación y renderizar. En esta etapa es muy importante ya que se pueden obtener visuales desde diferentes puntos de vista y modificar el modelo virtual a voluntad, así como obtener una vista previa muy rápidamente de manera realista. Este modelo 3D posteriormente será utilizado para simular pruebas de aerodinámica en el prototipo y también utilizar la información para modelarlo con una impresora



3D.



Finalmente se pueden presentar las opciones de manera foto-realista en un ambiente virtual, con efectos 3D, o simplemente una imagen en 2D. Del proceso antes descrito podemos valorar la alta aplicabilidad de la CGI en la industria automotriz que puede llegar a ahorrar cientos de miles de dólares en la construcción de prototipos y carros conceptuales.<sup>6</sup>

<sup>6</sup><http://worldwide.hyundai.com/WW/Innovation/Design/DesignProcess/index.html>



### 3.5 síntesis de la imagen Digital Estereográfica

La síntesis de una imagen Realista ha sido una de las direcciones con mayor investigación y desarrollo en las gráficas por computadora desde su concepción”<sup>1</sup> hasta nuestros días, pero para lograr su realización se debe tomar en cuenta factores como la infraestructura tecnológica, y las bases teóricas que explican los fenómenos de manera muy sintetizada, utilizando conceptos básicos de óptica y características de la luz entre otros conceptos, estos fenómenos son abstraídos en fórmulas matemáticas, para ser utilizadas en la creación de algoritmos de simulación de la realidad sobre una plataforma tecnológica digital.

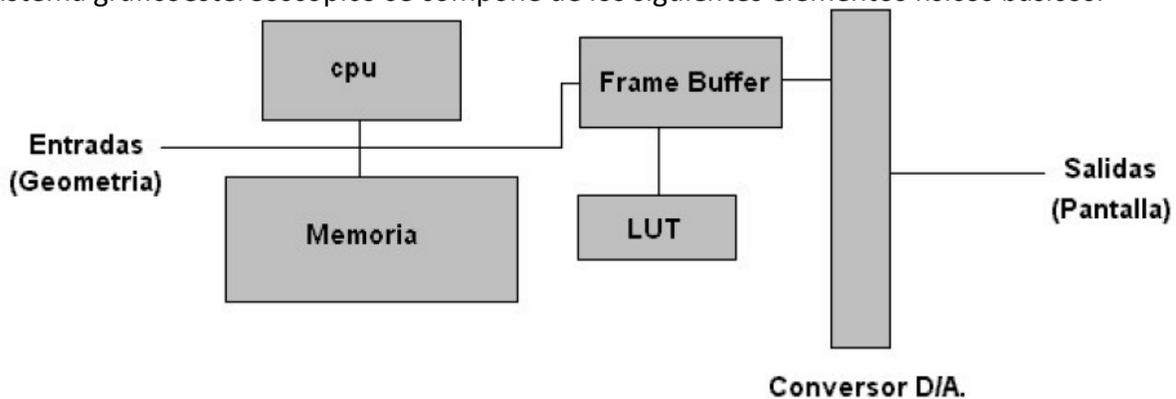
#### 3.5.1 La Infraestructura Tecnológica en CGI

La Tecnología tiene una relación y evolución reciproca con los avances en los algoritmos de gráficos los cuales permiten la creación de una imagen fotorealista. Los avances de la misma han limitado el desarrollo de las gráficas desde sus inicios, pero al mismo tiempo han permitido que esta deficiencia en velocidad de procesamiento, motive a los programadores e investigadores a crear algoritmos más eficientes para los cálculos más costosos, como los algoritmos del transporte de la luz, algoritmos de superficies ocultas entre otros.

Para lograr la síntesis de una imagen digital se necesitan esencialmente de dos componentes, el **hardware y el software**, los cuales se analizaran desde el punto de la creación de imágenes, por lo que está más relacionado al Hardware de Gráficos por computadora que al Hardware general de una Computadora. El **hardware** nos proporcionara las herramientas tangibles o físicas que necesitamos para que el proceso sea llevado a cabo, el cual se verá más adelante. El **segundo elemento importante es el software**, que en este caso sería un software de modelado 3D y renderización, este se comunicara con el hardware a través de una API de programación de gráficos como lo puede ser OPEN GL o Direct X,. Otro componente importante para que el software funcione es una GUI o interfaz gráfica de Usuario para que el usuario final tenga un entorno grafico comprensible para realizar tareas de modelar, texturizar, iluminar, renderizar por medio de iconos o comandos cortos para la creación de la imagen digital. Tradicionalmente la mayoría de cálculos para el proceso gráfico los ha hecho el CPU, pero actualmente existen potentes GPU que tienen una arquitectura de procesamiento de datos específicos para este tipo de aplicaciones. Para comprender mejor esta infraestructura tecnológica definiremos estos elementos más detalladamente en los siguientes incisos.

#### Hardware del Sistema Gráfico Estereoscópico

Un sistema gráfico estereoscópico se compone de los siguientes elementos físicos básicos:



### Tabla No.3: Componentes del hardware del sistema estereoscópico

La siguiente tabla resume los elementos principales de un sistema estereoscópico, y se pone énfasis en el “frame buffer” estereoscópico ya que junto con la pantalla permite lograr tal visualización.

Hardware	Función
<b>Memoria</b>	Indispensable para cualquier computadora actualmente ya que almacena temporalmente la información que necesitamos procesar en un determinado momento ya sea grafico o no.
<b>CPU</b>	Conocida como CPU por sus siglas en ingles “central process unit” es la encargada de hacer los costosos cálculos a la hora de renderizar una imagen. Actualmente se puede elegir si se desea que los cálculos los realice la CPU o si tenemos integrada una GPU potente se podrá hacer uso de la misma.
<b>Frame Buffer estereoscópico</b>	El frame buffer consiste en un conjunto de buffers lógicos como el color, profundidad, acumulación, entre otros. <sup>1</sup> Actualmente existen tarjetas gráficas con Quad buffer o cuatro buffers que son utilizados para representar en tiempo real imágenes estereoscópicas, estos cuatro búferes son llamados en inglés: “left-front, left-back” y “right-front, right-back” el termino en ingles “front” se refiere a que es el buffer mostrado actualmente en pantalla (on-screen) y el término “back” se refiere al que está almacenado, listo para ser mostrado en pantalla (off-screen), entonces con estos dos buffers, uno para cada ojo, el izquierdo y derecho, en conjunto con un equipo adicional como una pantalla y lentes compatibles con esta función logramos imágenes estereoscópicas en tiempo real. <sup>2</sup>
<b>Z-buffer</b>	Este buffer mantiene valores de distancia para cada pixel. Cada valor representa la distancia al pixel desde la posición del observador, y se escala para quedar dentro del volumen del trabajo actual, este buffer también se puede usarse para otros efectos especiales, como realizar un corte en los objetos para ver la superficie interior.
<b>Look up Table</b>	Esta “tabla” contiene todos los colores que tenemos disponibles en nuestro sistema. A algunos le parecerá más familiar el término “paleta” para referirnos a la LUT. En sistemas “indexados” cada color tiene un identificador en la tabla y puede referirse a el usándolo en el programa. Generalmente no se trabaja el color indexado sino el color real RGB.
<b>Conversor D/A</b>	La información contenida en el frame buffer a nivel de bits es digital y por lo tanto debe convertirse a su homologo analógico para poder ser procesada por un monitor analógico.
<b>salida</b>	Tras en conversor D/A ya disponemos de información analógica para ser visualizada en pantallas principalmente con tecnología activa o pasiva, la cual se explicara mas adelante.

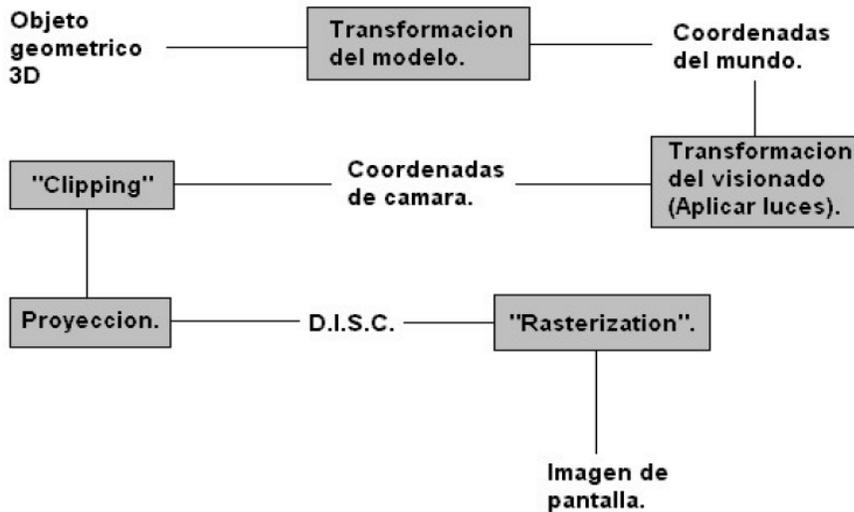
<sup>1</sup> “back and front buffer”[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd318339\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/desktop/dd318339(v=vs.85).aspx)

<sup>2</sup> “Quad buffer graphics cards”[http://www.nvidia.es/object/quadro\\_stereo\\_technology\\_es.html](http://www.nvidia.es/object/quadro_stereo_technology_es.html)



# Pipeline del Sistema GraficoEstereoscópico

## "Pipeline Grafico"



El pipeline Grafico comprende una sucesión de etapas que hacen posible sintetizar una imagen, que va desde la introducción de datos hasta la visualización en la pantalla, la diferencia esencial entre un sistema monoscópico y estereoscópico consiste en que todos los procesos que se describirán a continuación se hacen

en dos frame buffers, uno para el ojo izquierdo y el otro para el derecho.

**Tabla No.4: resumen de los elementos del "Pipeline Grafico Estereoscópico"<sup>2</sup>**

Elemento	Descripción
<b>Objetos Geométricos</b>	La geometría del mundo virtual contiene puntos, líneas, polígonos, etc. En definitiva, primitivas. Inicialmente estos objetos tienen unos atributos que se fijan pero pueden ser móviles o fijos, deformables o rígidos, y, por lo tanto, pueden trasladarse, rotarse y escalarse antes de dibujarlos en pantalla
<b>Transformación</b>	Este módulo es el encargado de trasladar, rotar y escalar e incluso torcer cualquier objeto para que sea dibujado en pantalla tal y como debe ser dispuesto en el mundo. Las API gráficas (Open GL o DirectX) realiza estas funciones por medio de matrices, las cuales implementan los procesos antes descritos.
<b>Coordenadas del mundo</b>	Tras haber formado transformado los vértices de los objetos, se conocen todas las posiciones de los Objetos en el espacio 3D. Estas posiciones no son relativas a la cámara, estas son independientes a la misma. Son posiciones referidas a un sistema de coordenadas que se definen única y exclusivamente para el mundo que se está creando.
<b>Transformación del visionado</b>	Ahora es cuando se necesita saber "como" se verán esos objetos, ya posicionados correctamente en el mundo, desde una cámara. Se iluminan para que sean visibles y tomar sus posiciones tal y como se ven desde la cámara.
<b>Coordenadas de la cámara</b>	Luego de la transformación del visionado, ya sabemos cuáles son las coordenadas de todos los objetos respecto a nuestra cámara, es decir, como nosotros vemos el mundo desde nuestra posición.
<b>clipping</b>	"Clipping" se le llama al proceso de ocultar todo objeto que no esté dentro del plano de visión de la cámara, esto hace que el proceso de visionado sea más rápido y eficiente al reducir los datos manejados por el hardware.

<sup>2</sup>García Oscar, Guevara Alex." *introducción a la programación grafica con OPEN GL*". Escuela técnicasuperior de Ingeniería y electrónica informática, La salle enero 2004 pág. 6,7,10,11,69.



## Software de visualización 3D

El software es una palabra que proviene del idioma inglés, pero que gracias a la masificación de uso, ha sido aceptada por la Real Academia Española. Según la RAE, el software es un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en una computadora.

Por lo tanto en primera instancia Se considera que el software es el equipamiento lógico e intangible de un ordenador. En otras palabras, el concepto de software abarca a todas las aplicaciones informáticas, como los procesadores de textos, las planillas de cálculo y los editores de imágenes.

El software es desarrollado mediante distintos lenguajes de programación, que permiten controlar el comportamiento de una máquina. Estos lenguajes consisten en un conjunto de símbolos y reglas sintácticas y semánticas, que definen el significado de sus elementos y expresiones. Un lenguaje de programación permite a los programadores del software especificar, en forma precisa, sobre qué datos debe operar una computadora.<sup>1</sup>

### Software 3D

---

En las gráficas por computadora el software para visualizaciones 3D fue una de las principales motivaciones que hizo evolucionar este campo. Este software se diferencia como muchos otros por la orientación para ciertas tareas específicas dentro de un campo tan amplio como la computación, su principal objetivo es el modelado y animación de objetos en 3 Dimensiones así como la simulación del transporte de la luz en el espacio tridimensional, sobre estos objetos para lograr visualizaciones fotorealistas.

Este software específicamente utiliza el lenguaje de programación de API's gráficas (ver inciso 3.2 de este capítulo) específicamente creadas para que el hardware por medio de un pipeline de gráficos crea objetos en 2D y 3D y los muestra en pantalla, entre los cuales por su relevancia en el contexto de la evolución del Hardware y el software se puede mencionar a OPEN GL originalmente creada por SGI (silicon Graphics Incorporate) y Directx ahora conocido como Direct 3D desarrollado por Microsoft. Los programadores han hecho uso de este lenguaje de programación para la creación de los programas más exitosos de la historia del software de visualización 3D y edición de video. Por lo que se mencionaran los más importantes en esta tesis.

### software para generar Gráficos 3D

---

A pesar de haber muchas aplicaciones de modelado y animación 3D, algunas de las que se han ganado la mayor popularidad son:

- **3D Studio Max:** Fue originalmente escrito por Kinetix (una división de Autodesk) como el sucesor de 3D Studio creado por Gary Yost( deYost Group) para DOS. Más tarde Kinetix se fusionaría con la última adquisición de Autodesk, Discreet Logic. Es el líder en el desarrollo 3D de la industria del videojuego y es muy utilizado a nivel amateur. 3D max studio Utiliza Mental Ray como motor de renderización incluido y más recientemente desde el 2012, se renombro a mental Ray en su versión unbiased como iRay del cual Nvidia es su propietaria. Este programa como otros tiene la opción de incorporar plug-in de distintos tipos de entre cuales nos interesa los motores de renderización para la visualización fotorealista como Vray y Maxwell Render. Otra característica importante de este programa es que esta certificado por la organización LED para el análisis de eficiencia energética en Arquitectura lo cual quiere decir que su motor de renderizado y materiales está basado en la física.

<sup>1</sup> "definición de software" <http://definicion.de/software/#ixzz2LsduDnqq>



- **Blender:** Programa de creación de contenido 3D que abarca desde el modelado y animación hasta la composición y renderización de complejas escenas en 3D. Es software libre, y cuenta con características como soporte para programación bajo Python con un amplia gama de script en constante desarrollo, posee un motor robusto para la programación de juegos, un motor de render propio y una comunidad de usuarios totalmente abierta y dispuesta a colaborar.
- **Lightwave 3D:** Fue originalmente desarrollado por Amiga Computers por NewTek a principios de la década de los 90. Más tarde evolucionó en un avanzado paquete gráfico y animación 3D. Actualmente disponible para Windows, Mac OS y Mac OS X. El programa consiste en dos componentes: el modelador y el editor de escena. Es utilizado en multitud de productoras de efectos visuales como Digital Domain. En el 2003 gano un Emmy por el aporte técnico al desarrollo a las gráficas por computadora.
- **Maya:** fue el resultado de la unión de tres empresas de software compradas por autodesk, Wavefront's thea dvanced visualizer, Thomson Digital Image Explorer y Alias Power Animator el cual fue lanzado en 1998. Siendo uno de los mejores para crear efectos especiales y animaciones en la industria de la televisión, cine, medios digitales entre otros. La última versión es la del 2013.
- **Softimage XSI:** El contrincante más grande de Maya. En 1987, Softimage Inc, una compañía situada en Montreal, escribió Softimage|3D, que se convirtió rápidamente en el programa de 3D más popular de ese período. En 1994, Microsoft compró Softimage Inc. y comenzaron a reescribir SoftImage|3D para Windows NT. El resultado se llamó Softimage|XSI. En 1998 Microsoft vendió Softimage a Avid.
- **Caligari Truespace** una aplicación 3D integrada, con una interfaz muy intuitiva. Una característica distintiva de esta aplicación es que todas las fases de creación de gráficos 3D son realizadas dentro de un único programa. No es tan avanzado como los paquetes líderes, pero provee características como simulación de fenómenos físicos (viento, gravedad, colisiones entre cuerpos). en el 2008 microsoft compro caligari truspace para unir su personal al equipo de Virtual earth. En la actualidad Microsoft ofrece gratuitamente esta aplicación.
- **Cinema4d:** Motor de render rápido, cálculo de radiosidad.
- **formZ:** Ofrece manipulación topológica de las geometrías.
- **Moray:** Modelador para POV-Ray.
- **POV-Ray:** (persistence of Vision raytracer) Un avanzado programa gratuito de Raytracing. Usa su propio lenguaje de descripción de escena, con características como macros, bucles y declaraciones condicionales. Es completamente gratuito aunque no fue lanzado bajo GPL. No incluye modelador.
- **RealSoft3D:** Modelador 3D para Linux y Windows. Incluye rénder.
- **Rhinoceros 3D:** Un potente modelador bajo *NURBS*.
- **Sketchup:** Programa de modelado 3D adquirido por Google. Existe una versión gratuita y una versión SketchupPro. La razón por la que Google adquirió SketchUp (antes llamado Last Software) es para mejorar los plugins del programa de mapas en 3D Google Earth, TrimbleadquirioSketchup de Google en el 2012.
- **Universe:** (por Electric Image) Paquete de modelado y animación con uno de los motores de render más rápidos que existen.



## 3.5.2 Interfaces de Programación de aplicaciones (API's)

API's significa Application Programming Interface, lo que en español sería Interfaz de Programación de Aplicaciones. Se trata de un conjunto de técnicas, funciones y métodos utilizados para establecer una comunicación entre los diferentes niveles o capas de un software. Una API permite una abstracción en la programación entre las capas inferiores (bajo nivel) y las superiores (alto nivel), de forma tal de poder interactuar casi directamente con el hardware a través de funciones nativas del sistema operativo o mediante una aplicación específicamente diseñada con ese propósito.

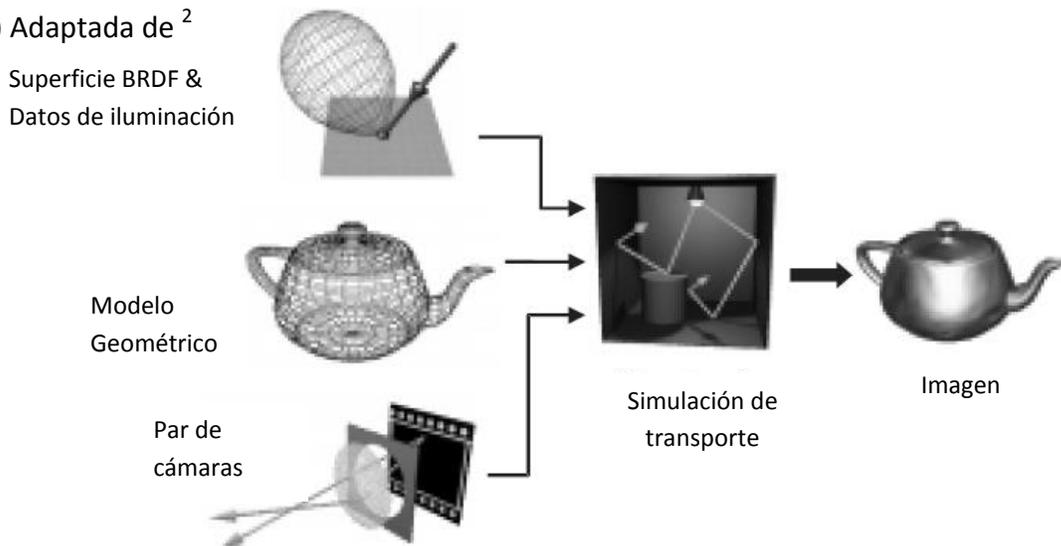
Tanto **DirectX** como **OpenGL** son APIs que se valen de librerías para cumplir con su objetivo. Los diseñadores de software escogen la que mejor se adapte a los requerimientos del producto y comienzan a programar en base a ella. La elección correcta depende de varios factores, los cuales intentara detallar en las próximas líneas. Antes de ello, es necesario conocer un poco más sobre el pasado y el presente de estas dos APIs.

Históricamente las dos API's graficas que han sido más desarrolladas son –OpenGL– ha perdido terreno en las últimos años (por lo menos en lo que se refiere a videojuegos), pero continúa presentándose como la competencia más dura de DirectX. La API de Microsoft se convirtió en la preferida de los programadores a la hora de diseñar complejos entornos gráficos interactivos en tres dimensiones y utilizar los conocidos shaders. <sup>1</sup>

## 3.5.3 El proceso de la síntesis de la imagen

El proceso de la creación de una imagen digital por computadora implica que los modelos virtuales representados digitalmente en una pantalla a través de algoritmos basados en ecuaciones matemáticas se comporten o simulen las características de los objetos diseñados los cuales interactúan con la iluminación de la escena y produzcan resultados visuales similares por lo que deben causar la misma percepción visual que una fotografía real de los objetos creados digitalmente. En la figura a): el esquema del proceso de la síntesis de una imagen por CGI.

**Fig. a)** Adaptada de <sup>2</sup>



<sup>1</sup>Garcia Oscar.,Guevara,Alex." *Introducción a la Programación Grafica con Open GL*" Escuela técnica superior de ingeniería y electrónica. La salle,2004. pag.81

<sup>2</sup>Collins Steven " *Monte Carlo Methods and the challenge of Photo-Realism in computer graphics*" Image Synthesis Group, Trinity College Dublin.pág. 20



## Componentes de la síntesis de la imagen Digital

---

En la Fig. a) el esquema del proceso el cual incluye los componentes y se relaciona con los mismos de la siguiente forma la cual se explica de forma introductoria y que será tratada en detalle más adelante:

**a)** Los primeros componentes son *Los datos de la superficie* a lo se refiere al material que están simulando lo que más adelante estudiaremos como BRDF (bidirectional reflection Distribution Function), en esto influye el tipo de luminarias, color etc. en otras palabras *los datos fotométricos* de las fuentes de luz en la escena. Un componente vital para la simulación del transporte de la luz es la geometría, y frecuentemente tratada separadamente, es la fuente de luz (*o luminaria*). En recientes trabajos, las fuentes de luz están siendo incrementadas en complejidad, con emisiones con características no isotrópicas, geometrías variadas y una alta variación espectral (requerida para el tratamiento de fuentes fluorescentes)<sup>3,4</sup> los cuales pueden ser grabados de forma digital en un estándar de la comisión internacional de iluminación para transmisión de datos fotométricos.

**b)** En segundo lugar tenemos el *modelo geométrico digital* el cual debe incluir la información de la forma de los objetos de la manera más precisa y si el método a usar de iluminación global es la radiosity nos veremos en la necesidad de trabajar con superficies tipo malla pues este algoritmo calcula la irradiación en base a estos para lograr resultados óptimos.<sup>5</sup>

**c)** Tercero las *“Par de cámaras virtuales”* una para cada ojo, representara en pantalla lo que se ve desde el punto de vista que hemos elegido, para lo cual usaremos dos cámaras virtuales a la distancia inter-ocular estándar de 60 mm o si queremos realzar el efecto de profundidad lo podremos modificar a voluntad dentro de ciertos límites de comodidad los cuales veremos más adelante.

**d)** En cuarto lugar tenemos *la simulación del transporte de la luz* (el fotón) el cual utiliza distintos algoritmos para la iluminación Global (radiosity, ray-tracing, photonmap, MLP, NLT, Reyes y otros basados en ecuaciones matemáticas que resuelven la simulación del comportamiento de la luz en un amplio rango de fenómenos ópticos la cual es más conocida como la *ecuación del rendering* [Kajiya 1986] este proceso en particular es el que exige gran poder de procesamiento a los sistemas de computación por lo que han sido desarrollados métodos alternos al serial como la *renderización distribuida*. [Crockett 1995]

Finalmente el resultado final será una imagen creada pixel por pixel a una determinada resolución y la cual es una fiel representación de los fotones que interactuaron con los objetos virtuales en la escena iluminada y llegaron a almacenarse en forma de bits para posteriormente ser interpretadas por un display en 2D o 3D estereoscópico.

<sup>3</sup> C. P. Verbeck and D. P. Greenberg. A comprehensive light-source description for computer graphics. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 4(7):66–75, 1984.

<sup>4</sup> E. Languenou and P. Tellier. Including physical light sources and daylight in global illumination. In *Proceedings of the 3rd Eurographics Workshop on Rendering, Bristol, UK*, pages 217–225, 1992.

<sup>5</sup> Collins Steven, *ibid* pag. 22



# Geometría

---

Se necesita de preferencia un modelo geométrico preciso de la escena a ser renderizada. Modelos son usualmente una mezcla híbrida de polígonos, superficies implícitas, funciones de densidad, y elementos volumétricos.

Implícito en la simulación de transportación es la habilidad de intersectar líneas con cada uno de estos elementos para determinar puntos potenciales de eventos de dispersamiento a lo largo del trazo de la energía de la luz cuántica (la cual llamaremos *fotones*, pensado en este caso como "fotón" como un término simple y conveniente para una cantidad finita de flujo lumínico, que en ausencia de un evento de dispersión, viaja linealmente con velocidad infinita, y no implica una aproximación a la física cuántica).

El modelo nos permitirá establecer regiones en la escena a través de las cuales los fotones no experimentarían dispersiones. Usualmente en estos casos en estas regiones se asume un medio isotrópico (y transparente). Los fotones viajan de superficie en superficie, comenzando a dispersarse en cada interface y terminando solo cuando el flujo asociado cae por debajo de cierto umbral (entonces el fotón ha sido absorbido). Si el fotón llega al sensor, eso contribuye a que la imagen sea formada. Varios algoritmos requieren una geometría más restringida (vea, por ejemplo, el método de radiosidad).

## Datos de Superficie

---

Las características de cada superficie en términos de cómo esa superficie percibe bajo varias condiciones de iluminación **depende enteramente de la manera en que cada superficie dispersa la radiación lumínica incidente**. La absorción selectiva de la longitud de onda de la luz hace visible el color de la superficie. Somos muy buenos determinando la geometría a micro-escala de superficies de manera que en cada dispersión el comportamiento varía con la dirección (esto permite distinguir entre seda y algodón, aun cuando tal vez posean el mismo color). La dispersión en la superficie es cuantificada por el BSDF (bidirectional scattering distribution function) o función de distribución bidireccional de dispersión) definida como una función de densidad esférica. En el siguiente argumento se consideran únicamente superficies opacas y así la BSDF reduce a la hemisférica BRDF (bidirectional reflectance distribution function). El modelado, almacenamiento y aplicación de los datos BRDF serán tratados en detalle más adelante.

## Datos Fotométricos

---

Los datos fotométricos de una fuente de luz ya sea natural o artificial no son más que sus características físicas propias como Longitud de onda (color), si es paralela o multidireccional, su intensidad o flujo lumínico (lúmenes), su forma entre otras características que son tomadas en cuenta para reflexiones (isotrópicas o anisotrópicas), refracciones y difracciones, en general la energía emitida y recibida directamente o por reflexiones del medio las cuales son tomadas en cuenta en las ecuaciones de renderización.<sup>6</sup>

Las características más importantes a tomar en cuenta para aplicaciones de visualización realista por computadora, pueden clasificarse en tres categorías en relación a la composición de una escena en gráficas por computadora en el campo del diseño arquitectónico, las cuales son: 1) la luz natural (solar) que proviene del exterior, la luz artificial, por último la combinación de las dos anteriores, estas fuentes de luz serán el Pincel en el campo de la visualización arquitectónica.

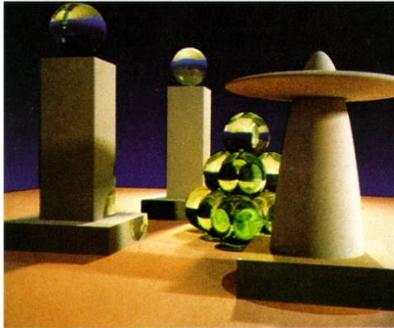
<sup>6</sup>Collins Steven "Monte Carlo Methods and the challenge of Photo-Realism in computer graphics" Image Synthesis Group, Trinity College Dublin.pág. 20



## 3.6 Simulación del transporte de la luz

En el fenómeno de transportación de la luz (fotones) intervienen principalmente los objetos de la escena según sus propiedades geométricas (forma, tamaño, posición etc.) el tipo de fuente de luz simulada (datos fotométricos) y el comportamiento de dispersión de la luz de una superficie (BRDF o BSDF) por lo que todos estos elementos son integrados a las ecuaciones para resolver el fenómeno desde un punto de vista óptico geométrico para lograr realismo en CGI.

### La ecuación del “rendering”



La técnica presento Kajiya resume una amplia variedad de algoritmos de renderizado y provee un contexto unificado en términos de visualización con más o menos exactitud que la de las aproximaciones de una sola ecuación. Lo que esto debería ser, no es una sorpresa, que una vez más es realizado lo que todos los métodos de renderización intentan, modelar el mismo fenómeno físico, la dispersión de la luz en varios tipos de superficies.<sup>1</sup>

La ecuación propuesta de Kajiya tiene su principio básico en la transferencia radiativa del calor ya bien conocida y estudiada por años (Siegel & Howell 1981<sup>2</sup>) Aplicado al campo del transporte de la luz desde un punto de vista óptico geométrico modelando la dispersión de la luz en varios tipos de superficies (BRDF), por lo que la forma en que se presenta esta ecuación es muy adecuado para graficas por computador.

La ecuación del rendering de Kajiya adhiere tres principios particulares de óptica. El principio de iluminación Global, el principio de equivalencia (La luz reflejada es equivalente a la emitida), y el principio de dirección (la luz reflejada y dispersada tiene dirección).

### Métodos para resolver la ecuación del rendering

**Introducción** Dentro de los métodos para resolver la ecuación de la radiancia (llamada la ecuación del rendering) han existido una gran variedad, desde los más básicos, como el ray casting, hasta los más avanzados (photon map, MLT, lightpath etc.) todos ellos usados para resolver el mismo problema, lo que si vale la pena mencionar es que el método de Montecarlo que se resume más adelante ha sido muy utilizado e integrado en muchas de las ecuaciones que intentan resolver la radiancia de una u otra forma por su característica de producir distribuciones aleatorias uniformes al azar y así agilizar el proceso de cálculo.

Los primeros algoritmos gráficos computaban imágenes por proyección de elementos poligonales en un plano visual. Estas proyecciones eran entonces coloreadas acorde a una simple aproximación de la iluminación sobre el polígono, usualmente asumiendo la iluminación directamente desde una sola fuente lumínica y por consiguiente no se tomaba en cuenta la dispersión intermediaria. La gran dificultad está en la determinación de la visibilidad y la oclusión. Estos métodos son empleados en todo el hardware de graficas en tiempo real de los programas actuales de modelado 3D.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kajiya, James T. (1986), "The rendering equation" , *Siggraph 1986*:pag. 143

<sup>2</sup>Siegel, R. and J. R. Howell. 1981. " *Thermal Radiation Heat Transfer.*" Washington, DC: Hemisphere Publishing.

<sup>3</sup>Steven Collins, 1998. " *Monte Carlo Methods and the challenge of photo-realism in computer graphics*" image synthesis group, trinity college Dublin.



**Tabla 1 Resumen de Métodos para resolver la ecuación del rendering**

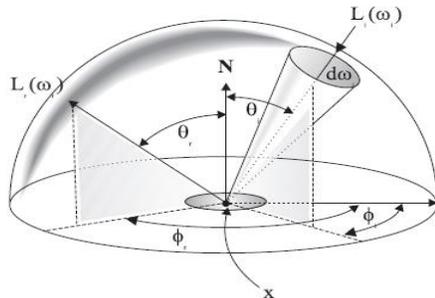
Metodo de Calculo	Características Principales	Inventor
<b>Radiosidad</b>	computacionalmente costosa, los efectos especulares deben ser calculados por otro metodo, la GI es resuelta una vez y utilizada para otros puntos de vista. El metodo depende de la Geometria. Toma en cuenta la reflexion de la luz de objetos difusos	Goral y Otros 1984
<b>Ray Casting</b>	la idea es disparar rayos desde el ojo, uno por pixel y encontrar el objeto mas cercano que bloquea el camino del rayo. Maneja facilmente superficies no planares como conos y esferas.	Arthur Appel 1968
<b>Ray Tracing</b>	es la evolucion del Ray casting, permitiendo calcular reflexiones y refracciones en objetos con una BRDF en particular. Por este motivo es capaz de manejar, causticas, desenfoque, movimiento borroso etc. primer metodo que da realismo a las imágenes.	Turner Whitted 1980
<b>Metodos probabilisticos o Metodos Monte Carlo</b>		
<b>distributed Ray tracing</b>	Utilizando metodos probabilisticos Monte Carlo (MC) en busca de eliminar el escalonamiento (aliasing) por muestreo tambien se logra producir a un menor costo computacional reflexiones borrosas, transparencia borrosa, penumbra, desenfoque, movimiento borroso. el trazado comienza de la fuente de luz hacia la camara.	Robert L. cook 1984
<b>Path tracing</b>	utilizado por su calidad para valorar otros metodos. Es conocido como "eye-raytracing", el trazado comienza de la camara hacia la fuente de luz.	
<b>Bi-directional Path tracing</b>	mas eficiente que el anterior porque permite hallar rapidamente puntos de interes (muestreo por importancia) para la imagen final, para ello traza tanto rayos del observador hacia la fuente como de la fuente hacia el observador.	
<b>Metodos Avanzados Monte Carlo</b>		
<b>Mapa de Fotones</b>	no depende de la geometria, por lo que puede manejar escenas complejas. Los mapa de fotones es informacion almacenada que se construye emitiendo fotones desde las fuentes de luz cuando estos golpean las superficies de los objetos de la escena. El siguiente paso es renderizar utilizando tecnicas estadisticas para extraer la informacion del flujo entrante y la radiancia reflejada en cualquier punto de la escena. utiliza mas memoria para almacenar los mapas de fotones, uno para causticas y otro para iluminacion global (GI).	Henrik Jensen 1993
<b>Metropolis Light Transport MLT</b>	utiliza el metodo de muestreo llamado "Metropolis" el cual es un metodo para calcular una distribucion uniforme al azar muy cuidadosa. Utiliza un trazado bi-direccional y luego hace ligeras modificaciones a la ruta trazada.	Eric Veach y Leonidas J. Guibas 1997
<b>IBR Image based Rendering</b>	basada en la funcion plenoptica (que puede llegar a 7 dimensiones, como coordenadas x,y, direccion, angulo, tiempo etc.) es el medio entre la retina de nuestros ojos y el mundo real. En otras palabras es la apariencia de los objetos ante nuestros ojos la cual es transmitida por la luz.	1991
<b>IBL image based Lighting</b>	Es una técnica 3D de renderizado, la cual involucra capturar una representación omni-direccional de la información de la luz en el mundo-real como una imagen, típicamente usando una cámara especializada. Esta imagen es proyectada en un domo o esfera análogamente a un entorno de mapas, y es usada para simular la iluminación de los objetos en la escena. Esto permite iluminación del mundo real detallada para ser usada para iluminar una escena, en lugar de tratar de simular una detallada iluminación usando una técnica existente de renderizado.	2006
<b>Metodos Híbridos</b>		
<b>Final gathering</b>	El objetivo del paso "final gather" es recalcular precisamente el ultimo rayo hacia la cámara. Por ahora la limitante es que se puede manejar solo reflexión difusa. La idea es explotar la información en el paso de la radiosidad global para un refinamiento económico final o "thrifty final gather". El método está basado en resultados obtenidos por un algoritmo jerarquico de radiosidad con agrupamiento "clustering". En la solución final de radiosidad, cada objeto es representado como una malla triangular con un valor aproximado de radiosidad por triangulo	2001
<b>Irradiance catching</b>	El almacenamiento de la irradiancia incorpora las beneficiosas propiedades de los métodos de radiosidad mientras conserva la generalidad del enfoque Monte Carlo.: en lugar de evaluar la costosa integral de iluminación en cada pixel en la imagen, una computación de alta calidad es desarrollada solo en algunos lugares. Estos cálculos de irradiancia son almacenados, y cuando es posible, re-usados a través de la interpolación	Ward 1988



# Modelos de Reflectancia BRDF's

**Para producir imágenes foto-realistas en gráficos de computadora, debemos describir con eficacia las interacciones entre la luz y las superficies. Las Funciones de Distribución Bi-direccionales de reflectancia (BRDFs) son unas de las principales usada comúnmente en muchos programas de visualización.**

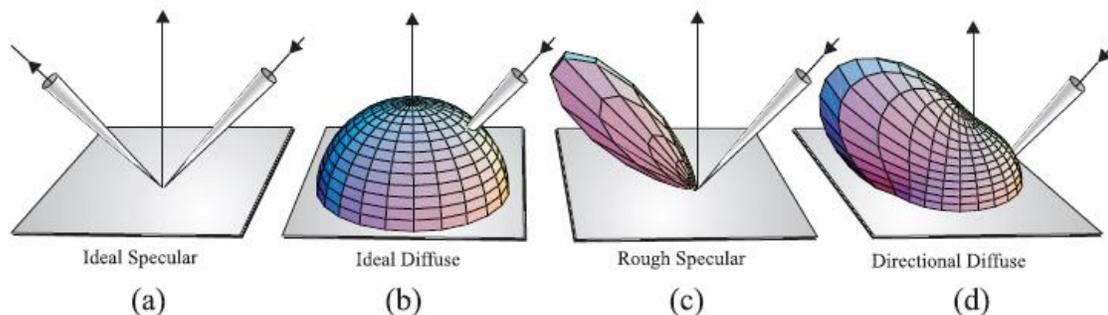
Fig. 1 Geometría de la BRDF



Se han introducido muchos modelos analíticos de la BRDF durante los últimos 35 años. Estos modelos pueden dividirse en dos categorías: Modelos empíricos (es decir, fenomenológicos) y modelos basados en la física. Los dos métodos el Empíricos y los basados en la física son modelos analíticos de BRDF

porque solo son aproximaciones de las propiedades de reflexión de materiales reales. Muchos de estos modelos se basan en parámetros del material que en principio pueden ser medidos, pero en la práctica son difíciles de adquirir. La BRDF (ilustrada en la figura 1) es formalmente definida como el ratio de la radiancia reflejada de la irradiación diferencial incidente.

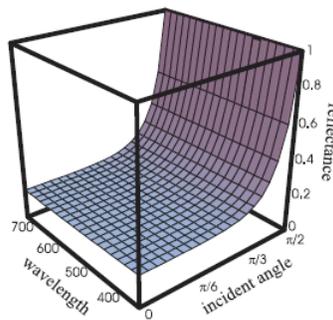
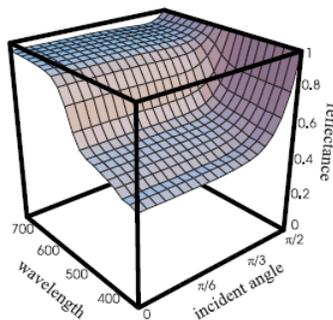
Las BRDF's más simples son aquellas de superficies difusa ideal (no existe en la realidad) y especular ideal (espejo). Usamos el término "ideal" para indicar que las superficies simplemente no muestran sus características difusas o especulares pero son completamente difusas o especulares. Superficies difusas muestran reflectancias coherentes. La BRDF para tales superficies es constante para todas las direcciones salientes, por consiguiente la BRDF puede ser reemplazada por un valor constante de reflectancia difusa,  $P_d$ , relacionada a la BRDF difusa por no es más necesario cuantificar la radiancia para tales superficies, como la radiancia no varía con el ángulo visual, en vez de esto se usa la radiosidad.<sup>1</sup> Fig. 2 modelos de las BRDF



<sup>1</sup> He X. D., Torrance K. E., F. X. Sillion, and Greenberg Donald. P.1991 "A comprehensive physical model for light reflection". In Computer Graphics (ACM SIGGRAPH 91 Proceedings), pages 175–186, 199.



## Modelos de Reflectancia Basados en la Física



En algunos casos, la reflectancia de una superficie es bien conocida. Si las superficies pueden ser asumidas a ser ópticamente suaves y son conductores ideales o dieléctricos (por ejemplo oro, cobre o vidrio) entonces podemos emplear

directamente *las ecuaciones de Fresnel* las cuales son soluciones a las ecuaciones de onda de Maxwell para ondas planas en el cambio de medio con diferentes índices de refracción. Empleando estas ecuaciones directamente podemos con mucha precisión capturar la apariencia de vidrios y metales los cuales son de particular importancia en la visualización industrial y arquitectónica. Ejemplos de datos de reflectancia más compleja de algunos materiales son dados en la figura 9. Estos datos son el resultado de aplicar las ecuaciones de Fresnel a la frecuencia dependiente de la función de índice refractiva del material.

### Modelos empíricos

Lafortune introdujo un modelo empírico el cual puede capturar un importante fenómeno como la especularidad-saliente de la reflexión, incrementando la reflectancia y la retro-reflexión. Pero como Phong<sup>2</sup> este modelo está basado en la dirección de una reflexión perfecta.

En contraste con los modelos de la BRDF basadas en la física, también hay un número de modelos empíricos que no consideran explícitamente el mecanismo físico de la interacción de la luz-material.

### Modelo de Ward

Ward<sup>3</sup> desarrollo un modelo que, aunque no es estrictamente basado en la física, fue capaz de describir los fenómenos de reflexión más importantes. Su modelo obedece a la más básica de las leyes físicas (conservación de reciprocidad y energía) y es relativamente simple en comparación con la mayoría de otros modelos de reflexión analítica. Los modelos de Ward pueden representar reflexiones isotrópicas y anisotrópicas. En el modelo de Ward es usada como base una ElípticaGausiana.<sup>4</sup>



Fig. 2 El modelo de Ward, variando a través de la rugosidad. Tomado de <sup>5</sup>

<sup>2,6</sup>Phong, B. T.1975" Illumination for computer generated pictures." Communications of the ACM, 18(6):311–317.

<sup>3</sup> Ward G. J. 1992." Measuring and modelling anisotropic reflection". In Computer Graphics (ACM SIGGRAPH 92 Proceedings), pages 265–272,

<sup>4</sup>Collins Steven "Monte Carlo Methods and the challenge of Photo-Realism in computer graphics" Image Synthesis Group, Trinity College Dublin.pag. 107-110

<sup>5</sup>Fig. No.2:<http://publications.csail.mit.edu/abstracts/abstracts07/brdf/brdf.html>

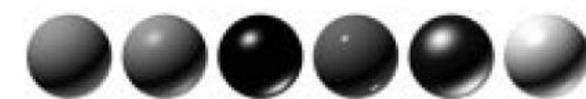


## Modelo Phong.

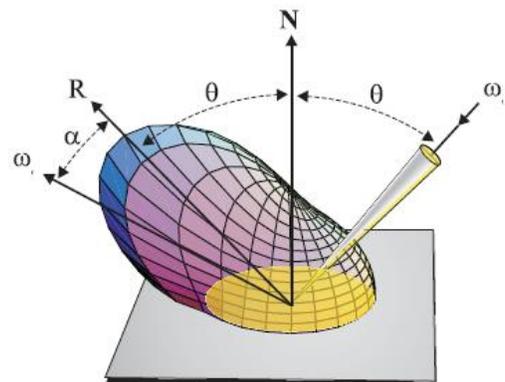
El modelo más conocido de reflectancia para simular los efectos de reflexión especular (y uno de los más antiguos) es el modelo de Phong<sup>6</sup> Para superficies especulares, este modelo asume que la luz entrante tiende a salir a la superficie en una distribución centrada en la dirección un reflejo perfecto. Blinn en 1977 desarrolló una variante del modelo Phong que permite el cómputo más rápido, ya que utiliza la dirección a mitad de camino en vez de la dirección de la reflexión. Ngan han demostrado que la representación de la dirección a mitad de camino es una manera más precisa a reflexiones especulares de modelo. Sin embargo, ambos modelos son matemáticamente simples y como resultado, se usan muy comúnmente.

En muchos casos se intuye que la simplicidad del modelo de BRDF es actualmente enmascarado por la complejidad de las distribuciones de radiancia y muchas de las imágenes más realísticas producidas a la fecha han empleado este simple modelo.

Fig. 4



6.a

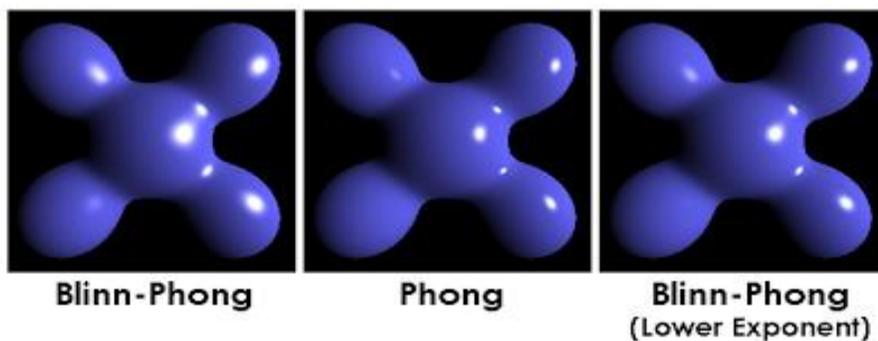


6.b.

## Modelo Blinn

Blinn desarrolló una variante del modelo Phong, por lo que también es llamado Modelo Blinn-Phong que permite el cómputo más rápido, ya que utiliza la dirección a mitad de camino en vez de la dirección de la reflexión.<sup>7</sup> AddyNgan ha demostrado que la representación de la dirección a mitad de camino es una manera más precisa a reflexiones especulares de modelo. Sin embargo, ambos modelos son matemáticamente simples y como resultado, se usan muy comúnmente. (ver fig. C)<sup>8</sup>

Fig. C



<sup>7</sup> Blinn JF. 1977 "Models of light reflection for computer synthesized pictures". Proceedings of SIGGRAPH'77, 1977. p. 192-198.

<sup>8</sup> Collins Steven, *ibid* pág. 7-10

<sup>9</sup> Fuente Fig. c) : <http://laisa2407.blogspot.com/2008/06/exposicin-del-mtodo-del-blinn.html>



## Utilización de las BRDF en arquitectura

Los Tres Modelos básicos, Phong, Ward y Blinn, son suficientemente exactos para Visualizaciones Arquitectónicas, donde el objetivo no es presentar un Modelo Real Físico de un edificio, sino más bien una aproximación perceptualmente realista, en donde las unidades de medición del flujo lumínico, radiancia etc. No serán de relevancia a nivel de Visualización. Pero Cabe Preguntarnos: ¿Por qué no hacer la físicamente exacta o aproximada las propiedades de los materiales? Y ¿Cuál serían los beneficios de tal representación? La respuesta a la pregunta número uno, es que la mayoría de los materiales de construcción para arquitectura permiten ser modificados para lograr un uso eficiente en términos de sostenibilidad y eficiencia energética, entonces contamos con modelos analíticos de su comportamiento físico, por lo cual aprovechando el trabajo de modelado (95% del tiempo es usado para hacer una Visualización arquitectónica) podemos incluir BRDF's y las propiedades físicas de los materiales usados, como si fuese objeto BIM (Building information Model), y así realizamos una visualización perceptual y físicamente realista. Por ejemplo 3dmax studio desde la versión del 2009 usa materiales basados en la realidad con todas sus propiedades (pro-materials, para Mental ray), e incluye también iluminación fotométrica, con posibilidades de incorporar información meteorológica al mismo tiempo (posición del sol, radiación etc.), esto le ha permitido a Autodesk tener una certificación LEED (acrónimo de Leadership in Energy&EnvironmentalDesign) el cual es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council), por lo que ahora estas visualizaciones perceptualmente realistas, también son basadas en la física real, y nos permiten diseñar edificios energéticamente eficientes, desde el punto de vista de la iluminación.

### Bibliografía recomendada para ampliación del tema:

- 1-Ashikhmin M, Premoze S, Shirley P. A microfacet based BRDF generator. Proceedings of SIGGRAPH'00, 2000. p. 65-74.
- 2-Cook RL, Torrance KE. *A reflectance model for computer graphics*. In Computer Graphics (SIGGRAPH'81 Proceedings) 1981; 15(3): 307-316.
- 3-M. F. Cohen and J. R. Wallace. *Radiosity and Realistic Image Synthesis*, chapter 2. Academic Press Professional, 1993.
- 4-Koenderink JJ, van Doorn AJ, Stavridi M. *Bidirectional reflection distribution function expressed in terms of surface scattering modes*. Computer Vision -ECCV'96
- 5-Matusik W, Pfister H, Brand M, McMillian L. *A data driven reflectance model*. ACM Transactions on Graphics (TOG) 2003; 22(3): 759-769.
- 6-Oren M, Nayar SK. *Generalization of Lambert's reflection model*. Proceedings of SIGGRAPH'94, 1994. p. 239-246.
- 7-Poulin P, Fournier A. *A model for anisotropic reflection*. Proceedings of SIGGRAPH'90, 1990. p. 273-282.
- 8-Torrance KE, Sparrow EM. *Theory for off-specular reflection from roughened surfaces*. Journal of the Optical Society of America 1967; 57(9): 1105-1114.



### ¿Qué son los Árboles BSP?

En graficas por computadora un árbol BSP es el acrónimo en inglés de “Binary Space Partitioning” (Particionamiento binario del espacio). Sabiendo su significado se obtiene una idea de en qué consistirá un árbol BSP. Básicamente se toma el mundo y se divide en dos de forma recursiva, esto es, se toman sus hijos y se aplica nuevamente la partición como si cada hijo fuera un mundo completo.<sup>9</sup>

### ¿Para qué se utilizan?

#### Visualización de Sólidos con árboles BSP

Probablemente una de las aplicaciones más comunes de un árbol BSP es la de ocultar las superficies en tres dimensiones. Los arboles BSP proveen un elegante y eficiente método para la clasificación de polígonos por medio de un primer árbol de profundidad. Este hecho puede ser explotado en un algoritmo “pintor” de atrás hacia adelante resolviendo el problema de la visibilidad de una superficie, o resolviendo también con un algoritmo “scanline” de atrás hacia adelante.<sup>10</sup>

El procedimiento es construir el árbol BSP una sola vez, y para el pintado de la escena simplemente comprobar los nodos a ser dibujados. Si un nodo interno no debe ser pintado sus hijos tampoco, y por tanto se descartan para la escena. Esto tal vez necesite más atributos en los nodos, pero resulta un método muy aceptable en el pintado de escenas, de hecho es muy usado en juegos 3D, que necesitan una elevada capacidad de cálculo y un número muy alto de fotogramas por segundo.<sup>11</sup>

#### El algoritmo del “pintor”

La idea detrás del algoritmo del pintor es dibujar polígonos que estén más lejos de la visión del ojo, seguido por el dibujo de aquellos polígonos que están cerca del ojo. Las superficies ocultas serán escritas sobre la imagen así como las superficies que hacen que estas sean ocultas. Una condición para lograr el éxito del algoritmo del pintor es que debe haber un plano que separe cualquiera de los dos objetos. Esto quiere decir que tal vez sea necesario dividir los polígonos en ciertas configuraciones.<sup>12</sup>

**Aceleración de gráficos** El trazado de rayos o “RayTracing” está llegando a ser el método elegido para simular la iluminación global como visualizaciones interactivas. Computacionalmente hablando es costoso intersectar un rayo con todos los objetos de una escena por lo que casi todos los trazadores de rayos confían ese proceso a estructuras de aceleración, prefiriendo un tiempo de pre-proceso y memoria por un trazado más rápido de intersecciones rayo-objeto

Para escenas estáticas los arboles Kd son considerados por muchos uno de los mejores métodos de aceleración por ejemplo v-ray hace uso de estas estructuras para procesar y almacenar la información del trazado de rayos, mientras Mental Ray de 3dmax utiliza Árboles BSP. Otros como indigo renderer o Renderlux entre sus opciones existen varios métodos de estructuras de aceleración para el trazado de rayos.

<sup>9</sup>Vanecek, G.,1991“*Brep-index: a multidimensional space partitioning tree*”, Internat.J. Comput. Geom. Appl., 1(3), 243--261

<sup>10</sup>Gordon, D., and Chen, S.,1991 “*Front-to-back display of BSP trees*”, IEEE Computer Graphics and Applications, 11(5), 79--85

<sup>11</sup>Fuchs, H., Kedem, Z., and Naylor, B.,1980 “*On Visible Surface Generation by A Priori Tree Structures*”, Conf. Proc. of SIGGRAPH '80, 14(3), 124--133

<sup>12</sup>Sobey, Anthony.“*Software Engineering and Sunsted, Tod.3D computer graphics: Moving from wire-frame drawings to solid, shaded models*”.



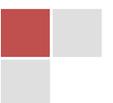
2013

# Capítulo IV

## Procedimiento para la síntesis de una imagen Arquitectónica fotorrealista estereográfica.

**El capítulo IV** de este documento explica y aplica técnicas para darle realismo a las escenas usadas de ejemplos prácticos y complementa al **capítulo V** donde se desarrolla las técnicas de composición estereográfica, tema que es el punto central de este documento. Entonces resumiendo el proceso el capítulo IV abarca del inciso 4.1 al 4.4 de manera resumida el modelado de primitivas básicas en base a una planta arquitectónica con un programa CAD. Seguidamente se explica la creación de materiales arquitectónicos sobre la interface gráfica de 3dmax design junto con el plugin v-ray. La creación de materiales se explica con un método de lo General a lo particular, es decir se explican procedimientos generales recursivos usados por todos los materiales.

El inciso 4.5 sigue la secuencia para darle realismo a la escena, explicando de forma práctica con anteproyectos de arquitectura, las técnicas usadas para iluminar interiores y exteriores en escenarios diurnos, nocturnos y mixtos. Por lo que se describirá paso a paso el proceso para lograr una iluminación fotorrealista, y aunque los motores de renderización simulan el transporte de la luz basados en la física, necesitan auxiliarse de técnicas adecuadas para lograr iluminar de manera más adecuada los distintos escenarios arquitectónicos, y hacer más eficiente el proceso de renderizado. Además al final de cada técnica explicada, se muestra el resultado final y es aplicada a la escena la técnica del autoestereogramas RDS (random dot stereogram), explicada en el Capítulo V.



# CAPÍTULO IV- Técnicas de creación de una imagen Arquitectónica fotorrealista Estereográfica.

## 4.1 procedimiento de realización de una imagen fotorrealista

En el capítulo III inciso 3.5.3 podemos ver más detalladamente toda la información relacionada al procedimiento global de la creación de una imagen generada por computadora la cual la podemos resumir en 6 pasos fundamentales:

- a) Modelado (muy básico en esta tesis)
- b) Aplicación de Materiales y/o creación de los mismos (procedimiento básico)
- c) Iluminación: interior, exterior, de día y de noche.
- d) Cámaras estereoscópicas: creación del par estereoscópico.
- e) Renderización: Ajustes Básicos con V-ray
- f) Post-producción estereográfica, con Photoshop CS

## 4.2 Ajustes Iniciales de Pantalla



Los ajustes iniciales son parte fundamental de todo procedimiento de síntesis de imágenes por computadora pues dependemos de lo que visualizamos en pantalla. Uno de los factores fundamentales para poder asegurarnos que lo que vemos en nuestro monitor será visualizado igual o similar en otro monitor, o impreso es la gamma de nuestro monitor. La gama como su nombre lo indica es una gama o conjunto de tonos que deben poder distinguirse dentro de nuestro monitor, lo que significa que no debe ser una imagen sobre-expuesta o sub-expuesta en su brillo, pues esto crearía resultados indeseables al proyectarlos en otras pantallas o imprimirlos.

### Corrección de gama

La corrección de gama la podemos hacer de una manera sencilla en la gráfica superior izquierda apreciamos una imagen en escala de grises con 8 tonos en total o 3 bits de profundidad. Generalmente en las tonalidades de grises que veremos para ajustes de color en los programas 3D serán de 8 bits o 256 tonos diferentes por lo que con estos 8 colores representamos en intervalos de 32 tonos todos los 256 tonos posibles del negro al blanco. Los pasos para esta corrección serían los siguientes:

1. Abrimos la aplicación que controla nuestra pantalla la cual podemos acceder a través de un lugar vacío en la pantalla y haciendo clic derecho, si no encontramos una aplicación específica debe aparecernos en la lista "propiedades de pantalla".
2. Nos vamos a propiedades de escritorio y en la pestaña de color Modificamos a voluntad la gamma, el brillo y el contraste, hasta que nos muestre correctamente la relación entre un numero en relación con cada tono de gris que contiene cada uno.

Nota: la mayoría de software de visualización 3D, también contienen opciones de corrección de gama, los cuales deben utilizarse de forma adecuada para no crear sub o sobre-exposición en los tonos de la imagen. La imagen para la corrección gamma puede ser bajada de: [www.3drender.com/light/GrayScale.gif](http://www.3drender.com/light/GrayScale.gif)

### Tipos de Pantalla

Las pantallas de rayos catódicos están siendo sustituidas rápidamente por pantallas LCD, LED, AMOLED, entre otras tecnologías. Particularmente las LCD son aún muy usadas en computadoras portátiles y presentan el problema que tienen un ángulo de visión limitado, ya que se fundamentan en la polarización de la luz para su funcionamiento, es por esta razón que si tenemos una de estas pantallas debemos asegurarnos que estamos de frente hacia ella en un ángulo tangente de 90



grados en posición vertical y horizontal cuando estamos haciendo la corrección de gama. Los demás tipos de pantalla no tienen este inconveniente.

## 4.3 Creación de volúmenes Básicos

### Modelado orientado a la arquitectura

Muchos software de visualización 3D incluyen además de sus versiones estándar, versiones para diferentes áreas específicas, entre ellas la arquitectura, facilitando al arquitecto el modelado o dibujado de ventanas, puertas, escaleras entre otros componentes utilizados comúnmente por la arquitectura. De estos programas podemos mencionar a ArchiCad, Autocad architectural, 3D studio Design, Autodesk Revit Architecture entre otros.

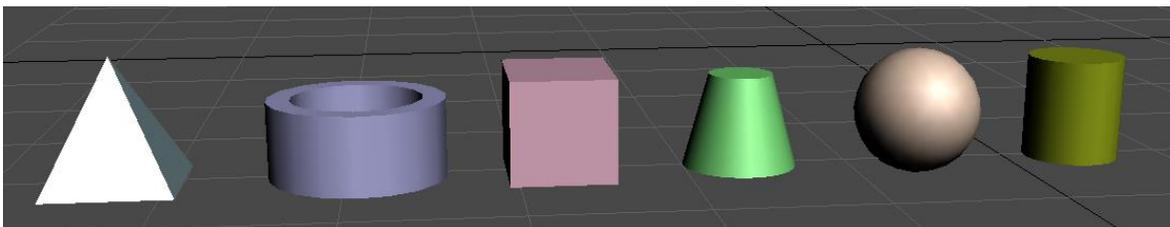
En la etapa del modelado se consume en promedio el 95% del tiempo al artista 3D, arquitecto o diseñador en la realización de una visualización digital, porque en ella se detallan con modelos geométricos todo los objetos que contiene el objeto arquitectónico, y todos los volúmenes que definen en sí mismo el aspecto formal del anteproyecto de arquitectura.

Las herramientas de modelado son tan versátiles que el arquitecto puede crear desde arquitectura orgánica y dinámica como la de Zaa Hadid hasta la arquitectura de conceptos más rectilíneos como la de Le Corbusier. Estas dos tendencias de arquitectura involucran un nivel alto e intermedio de conocimiento sobre las herramientas de modelado de cada paquete de software de visualización 3D. Por lo que en esta tesis solo se tratarán de explicar los volúmenes básicos y las herramientas básicas de creación de volúmenes booleanos, los cuales son más que suficientes para el tipo de tendencia arquitectónica que se maneja en los ejemplos que veremos en los siguientes incisos.

### Primitivas Básicas

Las primitivas básicas son sólidos o volúmenes que nos sirven de base para formar volúmenes más complejos. En sí mismas sin ninguna modificación más que solo dimensionándolas podremos obtener volumetría arquitectónica básica para empezar a diseñar conceptualmente nuestras ideas y bosquejos. Una de las maneras más fáciles y prácticas de iniciar a modelar es teniendo el completo control de nuestro diseño dibujado en 2D, que en muchos casos es un boceto o un dibujo en 2D en algún programa CAD, conteniendo las plantas arquitectónicas, elevaciones y secciones del anteproyecto arquitectónico. Entonces partiendo de un programa conocido por la mayoría de Profesionales como Autocad de Autodesk podremos empezar a modelar desde una planta arquitectónica en 2D. Dentro de los objetivos de esta tesis no es de especial interés el modelado de un objeto arquitectónico para no extender demasiado este subtema y poder abarcar más ampliamente el tema de los materiales, técnicas de iluminación y proyección estereográfica por lo que solo mencionaremos la técnica de lograr sólidos y superficies básicos que servirán como base para lograr cualquier otra forma más elaborada de volumetría para la arquitectura.

Fig. 1 Primitivas básicas (modeladas en 3D max studio)

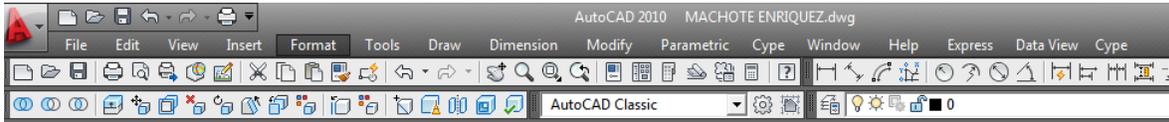


## Creación de Volúmenes Básicos en un programa CAD.

Para poder modelar en un programa CAD debemos establecer los parámetros básicos para un modelado correcto. Partiendo de unos ajustes iniciales para luego tomando de referencia una planta arquitectónica empezar con el levantado de muros. El dibujo debe estar en una unidad específica, pues a la hora de importar a otro programa de modelado debemos evitar escalar, a menos que sea absolutamente necesario.

### Creación de Volúmenes en un Programa CAD (Autocad 2010)

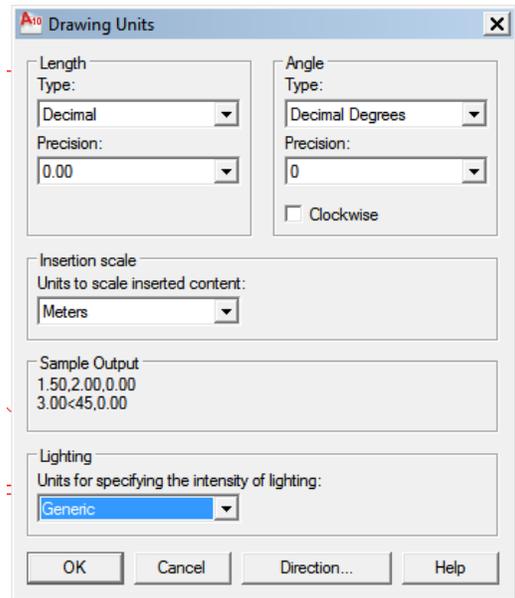
1. Ajuste de unidades en autocad: a) Click izq. en Format de la barra del menú principal, b) Click izq. en Units.



2. nos saldrá el menú DrawingUnits, ajustamos nuestras unidades según nuestros requerimientos.

Opciones del menú “DrawingUnits”:

- **Type:** elegimos decimal
- **Precision:** con 2 posiciones decimales es suficiente para modelos arquitectónicos.
- **InsertionScale:** meters es la opción más recomendable para proyectos de arquitectura.
- **Lighting:** no la usaremos, podemos dejarla en “Generic.”
- **Angle:** “Decimal Degrees” o angulos decimales, la dejaremos como esta.
- **Precisión:** la dejaremos en 0.



**Nota:** también se tiene la opción de abrir un machote o “drawing” que ya contenga estos ajustes iniciales para no repetirlos cada vez que iniciemos un Modelado.

#### TIP

*Para evitar problemas de facetación en la exportación de geometría de superficies o sólidos curvos a otro software como 3D studio max, es aconsejable trabajar en el origen de las coordenadas cartesianas o lo más cercano a ellas.*

### Creando poli-líneas o “polyline”

- a) Las poli-líneas son muy útiles en el modelado 3D pues pueden convertirse fácilmente en sólidos como muros, techos, columnas etc. Para su creación tenemos dos opciones:
- Opción 1: Redibujar o dibujar muros con poli-líneas ya que estas pueden ser usadas con extrusión en una capa diferente a la default.
- Opción 2: podemos crear poli-líneas delimitantes o “boundaries” dentro de líneas comunes que limitan una forma completamente cerrada.

En Autocad se llama a esta función en la línea de comandos escribiendo “boundaries”.

Las poli-líneas poseen la propiedad de convertirse en sólidos y también permiten un trazo continuo de formas rectilíneas con formas curvas. Las líneas comunes se convierten solo en superficies malladas, que no son útiles en operaciones booleanas.



## Comando PL

1. En la consola de comandos tecleamos el comando “pl” de para invocar la función de polyline (poli-línea).

```
Command:
Command: pl
PLINE
Specify start point: *Cancel*
Command: pl
```

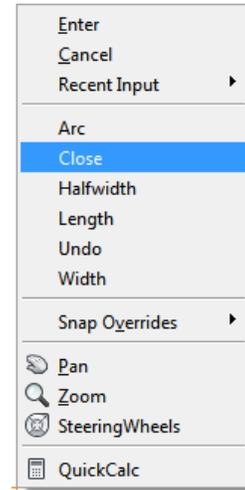
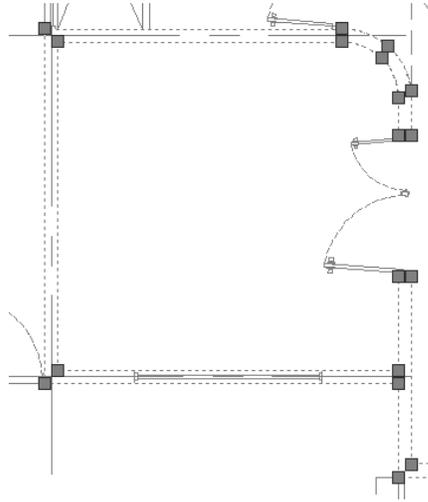
SNAP GRID ORTHO POLAR OSNAP OTRACK DUCS DYN LWT QP

### TIP

Recordemos tener activada las opciones “ortho” y “osnap (con las opciones endpoint y intersection)” para facilitar el redibujado de los muros con poli-lineas o “polyline”. En el dibujo activadas en celeste.

2. vamos haciendo click izq. En cada uno de los vértices hasta completar el muro de los dos lados.

3. Damos click der. En el penúltimo punto de nuestro Polilínea, se despliega un menú y elegimos close. Así nuestra polilínea será cerrada. La cual podremos usar para crear un sólido. o también podemos escribir “c” en la línea de comandos y luego Enter.



Trazado de Poli-línea

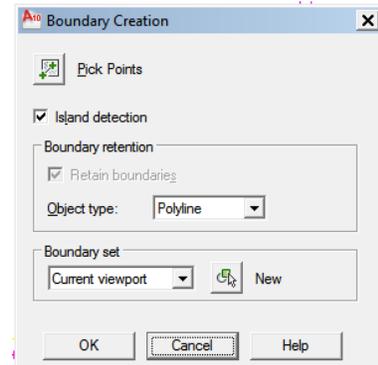
Menú de Poli-línea

## C) Comando “Boundary”

El comando “boundary” nos será muy útil en divisiones interiores, y pocas veces para modelar muros exteriores. Esto se debe a que el comando crea una poli-línea cerrada sobre la región donde se aplica. Y como generalmente los muros exteriores tienen ventanas, esto haría que para modelarlos con este comando se seccionara en demasiados bloques un solo muro lo que haría ineficiente su utilización para efectos de modelado.

Pasos:

1. En la consola de comandos escribir “bo”
2. saldrá la ventana de la derecha.
3. Debe estar activado “island detection”
4. Debe estar seleccionado “Polyline” en Object Type
5. Hacemos clic izq. En el recuadro de pick points
6. Le damos clic en el área interna de un muro
7. Presionar Enter
8. La línea de comando indica que ha sido creada una poli-línea.



## D) Creando objetos 3D

Básicamente existen dos formas de crear sólidos en Autocad, una es con el comando “Extrude” abreviado “ext” y el comando revolve abreviado “rev”. Estos dos comandos dan acceso a los sólidos por extrusión y a los sólidos por revolución. Para la creación de muros se necesita implementar el comando extrude. Con este comando ya sea en planta, elevación, o perspectiva se puede extruir cualquier forma 2D (x,y) a una forma 3D (x,y,z).

Los pasos son los siguientes:

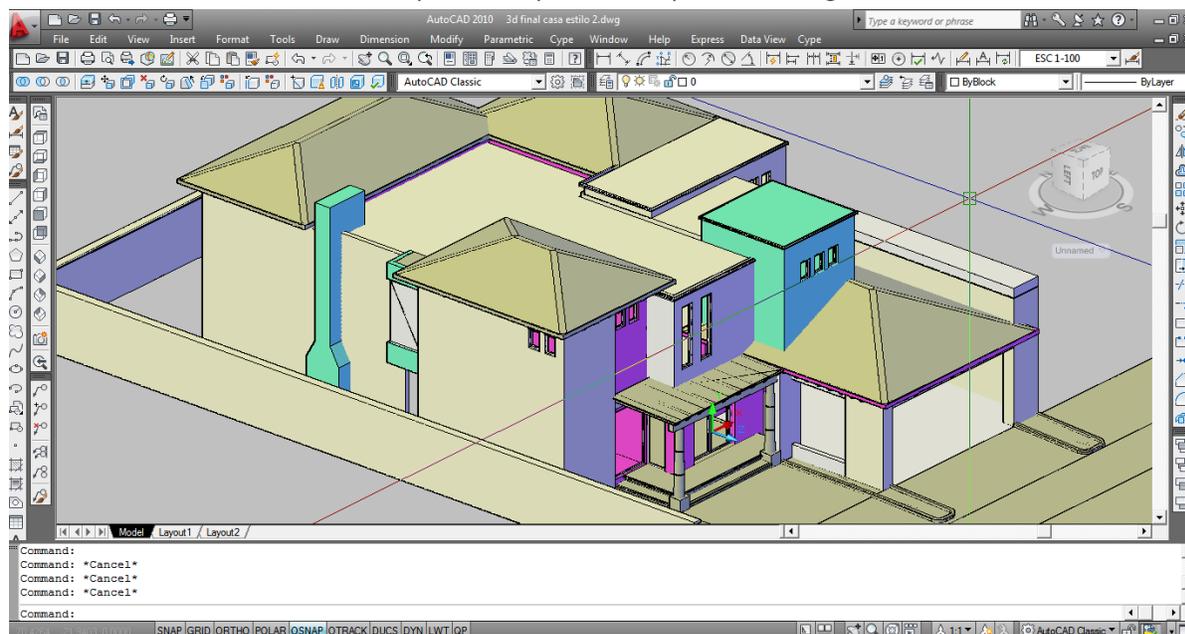
1. Escribir el comando “ext” en la consola de comandos.
2. Seleccionar el objeto a extruir (debe ser poli-línea).
3. Especificar el alto de la extrusión o [dirección/ruta/ángulo].

El paso tres nos da una serie de opciones que pueden ser muy útiles en ciertos casos, por ejemplo el “path” o ruta nos puede ser útil en la creación de molduras llevándolas por toda una ruta aunque esta sea curva o rectilínea. La opción “Taper angle” nos puede ser útil en la creación de techos a cuatro aguas con determinada pendiente (acepta ángulos + o -). La opción dirección nos da la posibilidad de darle altura a la extrusión por medio de la magnitud de una línea dibujada en pantalla.

4. Presionar la tecla Entrar o barra espaciadora.



El resultado en una visualización tipo “concept” o conceptual es la siguiente:



Código de Colores usados en la Imagen para facilitar su interpretación.

Café: para los Techos inclinados

Gris: para Muros Exteriores primer y segundo nivel (si continúan)

Cyan: muros de segundo Nivel y chimenea

Blanco: para marcos de ventanas (no apreciable por la escala)

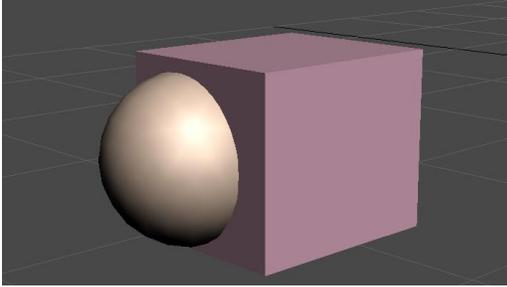
**Nota:** no se explicaran paso por paso la creación de columnas techos, marcos de ventana etc. Pues nos extenderíamos varias decenas de páginas en este documento se asume que el lector tiene un conocimiento básico ya de modelado por lo que este viene hacer un breve repaso del mismo.



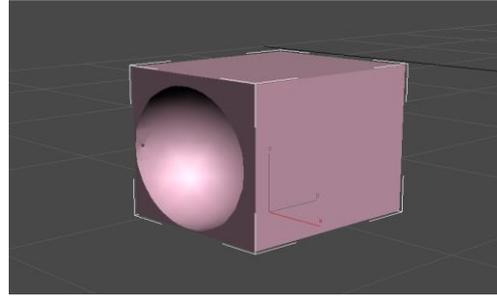
## Operaciones Booleanas:

Las operaciones booleanas con sólidos son formas de hacer operaciones de adición y sustracción entre sólidos para lograr más formas, son técnicas básicas de modelado muy utilizadas por los artistas 3D, y nos ayudan a crear geometrías que de otra forma serían más complicadas de producir, su principio se basa en las leyes booleanas, las cuales permiten, adición  $A+B$ , sustracción,  $A-B$ , e intersección. Ejemplos:

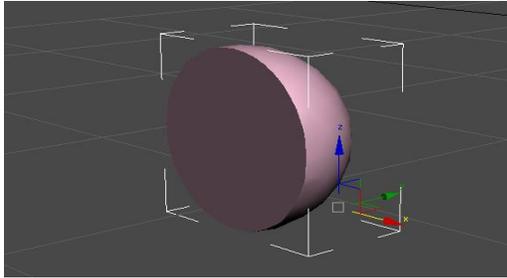
**Unión (A+B)**



**Sustracción (A-B)**



**Intersección**



## Aplicación de las operaciones Booleanas

Estas técnicas son especialmente útiles en la arquitectura para crear aberturas de ventanas, puertas, crear marcos de ventanas y puertas etc. Crear mobiliario, y una infinidad de formas que en general dependen más de nuestra imaginación en la utilización de estas herramientas.

Ejemplo de Aplicación: Modelado de un muro con una abertura.

Paso 1: dibujamos en 2D un muro de 2.50 m x 0.15m (elemento A)

Paso 2: Aplicamos el modificador "Ex" de extrusión.

Paso 3: Creamos un cubo de 1.00 m x 1.00 m con los pasos 1 y 2 (elemento B)

Paso 4: colocamos el cubo de 1mx1m en intersección con el muro, a "x" altura

Paso 5: con el comando "subtract" sustraemos B-A o el icono subtract.

Paso 5a: Seleccionamos B con click izq.

Paso 5b: presionamos Entrar

Paso 5c: seleccionamos A con click izq.

Paso 5d: Presionamos Entrar

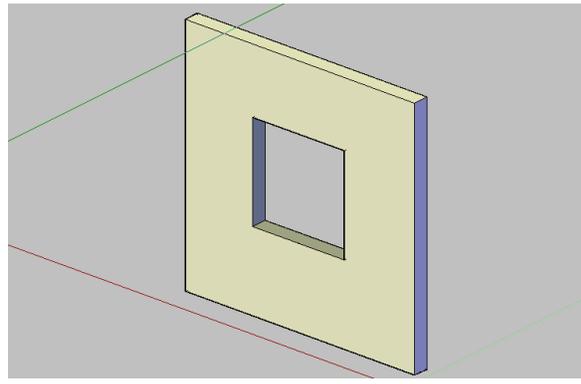
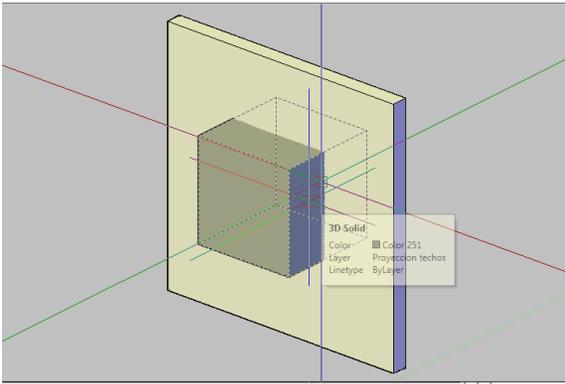
Paso 6: El nuevo solido ha sido creado

### TIP

*Para modelar también es recomendable ubicar los objetos en el origen (x,y,z) para que cuando utilicemos comandos de extrusión, los objetos permanezcan donde fueron creados.*



## Ilustraciones del procedimiento: pasos 4 y 5.



### Paso 4.

### Paso 5.

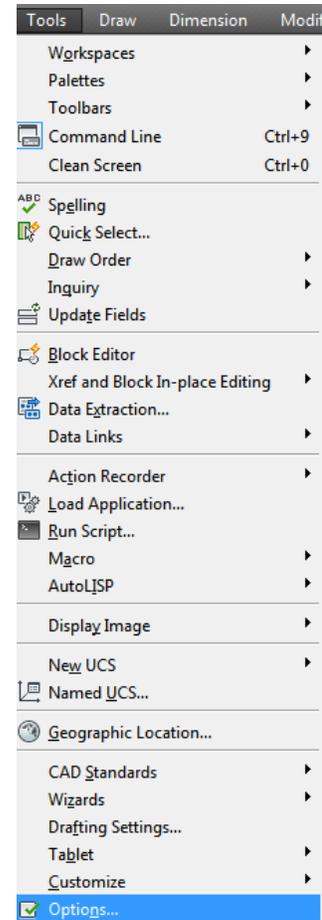
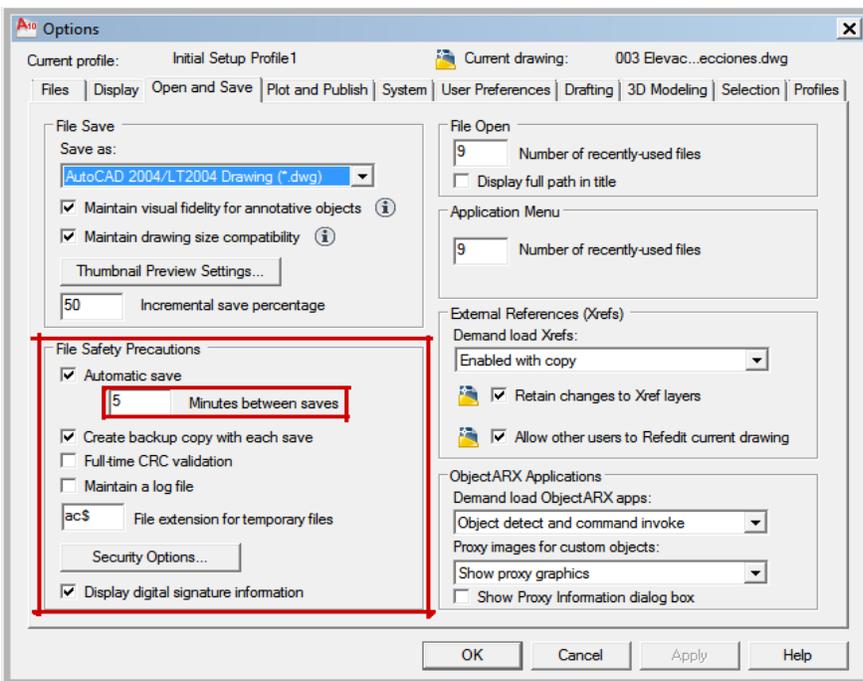
El tipo de vista de las ilustraciones esta en modo conceptual.

Para acceder a ella introducir en la línea de comando “VS”, Entrar, seguido de “C” Entrar.

## Almacenamiento en formatos 3D.

Cuando se comienza a modelar, es aconsejable nombrar al modelo virtual y guardarlo inmediatamente por seguridad, Autocad trae opciones para Guardar a cada cierto Tiempo recursivamente el dibujo según lo establezcamos. Para configurarlos y acceder a ellos se pueden seguir los pasos siguientes:

1. click izq. En el menu “Tools” de la barra principal
2. Seleccionar el último renglón del menu desplegado.
3. Click izq. Sobre “options.....”
4. Click izq. En la pestaña “open and Save”
5. En el recuadro de File Safety Precautions habilitar automatic save
6. Colocar el tiempo entre guardados. “Minutes between saves”.
7. Click izq. En OK para guardar los cambios.



Autocad permite guardar los archivos como DWG que es el tipo de archivo nativo del programa y DXF. Para exportar nuestro dibujo a cualquier otro programa se tienen las siguientes opciones en Autocad 2010. El asterisco significa el nombre del archivo seguido del punto que es la extensión del archivo. En la tabla siguiente se resumen las capacidades de exportación e importación con los dos programas que se utilizaran en esta tesis.

Tabla de Formatos de Almacenamiento, importacion y exportacion			
Autocad 2010		3D max studio 2010	
importacion	exportacion	importacion	exportacion
3D Studio (*.3Ds)	3D DWF (*.dwf)	Autodesk (*.FBX)	Autodesk (*.FBX)
Metafile (*.wmf)	3D DWFX (*.dwfx)	3D Studio Mesh (*.3DS, *.PRJ)	3D Studio (*.3DS)
ACIS (*.sat)	Metafile (*.wmf)	Adobe Illustrator (*.AI)	Adobe Illustrator (*.AI)
Micro Station DGN (*.dgn)	ACIS (*.sat)	Lightscape (*.LS, *.VW, *.LP)	Lightscape Material (*.ATR, *.BLK)
All DGN Files (*.*)	Lithography (*.stl)	Autodesk collada (*.DAE)	Autodesk collada (*.DAE)
	Encapsulated PS (*.eps)	OpenCOLLADA (*.DAE)	OpenCOLLADA (*.DAE)
	DXX Extract (*.dxx)	Autocad (*.DWG, *.DXF)	Lightscape Parameter (*.DF)
	Bitmap (*.bmp)	Flight Studio OpenFlight (*.FLT)	Publish to DWF (*.DWF)
	Block (*.dwg)	Motion Analysis HTR File (*.HTR)	Autocad (*.DWG)
	V8 DGN (*.dgn)	IGES (*.IGS, *.IGE, *.IGES)	Autocad (*.DWF)
	V7 DGN (*.dgn)	gw::OBJ-Exporter (.OBJ)	Flight Studio OpenFlight (*.FLT)
		StereoLitho (*.STL)	Motion Analysis HTR File (*.HTR)
		Legacy Autocad (*.DWG)	IGES (*.IGS)
		LandXML/DEM/DDF (*.DEM, *.XML, *.DDF)	JSR-184 (*.M3G)
		Autodesk Inventor (*.IPT, *.IAM)	gw::OBJ-Exporter (.OBJ)
		3D studio shape (*.SHP)	StereoLitho (*.STL)
		VIZ material XML import (*.XML)	
		Motion Analysis TRC File (*.TRC)	

Como se observa en la tabla superior la única opción común para ambos programas es el formato estandarizado de 3D Studio el cual los dos pueden importar. Autocad 2010 cuenta con pocas opciones de importación y más opciones de exportación pero con algunos formatos no estándares en la industria de la visualización 3D, esto se debe por supuesto a su ámbito de aplicación el cual está más enfocado en el dibujo 2D. Los archivos se almacenan nativamente con extensión \*.DWG y \*. DXF.

3D max Design studio cuenta con muchas más opciones de importación y exportación en formatos más estandarizados de intercambio de datos de Modelos en 3D, puesto que es un programa especial para modelado, animación y renderización de escenas físicamente realistas, y fotorrealistas. Los archivos se almacenan con extensión nativa de .max y .chr esta última como una extensión especial para animación 3D.

La desventaja principal de ambos programas es que una vez guardado el archivo en una versión superior ya no se puede utilizar el mismo con una versión del programa anterior.

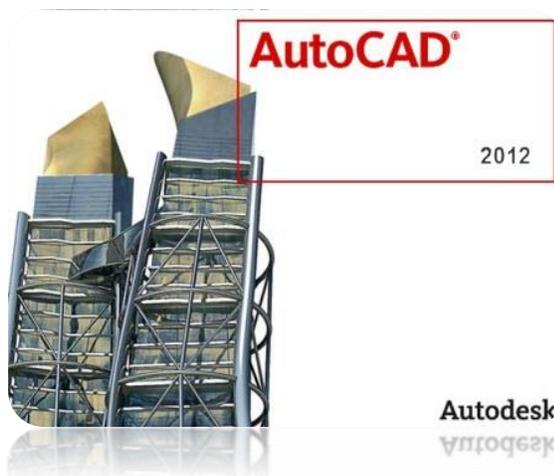
La ventaja que tiene Autocad sobre 3D max Designs tudio es que permite guardar los archivos en versiones anteriores, mientras 3D max la guarda siempre con la versión que fue Creado el archivo. Así que cuando actualizamos nuestros programas a versiones más recientes debemos tener precaución y guardar siempre un respaldo de la versión donde ya tenemos resuelta la iluminación.

Una ventaja adicional de 3D max es la capacidad de añadirle más formatos de importación o exportación por medio de plug-in, lo que lo vuelve más versátil en ese sentido.



## Programas utilizados en esta tesis para la síntesis de la imagen

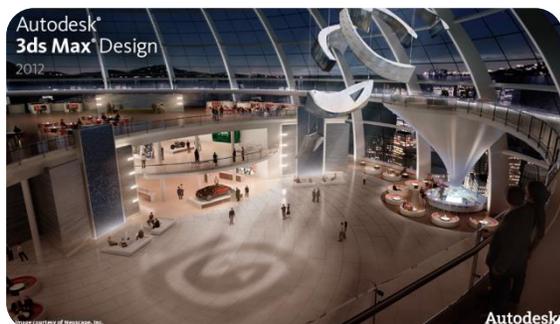
### Autodesk AutoCad 2012



En la explicación de creación de volúmenes básicos para modelado orientado a la arquitectura se utilizó el programa Autocad 2012. El uso de este programa se hace por una simple razón, AutoCAD permite de manera más fácil, practica y con precisión llevar las plantas arquitectónicas dibujadas en 2D a un entorno 3D sin mayores complicaciones, además de ser un programa muy conocido y manejado por Arquitectos. Básicamente creando solidos de revolución y extrusión dentro del programa y haciendo uso de operaciones booleanas se crean desde volúmenes simples hasta los más complicados. Luego se podrá importar la

geometría desde la interfaz de Autodesk 3ds Max design 2012.

### Autodesk 3ds Max Design 2012



Autodesk 3ds Max Design es utilizado para visualizaciones físicamente realistas y foto-realistas según el motor de render y materiales utilizados. Posee una interfaz de usuario muy intuitiva y comandos cortos para acceder a ellas. Este programa es muy utilizado en Arquitectura, Diseño industrial, Cine, Diseño automotriz etc. El interés en particular para el uso de este programa específicamente crear visualizaciones Arquitectónicas para este tutorial.

Específicamente la versión 2012 introduce el motor de renderización iRay el cual es un motor "Unbiased", es decir que llegara a un resultado físicamente correcto en determinado tiempo fijado por el usuario, a más tiempo mayor calidad. También es habitual encontrar el motor Mental Ray incluido en 3d maxDesign o Maya, este motor ha sido refinado para lograr tiempos de renderización más cortos que en sus versiones posteriores.



### V-ray V2.20 por Chaos Group

V-rayes un plugin desarrollado para varios programas de modelado 3D, incluido 3D max Design, que posee algoritmos para la simulación del transporte de la luz y materiales. Este motor es muy eficiente porque utiliza un algoritmo propio llamado irradiance map para la iluminación global el cual es parecido al mapa de fotones pero sin muchas de sus limitaciones, su uso es relativamente fácil ya que se han implementado plugin (SolidRocks) de automatización de los

Ajustes según el tipo de escena por lo que será muy útil en renderización final luego de haber utilizado las técnicas de iluminación de este documento.



## 4.4 Creación de Materiales Arquitectónicos

### Propiedades de los Materiales

Para la creación de materiales en CGI es necesario que conozcamos las propiedades básicas de cualquier material, pero podemos mencionar los dos extremos de donde surgen todas las combinaciones intermedias dándonos infinitas cantidades de materiales físicamente reales y otros que solo son posibles simularlos en el ambiente virtual de trabajo. En los siguientes procedimientos se utilizara 3dmax studio design 2012 con el editor de materiales en modo compacto.

**Ideal Difuso** El primer extremo es un material completamente difuso o “Lambertiano”, este es un material ideal, puesto que no existe un material completamente difuso, en arquitectura, materiales con estas propiedades serian como las piedras, los acabados en muros, concretos etc.

**Ideal Especular** En el otro extremo tenemos un material completamente especular o no-difuso, como por ejemplo un espejo, que refleja toda la luz que recibe en otra dirección según el ángulo de visualización. En la realidad no existe un material completamente especular, pues en mayor o menor medida siempre es absorbida una parte de la energía reflejada.

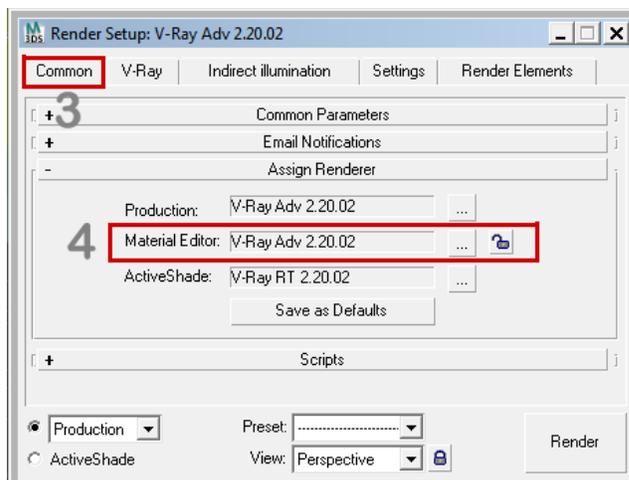
### Materiales Difusos-Especulares

La tercera clasificación es para materiales que no son completamente difusos, pero tampoco son completamente especulares. Entre estos materiales podemos mencionar a los plásticos, los metales, las cerámicas, las maderas. Algunos Motores de renderización como maxwell render simulan la propiedad de especularidad definiéndola como un “coating” o película delgada como es el caso por ejemplo de barnices o cerámicas. En otros programas como v-ray simplemente es una propiedad de especularidad aplicado a todo el material sin simular específicamente una capa delgada. Los dos métodos son válidos, pero el primero es correcto para render basado en la física.

#### 4.4.1 Parámetros Generales de materiales en CGI

Las BRDF o (Bidirectional reflection distribution function) y las BDSF (Bidirectional Scattering Function) definen como “luce” un material específico. Para ampliaciones del tema ver inciso 3.10 del Capítulo III. Por lo tanto las BRDF’s o BRSF’s son la base de cualquier material que creamos en cualquier tipo de Motor de Renderización o Programa de Visualización 3D. A continuación veremos los parámetros básicos para crear materiales los cuales pueden variar de un programa a otro pero esencialmente controlan los mismos parámetros para los ejemplos utilizaremos el editor de materiales de 3D max studio 2009, en conjunto con el motor de renderización vray por ser relativamente de fácil utilización. Para usarlo teniéndolo ya instalado seguiremos los siguientes pasos:

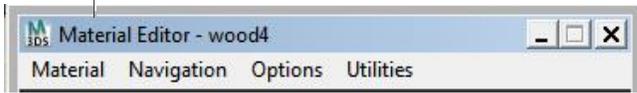
- ① En la barra principal de menús, click izq. en “Rendering”.
- ② Seleccionamos “Render Setup.....” y nos saldrá dicha ventana.
- ③ Click izq. En la pestaña “Common”
- ④ Click izq. En el recuadro de “Material Editor” nos despliega una lista de opciones según tengamos instaladas. Seleccionamos la versión v-ray que tengamos instalada.



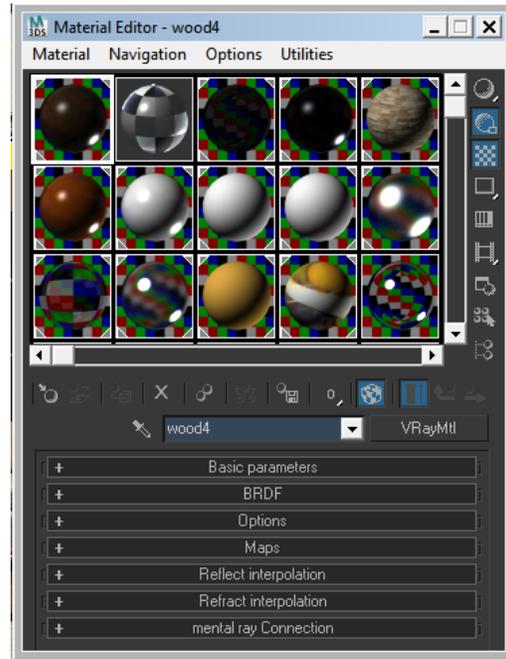
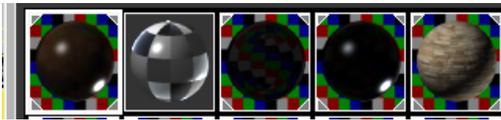
# El Editor de Materiales

El editor de materiales como su nombre lo indica nos ayudara a crear, guardar, visualizar y editar materiales a través de sub-menús desplegables, podemos también, copiar materiales, aplicarlos a la geometría seleccionada entre otras funciones. Llamar a la biblioteca de materiales etc. Enumeraremos los elementos que conforman dicho editor de materiales y sus respectivas funciones.

① Barra de Menú principal (algunas funciones son repetidas en los menús sub-siguientes, pero en forma de iconos)



② Ventanas de Pre visualización de Materiales

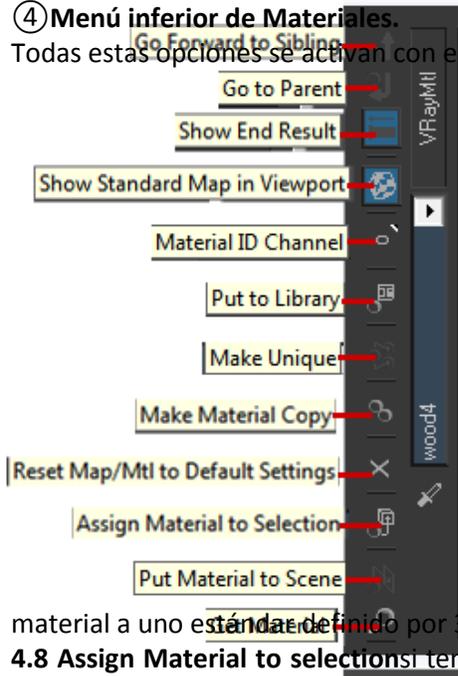


③ Menú lateral de Materiales. ⑤ Menús Desplegables del editor de materiales VRay (+)



④ Menú inferior de Materiales.

Todas estas opciones se activan con el click izq. del mouse.



### 4.1 Go Forward to Sibling

4.2 Go to Parent Las opciones 4.1 y 4.2 tienen son botones de navegación de adelante y atrás, según las acciones que vayamos realizando en los menús desplegables ⑤.

4.3 Show EndResult muestra el resultado obtenido mostrándolo en el slot de visualización ②.

4.4 show Material in Viewport muestra el material en el viewport en el objeto que lo hayamos aplicado.

### 4.5 Make Unique.

4.6 Make Material Copy Hace una copia del material seleccionado.

4.7 Reset map/Mtl to Default Settings Regresa el

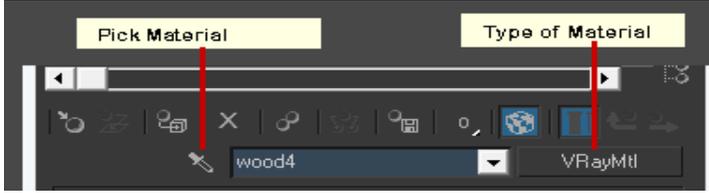
material a uno estándar definido por 3d Max.

4.8 Assign Material to selection si tenemos un material seleccionado podemos aplicarle el material que estamos editando. 4.9 Put Material to scene esta opción permite que cuando editamos una copia de un material aplicado en la escena podamos actualizarlo ya con los cambios que necesitábamos hacer. 4.10 Get Material Nos abre el Material/ Map Browser para elegir de varias opciones un nuevo material.



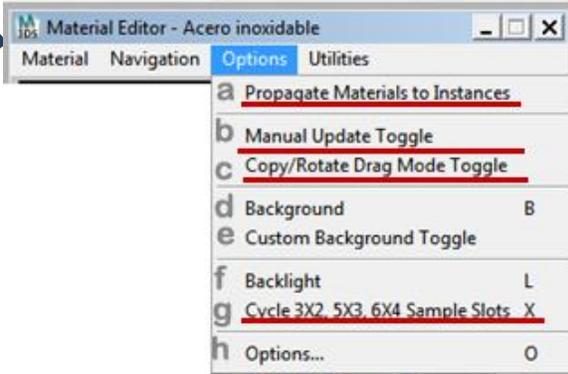
**4.11 Pick Material:** nos permite llevar el material aplicado en un objeto de la escena al slot de materiales para su edición.

**4.12 Type of Material:** para acceder al menú de esta opción la cual veremos más detalladamente adelante nos permite abrir una ventana exactamente igual a la del inciso 4.10 pero con opciones de creación solo de materiales.



**1. Barra de Menú principal**

Esta barra no la detallaremos todas las funciones porque algunas son las mismas que encontramos de los menús del ② al ④ pero en forma de iconos. Por lo que mencionaremos las que no están incluidas en los iconos de la barra lateral ③ las cuales subrayaremos en rojo.



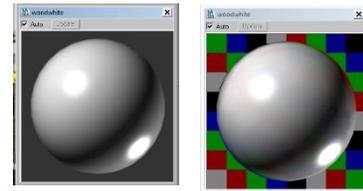
**a. Propagate Material to instances:** con esta opción propagamos el material de un objeto a todas sus instancias.

**b. Manual Update Toggle:** actualiza todos los materiales en el editor de arriba hacia abajo.

**c. copy/Rotate Drag Mode Toggle:** con esta opción se puede rotar la esfera que contiene el material que estamos editando o habilitar la copia de un material en otro slot con solo arrastrarlo. Opción disponible también con clic der. Sobre un slot y seleccionamos Drag/Copy

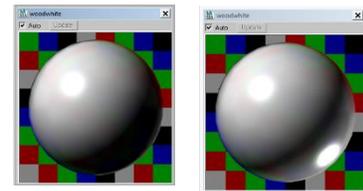
o Drag/rotate.

**d. Background:** esta opción permite activar o desactivar el fondo del slot del material el cual puede quedar gris o con un mosaico de colores RGB. Se recomienda tenerlo activado para materiales reflectivo y transparentes. Esta opción es individual para cada slot. O click izq. en el icono de la barra lateral  para activar y desactivar.

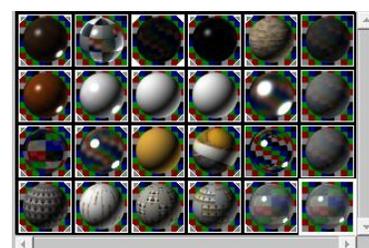
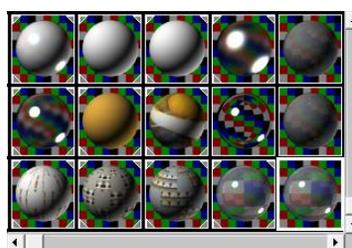
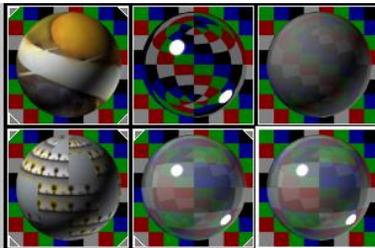


**e. Custom Background Toggle:** actualiza para todos los slots de arriba hacia abajo con el fondo personalizado para nuestros materiales el cual configuramos en el Menú principal options>Options>Custom Background.

**f. Backlight:** es la fuente de luz que ilumina los materiales dese la parte inferior derecha. Podemos activarla o desactivarla a nuestro criterio, también puede ser activado en el icono  de la barra lateral derecha de los slots de visualización.



**g. Cycle 3x2, 5x3, 6x4 Sample Slots X:** nos muestra distintos tamaños del slot de pre visualización de materiales en 3 tamaños diferentes. La capacidad máxima es de 6x4 =24 tipos de materiales.

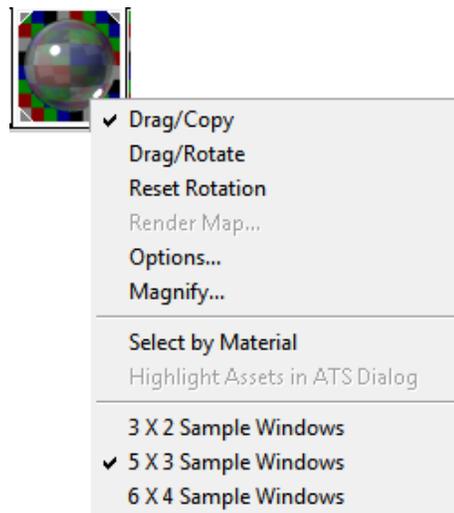


**h. Options:** es una ventana con una serie de opciones con relación a la Pre visualización de los materiales en los slots, de los cuales algunas funciones ya están explicadas por lo que no nos extenderemos en la misma ya que con los valores de fábrica el programa esta óptimamente configurado para lo que realizaremos más adelante.

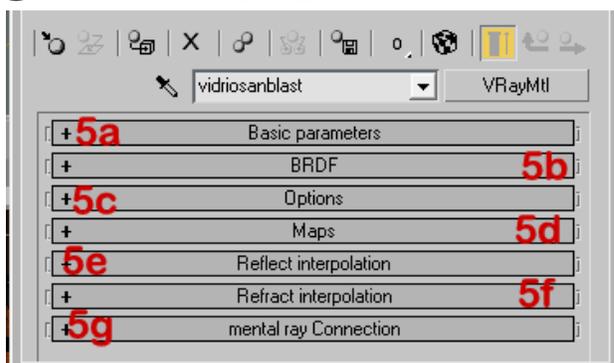
**Menú de slot de pre-visualización:**

Este menú es una redundancia de los demás ítems explicados anteriormente pero nos ofrece una ventana con opciones al instante sin buscar en los iconos correspondientes o en el menú principal. Accedemos a él con un clic der. Sobre cualquier slot. Se explican los que no han sido vistos.

La opción **Magnify** hace un acercamiento al material que tenemos seleccionando la cual también podemos acceder en el menú principal> material> launch magnify Windows podemos también acceder a ella con un doble clic izq. sobre cualquier slot. Y la opción **selectby material** también la tenemos en el menú principal>utilities>Select objects by Material. Esta utilidad selecciona los objetos de la escena que contengan el mismo material asignado y seleccionado en el slot.



## ⑤ Menús Desplegables del editor de materiales tipo VRayMtl



Con esta serie de Menús desplegados podremos crear cualquier material que deseemos para nuestra escena. Los principales son menús del 5a.-5d. El 5e y 5f son ajustes más finos para mejorar el rendimiento y los parámetros reflectivos y refractivos de algunos materiales que generalmente no se cambian. Y la última opción 5g. no se usará pues es una extensión para conexión con materiales mental ray que tiene su propio motor de

renderización que viene de fábrica con 3d max studio. La idea de este tutorial no es de hacer muy extenso los temas con un procedimiento muy detallado. Más bien lograr optimizar nuestro tiempo, resaltando aquellos temas que tienen un impacto más significativo en el resultado final de una visualización arquitectónica como los de las técnicas de iluminación y ajustes en el motor del render

**5a. Parámetros Básicos**

**5b. BRDF**

**5c. Options**

**5d. Maps**

**5e. interpolación de reflexión**

**5f. interpolación de refracción.**

**5g. Mental Ray connection.**



## 5a. Menu Parámetros Básicos (Basic parameters)



a continuación de forma resumida se aclara la terminología utilizada y su definición para poder comprenderla y así poder utilizarla para crear cualquier material.

### Componente difusa (diffuse)

Este es el color real de la superficie, los colores de reflexión y refracción pueden afectar la apariencia visual de este color. Es importante entender que no hay material en el mundo real que sea puro blanco RGB (255,255,255), ni negro puro RGB (0,0,0). Cuando se crea un material blanco o negro, establecer los valores de color RGB de un blanco no puro (245,245,245) / negro RGB (2,2,2). Este color es el que tiñe de su color a los objetos cercanos cuando no existe una textura asignada. **Roughness** puede ser utilizado para simular el polvo sobre una superficie mediante el control del reflejo de la luz directa sobre la superficie.

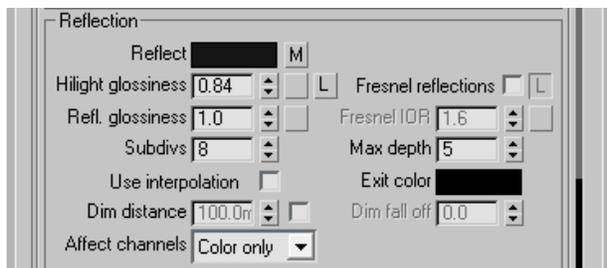
#### TIP

*En la componente difusa cuando se trabaja con materiales blancos es recomendable no utilizar un blanco puro (255,255,255) porque aumenta los tiempos de renderización innecesariamente.*

#### TIP

*Cuando se utilizan pisos tipo parquet y se coloca un color amarillento en el canal difuso, generalmente teñirá toda la escena de ese color por eso es recomendable dejarlo en un tono de gama gris intermedio. Esta componente determinará también muchas veces el color y la luminosidad de nuestros cielos en ambientes interiores.*

### Grupo de parámetros de Reflexión. (reflection)



**Reflect** Al igual que el diffuse que utiliza un valor de color para determinar la fuerza de reflexión. El blanco RGB (255,255,255) es totalmente reflectivo y el negro RGB (0,0,0) no refleja nada en absoluto. Mediante el uso de color en lugar de la escala de grises este tendrá reflejos de colores. Comúnmente se

utiliza un valor de escala de grises para determinar la fuerza de reflexión se deberá experimentar en algunos casos con este valor para lograr el efecto deseado. La tabla siguiente puede ser utilizada como guía de reflexiones de algunos materiales. **Tabla #2**

Material	Valores reflectantes	Material	Índice de Refracción (IOR)
Aluminio pulido	65 - 75 %	Aire	1,0002926
Aluminio mate	55 - 75 %	Alcohol	1,329
Acero	25 - 30 %	Ambar	1,546
Acero inoxidable	80 - 90 %	Aguamarina	1,577
Cobre muy pulido	60 - 70 %	Diamante	2,417
Latón muy pulido	70 - 75 %	Esmeralda	1,56
Roble claro pulido	25 - 35 %	Cristal	1,51
Roble oscuro pulido	10 - 15 %	Hidrógeno (gas)	1,000140
Papel blanco	70 - 80 %	Hielo	1,309
Granito	20 - 25 %	Metanol	1,329
Mármol pulido	30 - 70 %	Nailon	1,53
Estuco claro	40 - 45 %	Oxígeno (gas)	1,000276



Estuco oscuro	15 - 25 %	Oxígeno (líquido)	1,221
Homigón	20 - 30 %	Plástico	1,460
Ladrillos	10 - 15 %	Cuarzo	1,544
Cristal	5 - 10 %	Rubi	1,760
Espejo de plata	80 - 88 %	Ojo de tigre	1,544
Espero pulido	92 - 95 %	Topacio	1,620
Azulejos blancos	75 - 80 %	Agua (vapor)	1,000261
Blanco esmaltado	65 - 75 %	Agua (20° C.)	1,33335
Blanco lacado	80 - 85 %	Circonita	1,800 - 1,960

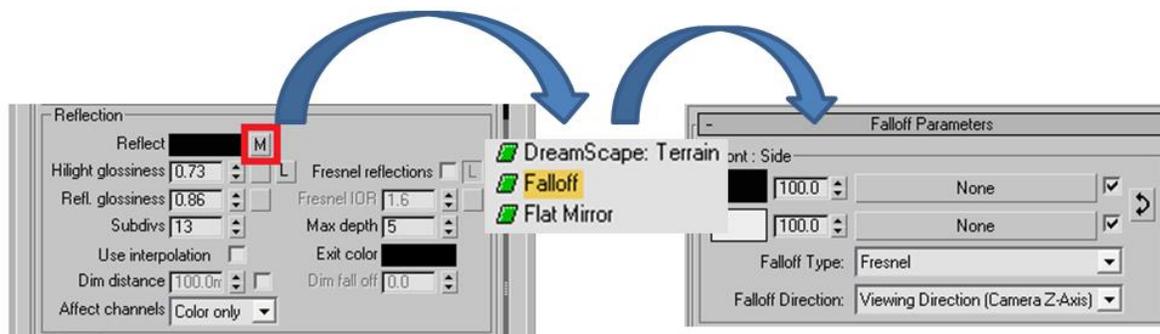
#### TIP

Para usarlos valores en la tabla antes descrita, debemos convertir los valores en % a valores en la escala de grises de 255 tonos. La operación sería la siguiente tomamos el valor en porcentaje lo dividimos entre cien y lo multiplicamos por 255. Ejemplo valor = 80%. Operación:  $(80\%/100)*255 = 204$  este sería el valor a ajustar en la escala de grises.

### Reflexiones Fresnel ( Fresnel Reflections)

Las reflexiones fresnel están presentes en la mayoría de los materiales excepto en los metales, este efecto está relacionado con el ángulo que vemos la superficie de un material, esto quiere decir que a 90° captaríamos poca reflexión y a 0° captaríamos toda la reflexión posible dependiendo del material, este ángulo es medido respecto a la normal de la superficie en cuestión. Este hecho por supuesto no es aplicable a superficies con una especularidad casi al 100% pues son materiales reflectivos en todos los ángulos.

**“Falloff” tipo Fresnel** Frecuentemente en el parámetro “reflect” usamos un “Falloff” con el que podemos sobrescribir el valor del índice de Refracción o IOR fresnel y ajustar de una mejor manera la cantidad de reflexión fresnel en la posición frontal (90 grados) y la posición de lado (0 grados). También pudiendo escoger más tipos de “falloff”. Esto ocasiona que el color de “Reflect” quede sin efecto sobre el material.

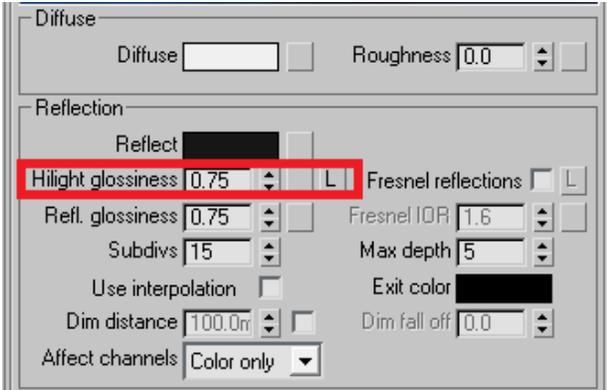


### Fresnel IOR

IOR es sinónimo de refracción y se utiliza para medir la luz que se refracta a través de una superficie en relación con el ángulo de visión. Por lo tanto el valor de IOR en sí mismo es una buena aproximación para la reflexión y la refracción. Esta es la razón por defecto está bloqueado a la refracción IOR. Una fórmula conocida como la ley de Snell se utiliza para describir la relación entre los ángulos de incidencia (ángulo de visión) y de la refracción que le da la IOR.



## Brillo Especular o “Highlight Glossiness”

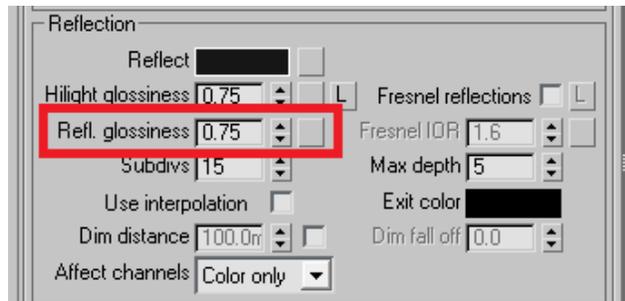


En los aspectos más destacados del mundo real son el reflejo de fuentes de luz y los objetos circundantes. En gráficos por computadora hay dos métodos diferentes para calcular el mismo efecto. El primero es no hacer ninguna distinción entre las luces y los objetos. El segundo es para el tratamiento de las luces por separado de los objetos. Uno puede desear sobre el otro para una escena en particular. Por defecto el “highlight glossiness” está bloqueado

en el grupo “reflection”. “Highlight glossiness” es mejor conocido como especular. Este toma el reflejo de una luz directa y lo agrega a la superficie del material, ya que la luz directa esta generalmente alrededor de la iluminación especular. Su rango es de 0.00 a 1.00, del valor 0.00 a 0.55 crea un brillo especular muy difuso y de 0.55 a 0.97 va disminuyendo el tamaño de las fuentes de luz reflejadas hasta que con el valor 1.00 no existe reflexión de fuentes luminosas. Esto significa que en valores bajos el brillo especular se expande en toda la superficie del material y con valores altos se hace más nítido y por lo tanto más pequeño el reflejo de las fuentes de luz.

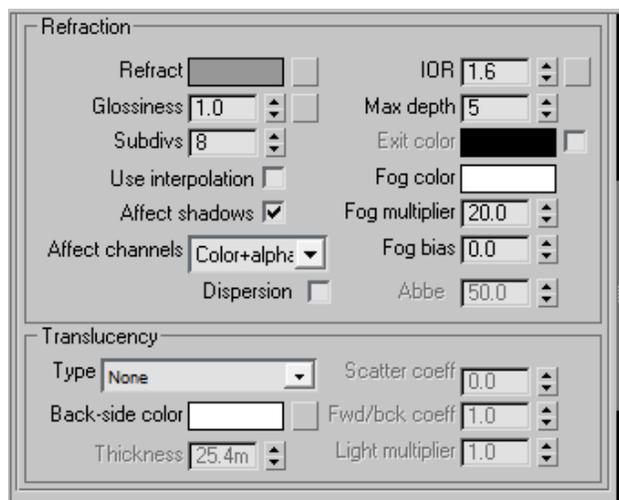
## Reflection Glossiness

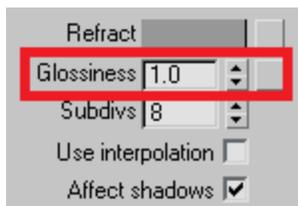
Este parámetro se controla con un rango de 0.00 a 1.00. la función es controlar con más precisión el entorno reflejado del material sin afectar el Brillo especular como lo hace el parámetro Reflect que afecta la reflexión y el brillo especular simultáneamente. Las subdivs determinan la calidad de los dos parámetros anteriores.



## Grupo de parámetros de Refracción (refraction)

Estos parámetros solo son útiles con materiales que transmiten la luz, por el fenómeno de la refracción, materiales opacos utilizan este valor en cero, es decir en negro (0,0,0). Y de (1,1,1) hasta (255,255,255) presentaran transparencia. El índice de refracción o IOR (en inglés) lo podemos ajustar según el material deseemos simular (ver ejemplos en tabla#2). El fog color nos da la opción de agregarle un tinte al material. Fog multiplier es la intensidad del mismo tinte.

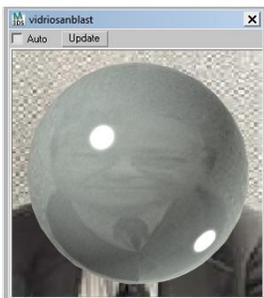




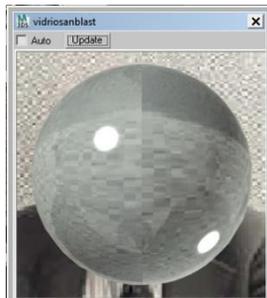
**Glossiness** controla más sutilmente la refracción, si se quiere que el material permanezca con sus propiedades de IOR sin modificación debemos de dejarlo siempre a 1.0 que en este caso es el valor máximo. Ahora si se coloca el valor en 0 el valor de IOR quedara totalmente sin efecto.

Ejemplo: con el IOR en 1.55 en las primeras dos imágenes a y b.

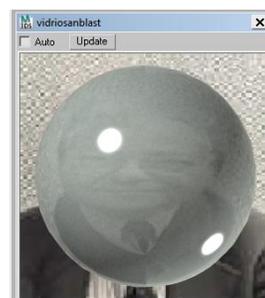
a) Glossiness :1.0



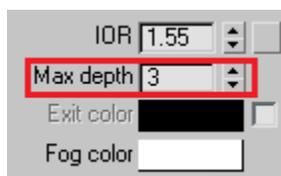
b) Glossiness :0.0



c) IOR: 1



En la figura c) Cuando colocamos **IOR = 1.00** le estamos indicando al programa que el material tiene la misma densidad que el vacío y por lo tanto el medio se vuelve totalmente transparente sin refracción o desvío de la luz.



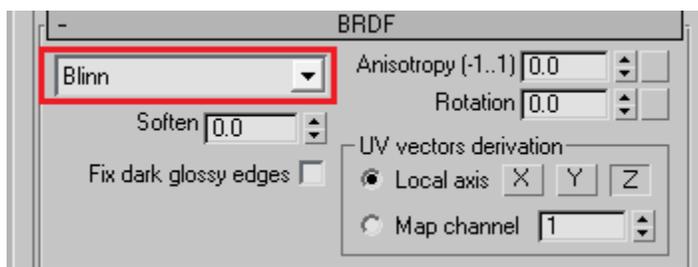
**Max depth:** determinara la cantidad de reflexiones o refracciones que hará la luz, generalmente con la cantidad de 3 a 5 es más que suficiente para lograr efectos realísticos. Este parámetro en conjunto con los menús desplegables de "Reflect interpolation" y "refract interpolation" con la cantidad de "subdivs" en los grupos de reflexión y refracción. Pueden ayudar a mejorar la calidad de las mismas a costa de más tiempo de renderización, o por el contrario pueden ayudar a optimizar el tiempo. Generalmente se dejan como están cuando se está creando un material con propiedades reflectivas y/o refractivas.

#### TIP

*Este parámetro de Max depth es controlado de manera global por el motor de renderización de manera que si en el parámetro global colocamos 3 y el material tiene 5 solo se computaran 3 reflexiones y/o refracciones.*

### 5b. Grupo BRDF

Este menú desplegable nos ofrece la opción de escoger el tipo de BRDF a usar, el cual depende del material que queramos simular. Se detallar a mas adelante. Podemos escoger 3 opciones de modelos de reflexión, el de Blinn, el de Pong y el de Ward.

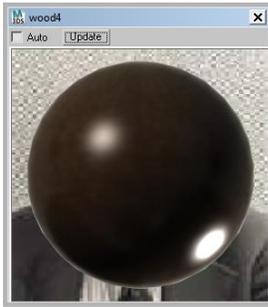


No profundizaremos en la explicación de las BRDF pues está más ampliamente detallado en el inciso 3.10 Capítulo III con el título **modelos de reflectancia o BRDF**. Las otras opciones que aparecen en este menú se dejan como están pues para la mayoría de



materiales funcionan en su valor por “default”, se asume que la BRDF es isotrópica, es decir que es igual en la forma de esparcir el brillo especular en todas las direcciones de reflexión y en cualquier ángulo de observación.

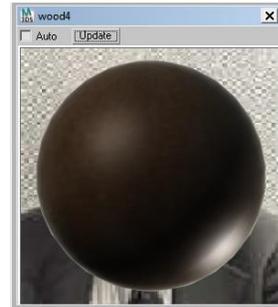
### Modelo de Blinn-Phong



### Modelo de Pong



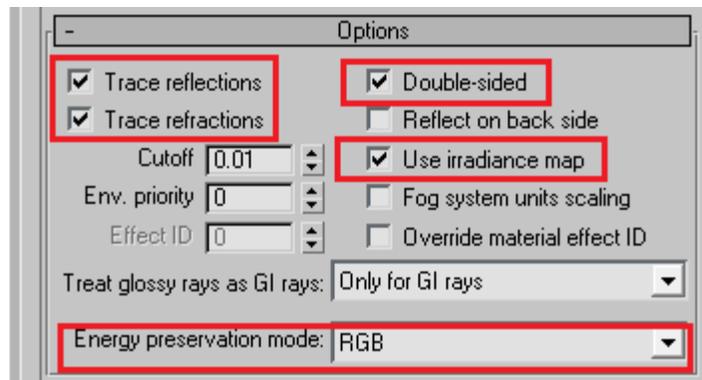
### Modelo de Ward



Para cada tipo de material hay un modelo de reflexión que se adapta mejor a ese material por lo que en la creación de materiales se verá cada una de estas opciones.

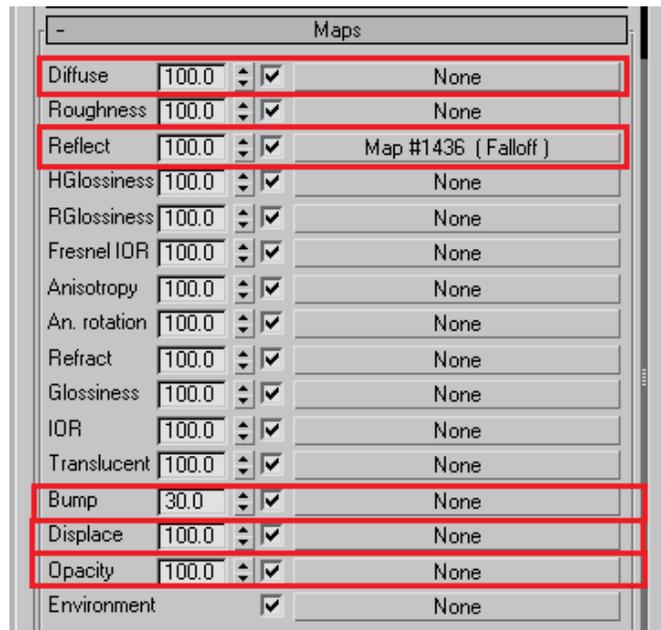
### 5c. Menú desplegable “Options”

Las opciones en los rectángulos rojos son las que vienen activadas default cuando creamos un material tipo vray. Las opciones Trace reflections y Trace refractions habilitan o deshabilitan la opción de las propiedades reflectivas y refractivas en la fase de renderizado. Las demás opciones las dejamos como están y si las necesitamos se especificaran en la creación del material.



### 5d. Menú desplegable Maps

La creación de materiales por medio de Mapas o imágenes es una de las mejores técnicas para crear materiales realísticos. Los recuadros rojos nos indican los lugares donde más comúnmente se colocan mapas. Estos mapas permiten hacer materiales que de una forma tradicional consumiría mucho tiempo y recursos del hardware. Por lo que se detallaran el funcionamiento de cada uno cuando se esté explicando la fase de creación de materiales.

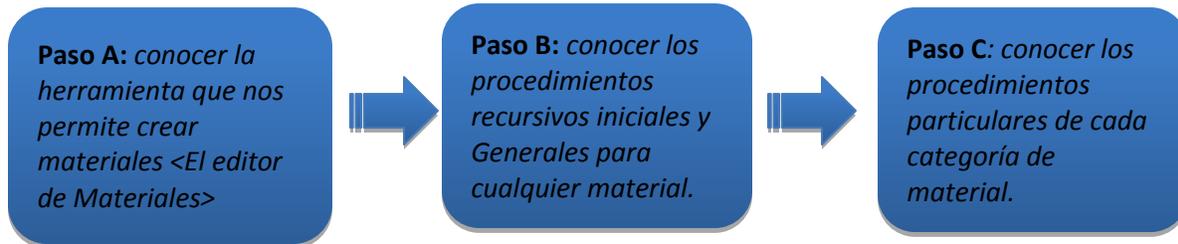


# Procedimiento para creación de materiales

La creación de materiales paravisualizaciones en arquitectura es uno de los elementos fundamentales en conjunto con las técnicas de iluminación para hacer que una imagen sea lo más realista posible.

En la actualidad existen una gran cantidad de materiales usados como el acabado final del objeto arquitectónico, este acabado depende en gran medida de la tendencia arquitectónica usada en el aspecto formal, por lo que tenemos una amplia gama desde los más sencillos como por ejemplo el concreto, el ladrillo, hierro forjado, hasta los más modernos como el alucobond, titanio, acero, polietilenos, poliuretanos, acero inoxidable, vidrio templado entre otros.

Estos materiales son usados tanto en acabados interiores como en exteriores. El método que se propone para aprender a crear materiales será un método de lo general a lo particular resumido en el siguiente esquema:



**Paso A:** conocer una herramienta es un paso fundamental para cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, El editor de materiales no es la excepción. Por lo que en el inciso anterior se explicó su interface gráfica y la función de cada elemento dentro del mismo.

**Paso B:** en este paso se aprenderán los procedimientos para realizar tareas repetitivas, como el inicio del material y herramientas de manipulación de archivos como copiar, pegar, cortar. También se incluirán otras tareas que utilizan el lenguaje propio de un editor de materiales, pero que de igual forma son recursivas, por lo que es conveniente clasificarlas como pasos generales para la creación de materiales.

**Paso C:** el procedimiento particular de cada material es explicado en este paso, los cuales son diferentes parámetros ajustados específicamente al tipo de material que se requiera simular.

La cantidad de materiales arquitectónicos en la actualidad asciende a miles, por lo que sería poco práctico explicar cada material, en su lugar se creara un material representativo de cada tipo. Por lo que si se desean más materiales podremos modificar los que se han hecho o en el internet podemos encontrar varias páginas con cientos de materiales vray, entre ellas una muy conocida con la dirección:[www.vray-materials.de](http://www.vray-materials.de)/sitio del cual tendremos que registrarnos para acceder a materiales creados por usuarios de todo el mundo de este motor de renderización.



Materiales comúnmente simulados en escenas arquitectónicas:

- ① **Muros:** fachaleta o piedra natural, tablayeso, cernido fino,
- ② **concretos:** Prefabricado, pavimento.
- ③ **Madera:** parquet, nogal oscuro.
- ④ **Pisos cerámicos:** mosaico cerámico, porcelanato.
- ⑤ **Metales:** cromo, acero inoxidable, aluminio.
- ⑥ **Vidrios:** San Blast, Vidrio transparente, Vidrio entintado, espejo.
- ⑦ **Techos:** tejas.
- ⑧ **líquidos:** Agua.
- ⑨ **cuero, Telas y alfombras.**
- ⑩ **Vegetación:** arboles, grama.
- ⑪ **pintura automotriz, caucho, plásticos, asfalto.**

## Procedimiento Inicial de Creación de Materiales



**Paso A:** Siempre que se comience la creación de un nuevo material se debe llamar al editor de materiales con la letra "M".

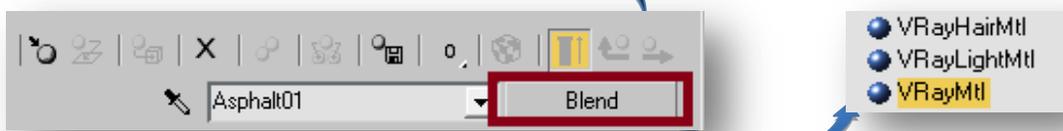
**paso B:** seleccionaremos generalmente un material tipo "vrayMtl" aunque el motor de VRAY es compatible con otros tipos de materiales como blend, shellac o el estándar, funciona mejor con materiales creados específicamente para trabajar con los algoritmos del motor Vray.

**Paso C:** nombraremos al material según sea su tipo.

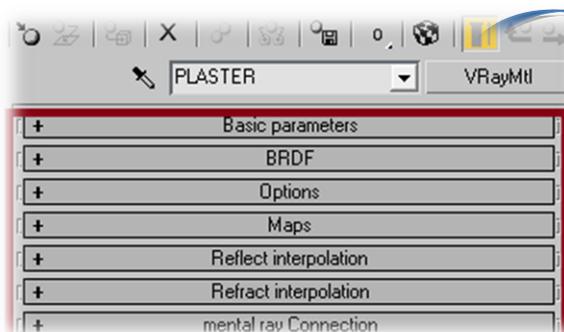
### Materiales Vray

**Paso #1:** Abrimos el editor de materiales pulsando "M"

**Paso #2:** en el menú inferior Horizontal, clic izquierdo en botón "Material Type".



**Paso #3:** en la ventana del Material/Map browser > doble clic en VRayMtl



Con estos tres sencillos pasos ya obtenemos los menús desplegables de un típico material VRay. En los menús desplegables se harán procedimientos recursivos para la creación de materiales por lo cual se describirán los mismos:



- En el menú desplegable “basic parameters” Modificar Valor RGB a “0-255” del canal “difusse, reflect o refract”
- En el menú desplegable “Maps” colocar Mapa tipo “xxx” al slot de “xxx”
- Copiar Mapa del slot “xxx” al slot “xxx”
- Pegar Mapa al slot “xxx”

Estos procedimientos generales (casi siempre todos) una vez aprendidos deben ser repetidos una y otra vez cada vez que se cree o modifique un material. Por lo que serán muy útiles todo el tiempo y por ello la necesidad de aprendérselos de manera intuitiva.

## Procedimientos Generales para crear VRayMlt

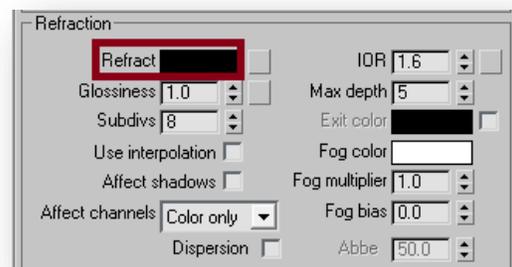
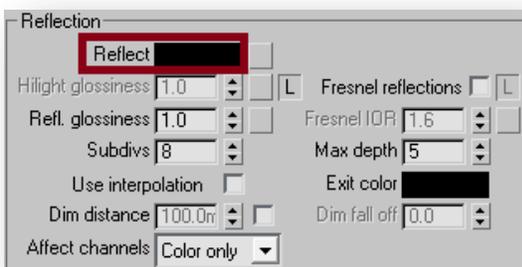
### Cambio de Valor (RGB) del color “xxx” en el menú “Basic Parameters”.

**Paso #1:** menú basic parameters> clic izq. En el color del canal difuso.



**Paso #2:** la manera más exacta de cambiar este valor es poner su valor directamente en el parámetro “Value:” si no vamos a utilizar ningún color, luego clic izq. en el botón OK. Este valor puede ser de 0-255, no debemos dejar este valor en 0, ni dejar lo en 255 pues le estamos diciendo al programa que el material absorbe toda la luz, o la refleja toda. Si no lo hacemos aumentaremos los tiempos de renderización innecesariamente. Este paso será aplicado en casi todos los materiales y solo se referirá a él para indicar el valor del mismo en formato RGB para valores con color (0-255,0-255,0-255).

**Nota:** “basic parameters” cuenta con tres grupos específicos: Diffuse, Reflection y Refraction. Donde cada grupo siempre tiene un color en los parámetros: Diffuse, Reflect y Refraction respectivamente. Este color indica el valor de dichos parámetros de 0-255. Por lo que se referirá a ellos de la siguiente forma: **en el menú basic parameters>grupo Reflection>cambiar o ajustar el Valor de Reflect a “RGB”. Este valor siempre se ajusta por “default” en el selector de colores. Si el color es “0,0,0” significa que están deshabilitados.**



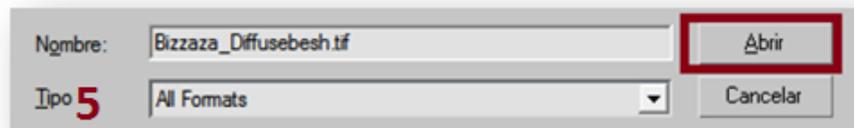
## Aplicar Bitmap en el canal “xxx” del menú Maps

**Paso#3:**menú maps> clic izq. en el canal donde deseamos colocar el bitmap. El bitmap puede ser cualquier tipo de imagen con o sin canal alfa. Algunos de los formatos soportados son: \*.tiff,\*.Jpeg,\*.bmp,\*.png,\*.gif, entre otros.



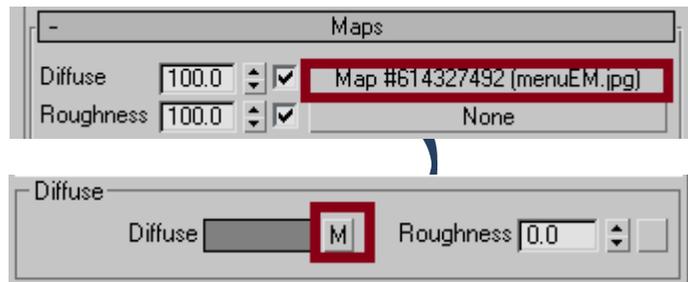
**Paso #4:**doble clic izq. para abrir la ventana del explorador de Windows

**Paso #5:** seleccionar la imagen que deseamos>clic. Izq. en abrir.



Con estos pasos se tendrá el mapa seleccionado en el canal específico que se elija. Este paso es de aplicación recursiva y lo repetiremos tantas veces como mapas tenga nuestro material, por lo que en la creación de los siguientes materiales no se incluirá de nuevo este proceso recursivo detalladamente.

Al aplicar los mapas automáticamente en los parámetros que tengan un botón adyacente se indicara con una “M” que contienen un mapa. Estos botones también permiten aplicar el material directamente en cada canal haciendo clic izq. sobre ellos.



## Herramientas para la manipulación de Mapas

Copiar, pegar,cortar y borrar son herramientas de manipulación de archivos que generalmente se usan muy frecuentemente en la creación y edición de materiales, por lo que se describirá el proceso para realizarlas. El proceso es similar al que encontramos en editores de texto o de imágenes.Las distintas tareas para herramientas aparecerán al hacer clic der. Sobre el slot que seleccionemos colocando el cursor del mouse sobre él y haciendo clic izq. para ejecutarlo. Las opciones 3-6 se ejecutan con un clic izq. y se detallan sus funciones junto con la 1 y 2.:

**1. “cut”** o cortar: nos permitirá retirar el mapa del slot seleccionado para trasladarlo a otro slot reteniéndolo en la memoria del portapapeles hasta realizar otra operación de cortado o copiado.

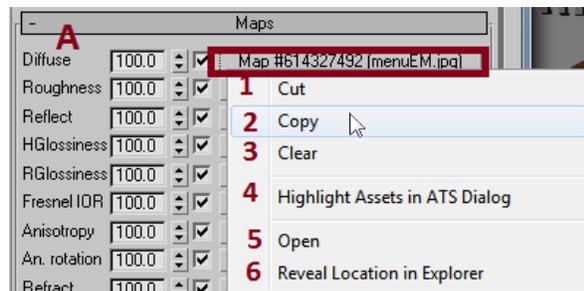
**2. “Copy”** o copiar: nos permitirá copiar el elemento hacia otro slot reteniendo una copia en el portapapeles hasta realizar otra operación como cortar o copiar de nuevo.

**3. “clear”** o limpiar: limpiara el slot.

**4. “Highlight Assets in ATS Dialog”**: este menú contiene sub-menús que explicaremos más adelante.

**5. “Open”** abrir: abrirá una segunda ventana de edición del Mapa.

**6. “Reveal Location in Explorer”**: nos revelara la localización del mapa en el explorador de Windows.



## Copiado- opción A- o cortado

**Paso No.1:** clic. Der. Sobre el slot deseado

**Paso No.2:** clic Izq. sobre “copy” o “cut”

**Paso No.3:** clic Der. Sobre el slot donde deseamos crear la nueva copia.

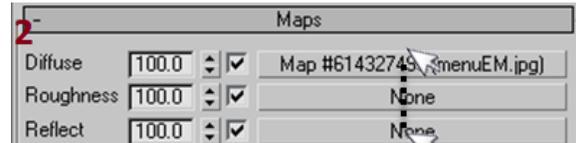
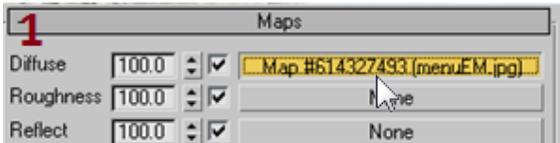
**Paso No.4:** seleccionar Paste (copy) Pegar solo copia, o Paste (instance) pegar copia como instancia.



## Copiado- opción B-

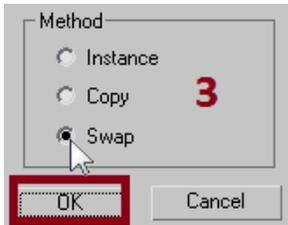
**Paso No.1:** mantener presionado el botón izq. del mouse sobre el slot que contiene el mapa que será copiado.

**Paso No.2:** Arrastrar el puntero del mouse al slot donde será pegada la copia y soltar el botón izq. del mouse.



**Paso No.3:** saldrá una ventana de copia>seleccionar una de las tres opciones disponibles:

a) Copy: copia del mapa b) copy (instance): copia el mapa como instancia c) swap: traslada el mapa a otro slot, (cortar-pegar)> clic izq. En **OK** para aceptar, o clic izq. en **Cancel** para Rechazar.



## 4.5 Técnicas de iluminación Digital y aplicación de autoestereogramas RDS

---

### Introducción

El presente inciso está enfocado en darle realismo a la escena, para tal propósito adecuado explicar de forma práctica con anteproyectos de arquitectura, las técnicas usadas para iluminar interiores y exteriores en escenarios diurnos, nocturnos y mixtos. Por lo que se describirá paso a paso el proceso para lograr una iluminación perceptualmente foto-realista, y aunque los motores de renderización simulan el transporte de la luz basados en la física, necesitan auxiliarse de técnicas adecuadas para lograr iluminar de manera más adecuada los distintos escenarios arquitectónicos, y hacer más eficiente el proceso de renderizado. Además al final de cada técnica explicada, se muestra el resultado final y es aplicada a la escena la técnica del autoestereogramas RDS (random dot stereogram), explicada en el capítulo V.

### Escenarios Diurnos

Los escenarios diurnos son escenas donde existe iluminación Solar Directa o iluminación indirecta de cielo, o ambas combinaciones. Con v-ray existe la posibilidad de agregar automáticamente una luz de cielo realística o “skylight” el cual trabaja en conjunto con “Sunlight” en visualizaciones exteriores arquitectónicas. También en este tipo de escenas se tiene la opción de utilizar técnicas de Iluminación basada en imagen con un mapa HDRI asignado al entorno. Para escenas interiores diurnas se podrá usar el mismo sistema solar que para exteriores + iluminación adicional para lograr que la luz ingrese con suficiente energía en los interiores.



Fig. a) Muestra iluminación diurna utilizando una sola fuente de luz direccional



## Escenarios Nocturnos

Los escenarios nocturnos, son escenas donde solo existe una débil iluminación ambiental que por ende ilumina toda la escena, o una tenue iluminación Directa por el reflejo de la luna de la luz solar. el principal motivo de este tipo de visualizaciones es representar como lucirá el objeto arquitectónico con iluminación artificial interior y exterior. Para lograr estas visualizaciones es necesario colocar luminarias en el interior de los ambientes, en la jardinerización y en la fachada de interés.



**Escena Renderizada diseño de Fachada (fuente propia)**



**Escena sin Renderizar en 3ds Max Design**



## Escenarios Mixtos

Los escenarios mixtos, son escenas donde se utiliza simultáneamente una iluminación de día muy tenue, esta iluminación se puede simular con iluminación basada en imagen o una iluminación directa con una puesta de sol.

Estos escenarios muestran con claridad la volumetría en general del objeto arquitectónico y al mismo tiempo que muestran la iluminación interior y exterior artificial.

En general se debe ajustar la potencia de la iluminación exterior y la interior para que exista un balance y contraste adecuado que resalte el objeto arquitectónico.



**Escena Mixta con Iluminacion basada en Imagen o IBR (fuente propia)**



### 4.6.1 escenario Diurno interior

Este ejemplo una aplicación práctica de la visualización foto-realista para el diseño de interiores. La escena fue modelada en Autocad y luego exportada a 3ds Max Design, luego se aplicaron los materiales antes explicados. Se siguieron los siguientes pasos generales que se describen en detalle a continuación:

- Para el fondo se utilizó una foto panorámica de la vista del lugar de emplazamiento de la residencia para darle su verdadero contexto.
- Para simular la luz solar se utilizó “VraySun”.
- Para simular la luz indirecta del cielo se utilizó una “Vraylightplane”.



### Iluminación Directa

La iluminación directa puede ser simulada perfectamente por luces que simulan las características de la luz solar Directa por medio de “VraySun” para lo cual seguir los siguientes pasos:

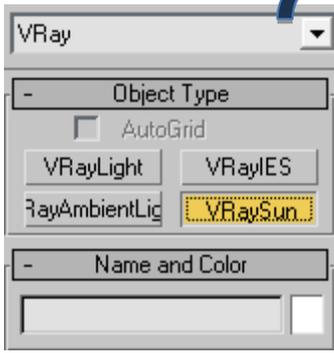
**Paso#1:** en el panel de comandos>en la pestaña “create”>clic izq. en el icono “lights”



**Paso #2:** en el menú desplegable> clic izq. Sobre el botón> clic izq. sobre V-Ray

**Paso #3:** colocar el modelo en una vista en planta>presionar la letra “T”.

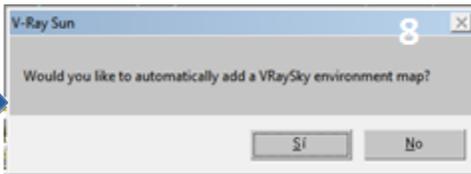




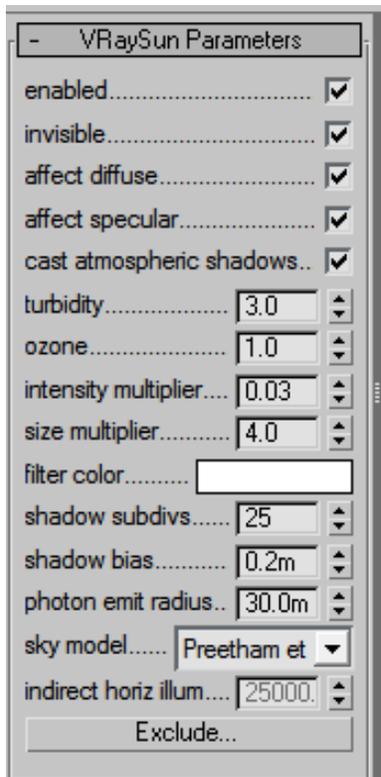
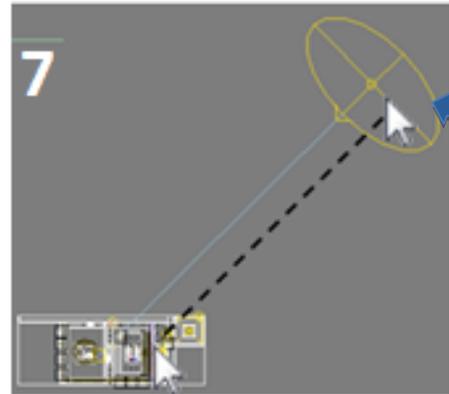
**Paso#4:** en el menú desplegable “ObjectType”>clic izq. sobre el boton“VRaySun”.

**Paso#5:** si se desea colocar el nombre del “VRaySun” en el menú desplegable “Name and Color”, de lo contrario Vray le asignara el nombre “VRaySun01” y seguirá numerandolos si se siguen creando masVRaySun. El vraySunesta compuesto por un disco que simboliza su fuente de emisión, y la dirección la indica una flecha, el objetivo o “target” es simbolizado por un cubo muy pequeño que se une con una línea a la fuente.

**Paso #7:** con la vista en planta>sostener clic izq. donde se situara la fuente y arrastrar el puntero hasta el centro de nuestra escena interior.



**Paso #8:** nos saldrá una ventana emergente si queremos aplicar automáticamente un mapa de entorno tipo “VRaySky” al cual seleccionaremos que no porque se usara otro método.



Menu desplegable “VRaySun parameters” este menu Ajustaremos la luz solar según el entorno ambiental del objeto arquitectonico.

**Paso#9:** Ajustar los siguientes parametros según la imagen. Del menu desplegable “VRaySun Parameters”.

**Enabled**-enciende y apaga “VRaySun light”

**Invisible**-cuando esta activada hace al sol invisible, para la camara y las reflexiones.

**Affect diffuse**-determina si Vraysun afecta las propiedades difusas del material que ilumina.

**Affect specular**-determina si Vraysun afecta las propiedades especulares del material que ilumina.

**Turbidity**- este parametro determina la cantidad de polvo en el aire y afecta el color del sol y del cielo. Pequeños valores hacen azul y claro el cielo y el sol, valores grandes simula la polucion de las grandes ciudades.

**Ozone**- este parametro afecta el color de la luz del sol. Pequeños valores hacen el sol mas amarillo, valores altos lo hacen mas azul.

**Intensity multiplier**- modifica la potencia del sol.

**Size multiplier**- controla el tamaño visible del sol. Afecta el difuminado de las sombras.



**Shadow subdivs** – controla el numero de muestras de las sombras del sol. Mas subdivs producen sombras de mayor calidad, pero tiempos de render mayor.

**Shadow bias**- mueve la sombra del objeto iluminado hacia delante de el con valores bajos, con valores altos acerca mas la sombra frente a ellos, pero puede separar la sombra del objeto.

**Photon emit radius**- determina el radio del area, en donde los fotones seran disparados.

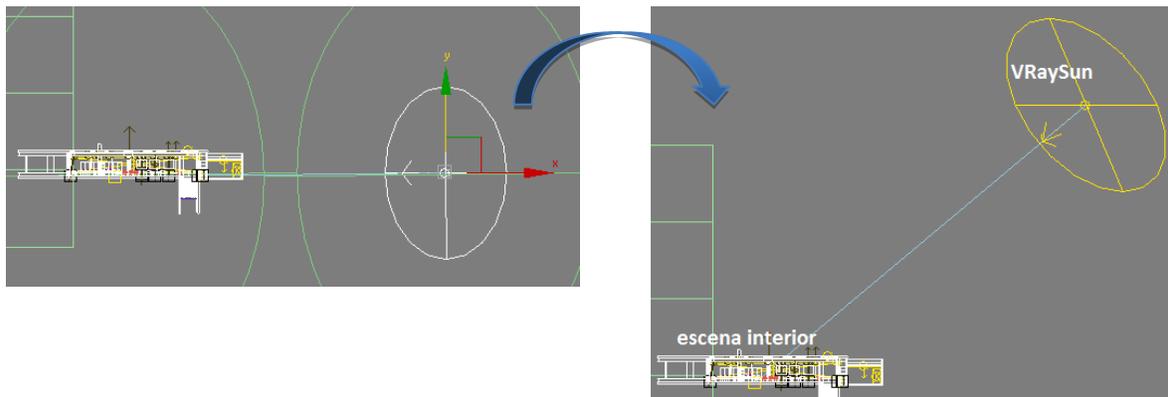
**Sky model**- permite especificar un modelo procedural que sera usado para generar la textura del VraySky.

- **CIE clear** – genera una textura por procedimiento para VraySky en base a el metodo CIE de cielo claro.
- **CIE overcast**- genera una textura por procedimiento para VraySky en base a el metodo CIE de cielo Nuboso.
- **Preetham et al.** Genera una textura por procedimiento para VraySky en base a el metodo Preetham et al. Esta opcion deshabilita “indirect horiz. Ilum.”.

**Indirect horiz. Ilum.** –especifica la intensidad (en luxes) de la iluminacion en superficies horizontales generada por el cielo.

**Exclude** – permite excluir objetos de la iluminacion y/generacion de sombra de la luz del sol.

**Paso#10:** en la vista frontal ajustar la altura y por lo tanto el angulo de la luz tipo “VRaySun”. Con clic en el icono de la barra de herramientas principal.  Moviendo sobre el eje y hasta lograr un angulo aproximado de 45°.



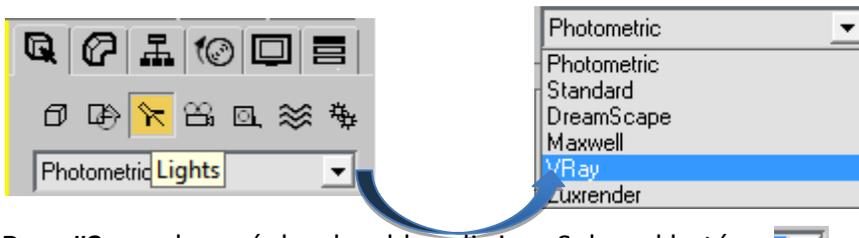
Con estos pasos se completa la primera fase que consiste en crear, ajustar y colocar en la posicion adecuada la luz tipo “VRaysun”.

## Iluminación indirecta

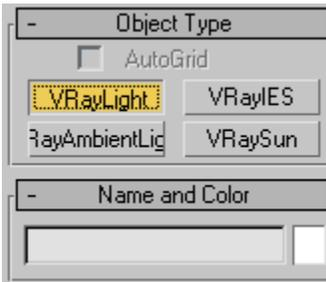
Puesto que solo la iluminación Directa de “VRaySun” no es suficiente para iluminar toda la escena interior es necesario simular la iluminación indirecta horizontal que ingresa por las ventanas producida por el cielo, produciendo sombras suaves en los objetos interiores. a continuación los pasos para su creación:



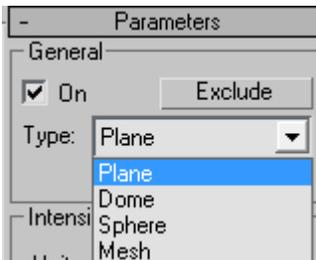
**Paso#1:** en el panel de comandos>en la pestaña “create”>clic izq. en el icono”lights”



**Paso #2:** en el menú desplegable> clic izq. Sobre el botón  >clic izq. sobre V-Ray



**Paso #3:** en el menú desplegable “objecttype”>clic izq. sobre el botón “VRaylight”>este paso deja el cursor listo para trazar la forma o posición de la luz tipo “VRaylight”. A continuación se explican las opciones de este tipo de luces.

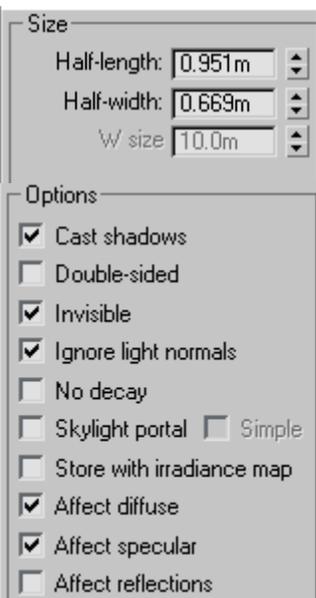


**Paso #4:** en el menú desplegable “parameters”>en el grupo “General”>en el parámetro “Type:” clic izq. para desplegar las opciones y seleccionar “plane”. Este crea áreas rectangulares que emiten fotones en la normal de la superficie.

- **On**- habilita o deshabilita el tipo de luz seleccionada
- **Exclude**- excluye a los objetos que se seleccionen de la iluminación, sombras o ambos.

#### Grupo Size

Es el tamaño de la luz plana, las medidas son dadas de la siguiente forma: **half-with**- es la mitad del ancho, el ancho total es el doble. **Half-lenght**- es el alto a la mitad, la altura total es el doble de este valor.



#### Grupo Options

**Castshadows**- si la luz proyecta sombra

**Double-sided**- si el plano emite de los dos lados de su plano.

**Invisible**- si su forma es percibida o no por las cámaras de la escena.

**Ignore light normals**- ignora la normal de la fuente de luz.

**No decay**- las luces en la vida real decaen su potencia inversamente proporcional a la distancia. Esto deshabilita dicho comportamiento.

**Skylight portal:**

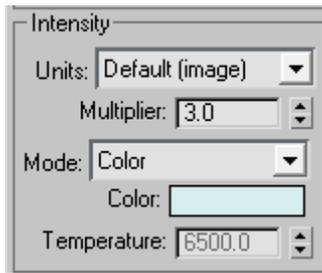
**StorewithirradianceMap:** habilita o deshabilita almacenar la iluminación en el mapa de irradiancia.

**Affectdiffuse**- si afecta o no el color difuso o la textura colocada en el canal difuso de los materiales de la escena. Este parámetro repercute en el cálculo de la GI o iluminación global.

**Affectspecular**- si los materiales especulares reflejan o no los rayos de la fuente de luz.

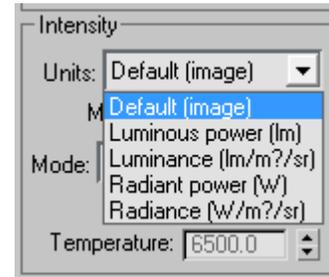
**Affectreflections**- si es visible la fuente de luz para los materiales reflejantes.



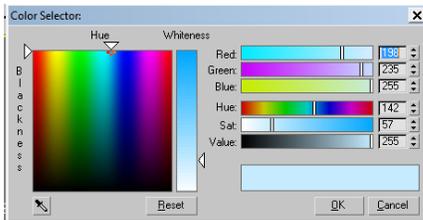


### Grupo intensity

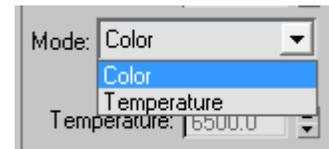
**Units:** este parámetro nos permite seleccionar entre una unidad genérica de potencia (Default (image)) o lúmenes, luminancia, energía radiante entre otras opciones. Elegir la opción Default (image).



**Multiplier:** en este parámetro se configura el valor de las unidades seleccionadas, es decir la potencia de la iluminación y no la cantidad de fotones.



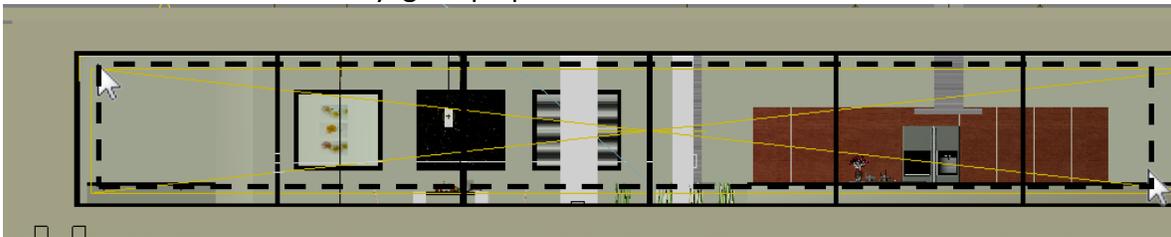
**Mode:** este parámetro configura la modalidad en que se selecciona el color el cual puede ser en el sistema RGB, HSV o color por Temperatura basado en la



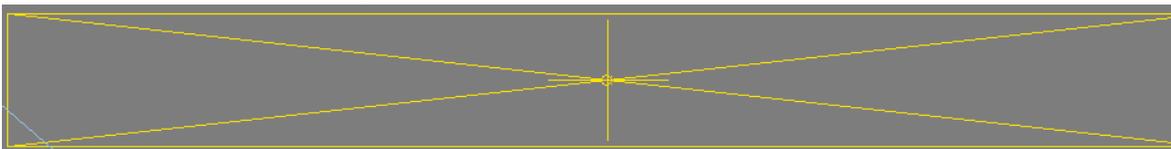
temperatura de un cuerpo negro.

**Paso#5:** clic izq. en el parámetro “color”>Ajustar los valores RGB a (198,235,255) este color es un celeste que simula el color del cielo y al mismo tiempo contrarrestará una exagerada reflexión del color de la componente difusa (textura parquet) del piso.

**Paso#6:** presionar “v” de view> presionar “K” de Back View, se obtendrá la vista donde interesa colocar nuestra VRaylight tipo plane.



**paso#7:** presionar clic izq. en la esquina superior izquierda y sostenerlo> seguido arrastrar hasta la esquina inferior derecha. Y soltar el clic izq. ya está creada la fuente de luz tipo “plane” este tipo de fuente se simboliza con un rectángulo y una x en su centro que termina en cada vértice del plano.



#### TIP

*El tamaño de la fuente de luz tipo “plane” no debe ajustarse exactamente a los vanos de la ventana, puesto que por estar tan cerca de la fuente puede “quemar” las zonas muy cercanas, por lo que se recomienda una holgura del 10% a cada lado de la altura y a cada lado de la anchura.*

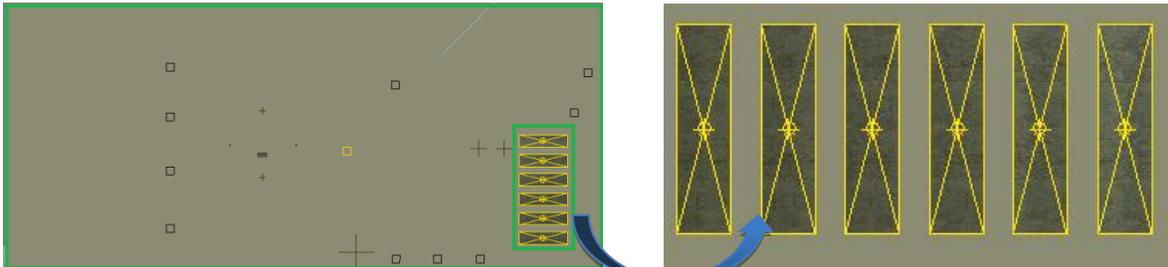


En general las fuentes de luz Cuando están seleccionadas son de color blanco, cuando no es amarilla como la de la imagen.

Este proceso se repetiría cuantas veces sea necesario si se tienen más ventanas en la escena y su potencia dependerá de su orientación respecto al Norte. Dependiendo donde sale el sol al oeste donde se oculta, siempre tendrán más potencia dependiendo la hora del día. La dirección de la luz creada siempre será hacia enfrente de la visual donde se crea. Por ejemplo en este caso la hicimos de la vista de atrás, por lo tanto la iluminación ira de atrás hacia adelante que es donde nos interesa que ingrese al interior de la escena.

### Iluminación cenital

En este ejemplo la iluminación interior se auxilia de una iluminación cenital ubicada en uno de los extremos de la escena (parte no visible), pero que aun así contribuye a la solución de la iluminación global ya que algunos rayos lanzados de estos puntos llegan a la visual de la cámara.

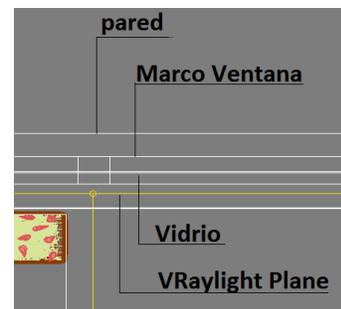
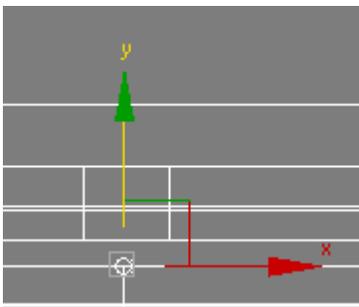


El procedimiento de su creación es exactamente el mismo descrito anteriormente, solo que esta vez se aplicara desde una vista en planta. Colocamos las fuentes de luz tipo plano dentro de cada parteluz otra alternativa puede ser colocar una sola fuente exactamente arriba de los parteluces que cubra toda el área y dará los mismos resultados.

**Paso #8:** clic izq. en el icono  "move" de la barra principal de herramientas.

**Paso #9:** clic izq. en la Vraylight creada

**Paso#10:** sostener clic izq. sobre el eje "y" y moverlo delante del marco de ventana, es decir al interior de la escena a iluminar.



## Fondo de la escena interior

En este caso en particular no se utilizara ningún fondo específico en el “Enviroment” o entorno, como un mapa tipo “bitmap” o una Skylight que complementa muchas veces al VraySun, se utilizara un plano que contendrá un material auto-iluminado que contendrá a su vez la imagen tomada de una parte de la panorámica del emplazamiento del proyecto



### Crear un plano para aplicar el material de fondo

**Paso#1:** en el panel de comandos>en la pestaña “créate”>clic izq. en Geometry>Standard primitives>clic izq. sobre el botón plane.



**Paso#2:** crear el plano en una vista frontal, desde donde sera visto desde la camara interior. Este plano debera tener dimensiones proporcionalmente el tamaño de la imagen para que sea congruente con la imagen usada de fondo.

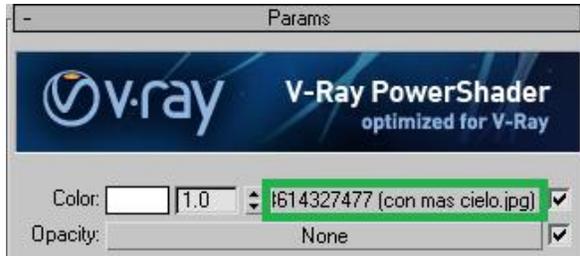
**Paso#3:** escalar la imagen hasta que tenga el tamaño adecuado que cubra todo el angulo visual de la camara interior.

### Crear el material tipo “VRaylightMtl”

**Paso#1:**clic izq. en el botón inferior derecho para crear un nuevo material>seleccionar del material/Map browser un mapa tipo “VRaylightMtl”.



**Paso#2:** clic izq. en el botón del parámetro “color”> colocar un mapa tipo “bitmap” del fondo tomado para el proyecto.



Con el valor del parámetro “color”, se podrá modificar a voluntad el brillo de la imagen utilizada como fondo, esta imagen también contribuye a la iluminación global pero en una mínima parte. Con estos pasos se tendrá lista la escena para crear el par estereográfico de cámaras y renderizar la escena con los ajustes del motor de renderización para interiores el cual se explicara más adelante.

#### **4.7.2.6 Autoestereograma de puntos aleatorios RDS & Autoestereograma de fusión libre “lado a lado” o SBS**

Los autoestereogramas a continuación presentados fueron creados con 3Ds max design, stereogram creator. Los dos formatos utilizan las técnicas de fusión libre para visualizar el efecto estereográfico, es decir solo con los ojos, sin necesidad de utilizar ningún tipo de lentes especiales para poder observar el efecto. En el capítulo V se detalla la creación de los mismos por lo que en este inciso se aplican dichos procedimientos para poder apreciar la información de profundidad de la escena a través de Estereogramas de puntos aleatorios (random dots stereogram) o con la técnica de ojos cruzados en el formato de imágenes lado a lado (side by side).

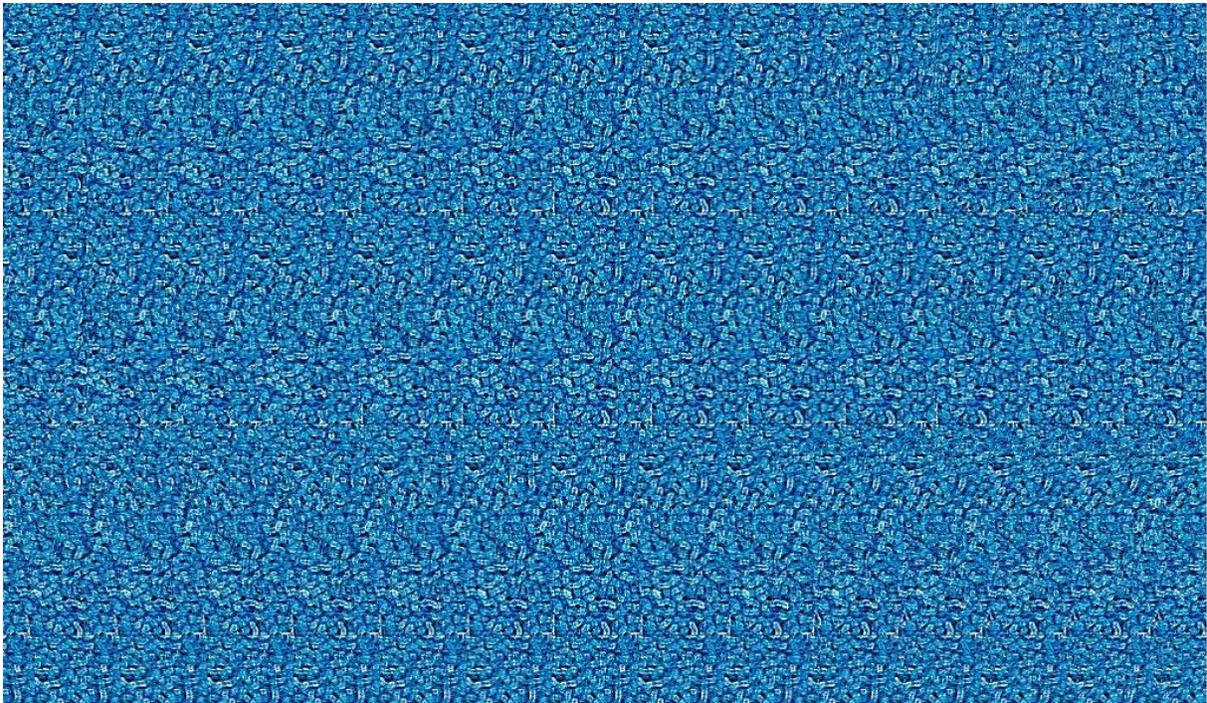




Escena interior Renderizada (V-rav + 3dmax)



## Mapa de Profundidad del estereograma RDS



**Estereograma Generado con el Mapa de Profundidad**



## 4.6.2. Escenarios Diurno Exterior



El siguiente ejemplo es un escenario Diurno exterior donde se usara una luz Directa (VRaySun) la cual hace todo el trabajo de iluminación directa y global,utilizando una o varias fuentes de luz complementarias tipo "VRaylightplane" en áreas donde la GI es muy débil.Los escenarios diurnos exteriores

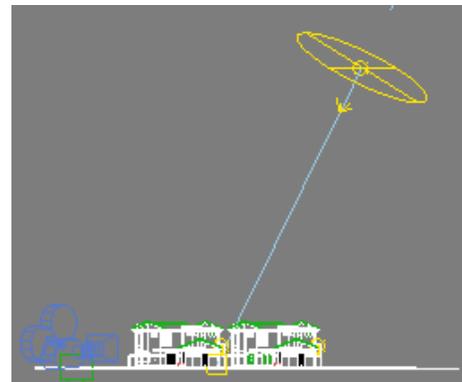
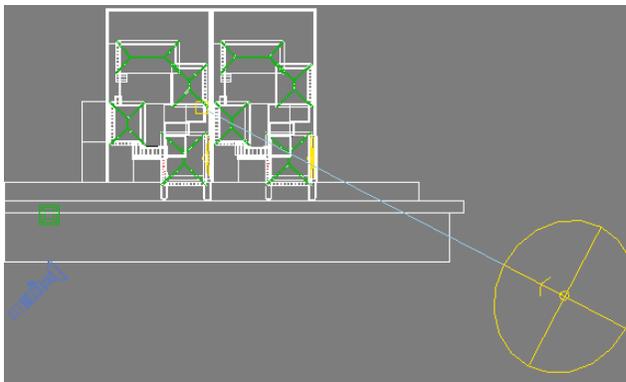
requieren muchas veces ajustar algunos objetos en su brillo(para que no estén sobre expuestos), en la cantidad de GI que reciben y en la cantidad de GI que reflejan (para no sobreexponer a otros objetos cercanos).

### Proceso General de la preparación e iluminación

Una vez importado el modelo y aplicadas las coordenadas UVW se procede a:



### Iluminación Directa

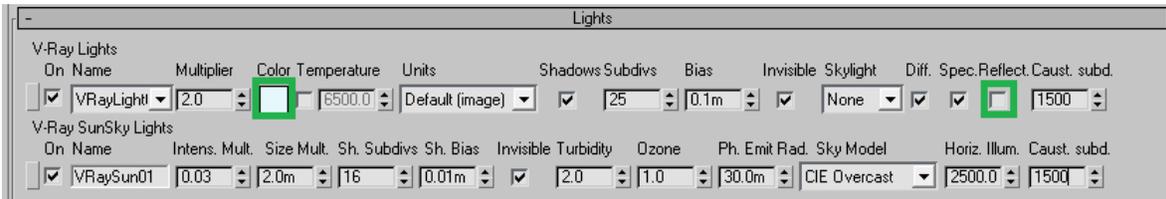


La iluminación directa al contrario de la indirecta, en pocas ocasiones producirá ruido en la escena debido a la potencia de la misma y a su naturaleza de iluminar directamente la mayoría de los objetos. La clave está en ajustar a cada elemento el brillo, la GI recibida y reflejada.



**paso #1:** crear una VRaylight tipo “VRaySun”. Como ya se ha visto como crearla no se repetirá nuevamente este paso. Para propósitos de presentación colocar la fuente en un Angulo de 45° Horizontal y Verticalmente para proyectar una adecuada cantidad de sombras del objeto arquitectónico.

**paso #2:** este diseño en particular posee en el car port iluminación cenital donde colocaremos una “VRaylight” tipo “plane”. Ajustar el color a RGB (230,248,2541) y deshabilitar el parámetro “Reflect”. Los ajustes de las únicas dos luces en la escena se muestran a continuación:



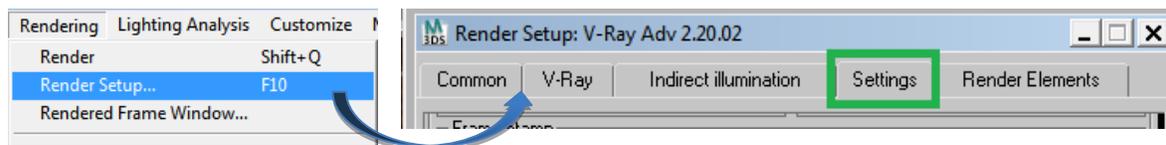
**TIP**

*Notese la subdivs de la V-Ray light tipo “plane” ajustada a 25, normalmente se encuentran por “default” a 8 pero para evitar ruidos en la imagen final ajustar subdivis entre 16-25.*

### Ajustes Individuales de los objetos en la escena 3D

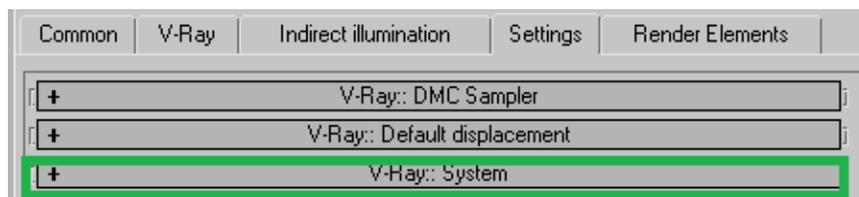
Las superficies Horizontales de la escena recibirán más rayos de luz que las superficies verticales por lo tanto se hace necesario ajustar las siguientes superficies según su ubicación en la escena. La excepción a esta regla son las superficies que reciben sombra y la grama que al tener un desplazamiento dispersa la luz sobre sí misma.

**Paso #1:** en la barra del menú principal > clic izq. sobre “rendering” > del menú desplegable seleccionar “Render Setup” o simplemente presionar **F10**

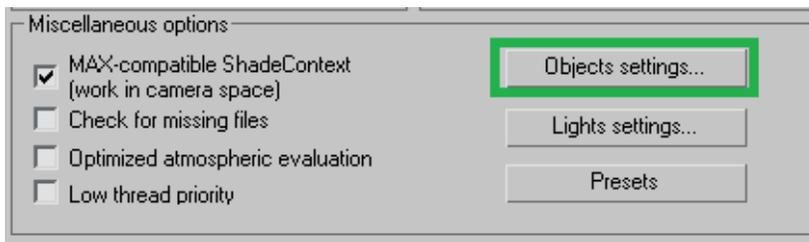


**Paso #2:** clic izq. sobre la pestaña “settings”

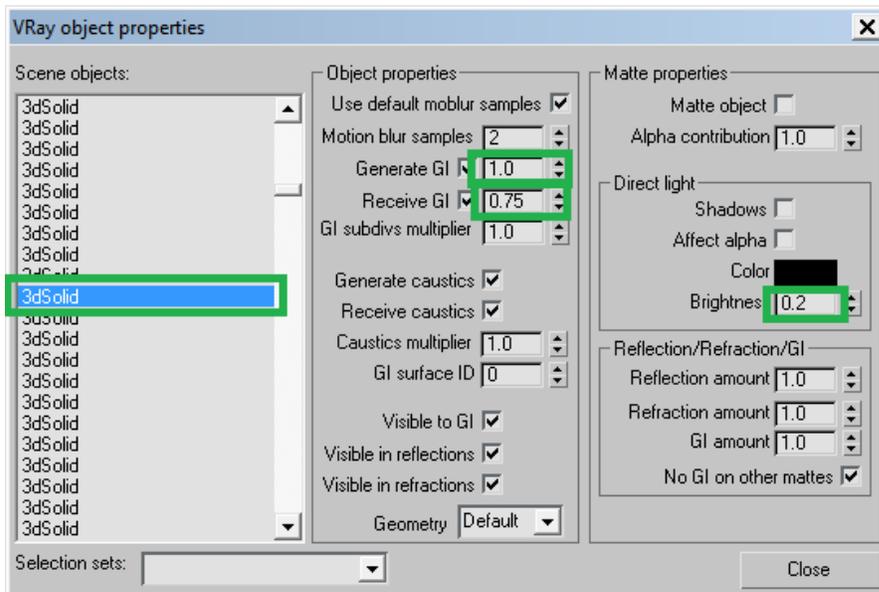
**Paso #3:** clic izq. sobre el menú desplegable “V-Ray: System”



**Paso #4:** en el grupo “Miscellaneous options”>clic izq. sobre el botón “Objects settings”.



**Paso #5:** seleccionar un objeto de la escena y ajustar los siguientes parámetros: en la ventana “VRay object properties”.



### Ventana Vray object properties

En esta ventana podemos configurar individualmente muchos parámetros del objeto que recibe iluminación, como las causticas, su brillo, que cantidad de GI recibe y que cantidad refleja, Reflexiones/Refracciones/GI/Visibilidad etc.

Los parámetros que interesan para lograr una imagen balanceada en brillos y contraste es:

- Generate GI
- Receive GI
- Brightness

**Paso #6:** Para el **pavimento** de la escena que es iluminado directamente por la “VRaySun” Cambiar:

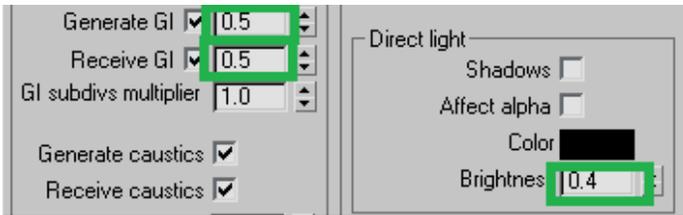


#### TIP

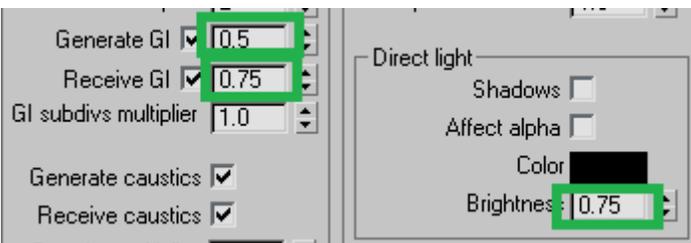
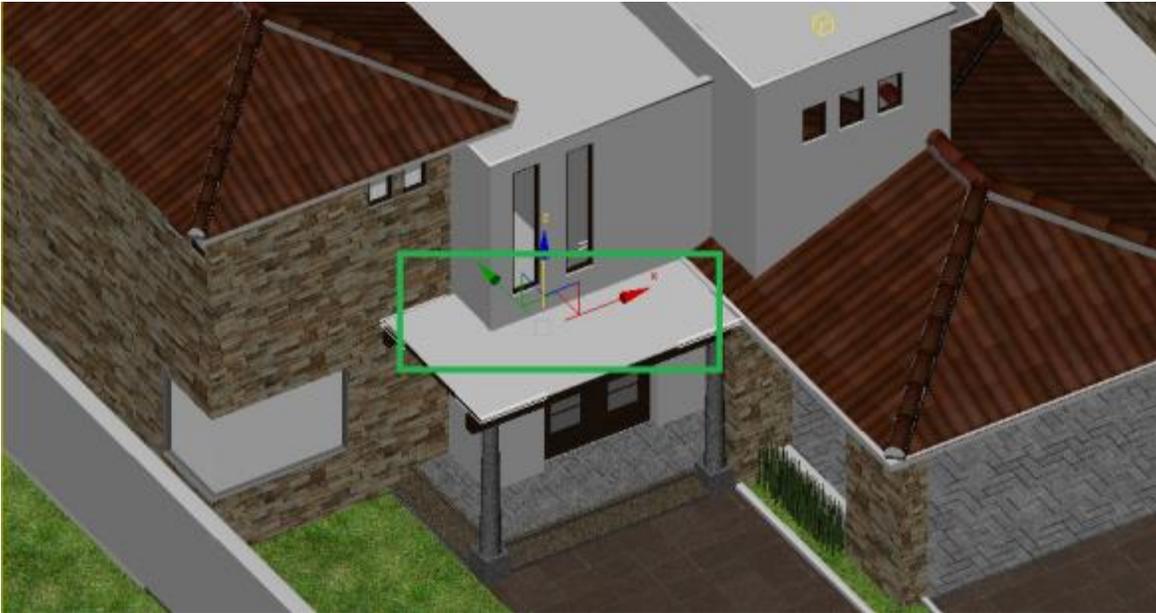
Nótese la subdivs de la V-Ray light tipo “plane” ajustada a 25, normalmente se encuentran por “default” a 8 pero para evitar ruidos en la imagen final ajustar subdivis entre 16-25.



**Paso #7:** para los Techos de la casa que son también iluminados directamente por la fuente “VRaySun” Ajustar:



**Paso #8:** zonas donde exista una reflexión de una superficie Horizontal Blanca con otra Vertical Ajustar de la siguiente Forma:



**Nota:** los valores explicados anteriormente son orientativos y el presentista deberá ajustarlos según la reflexión del material, si esta en penumbra, en sombra, su posición y orientación entre otros factores.

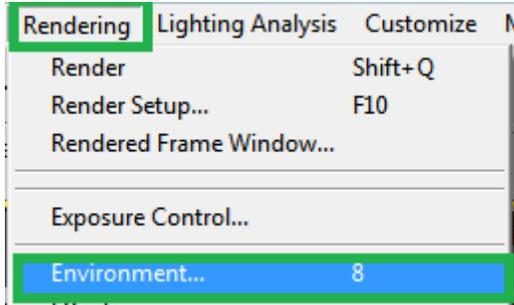
Otra forma de modificar el “Brightness” o brillo de un material es en el editor de materiales en el menú del mapa “output” Ajustar output RGB al brillo deseado.



## Fondo de la escena

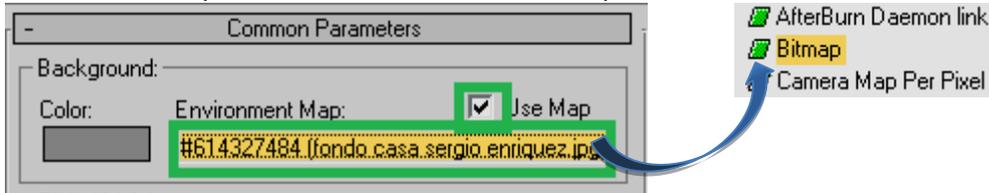
El fondo de la escena en este caso se configurara en la ventana “environment and effects” siguiendo los siguientes pasos.

**Paso #1:** en el la barra de menús principales> clic izq en “Rendering”> clic izq. en Environment o simplemente presionar el #8.



**Paso #2:** en el menu desplegable “commonparameters”> activar “use Map”>

**Paso #3:** clic izq. en el botón “EnvironmentMap”>

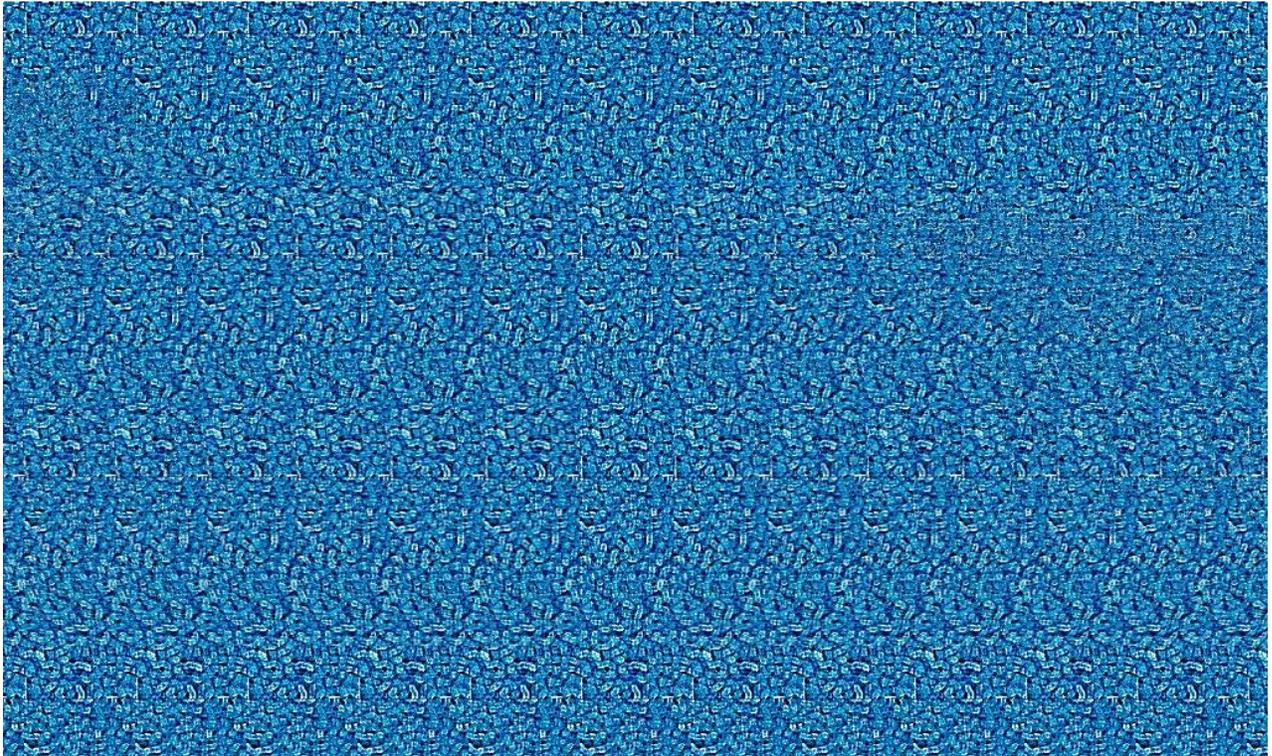
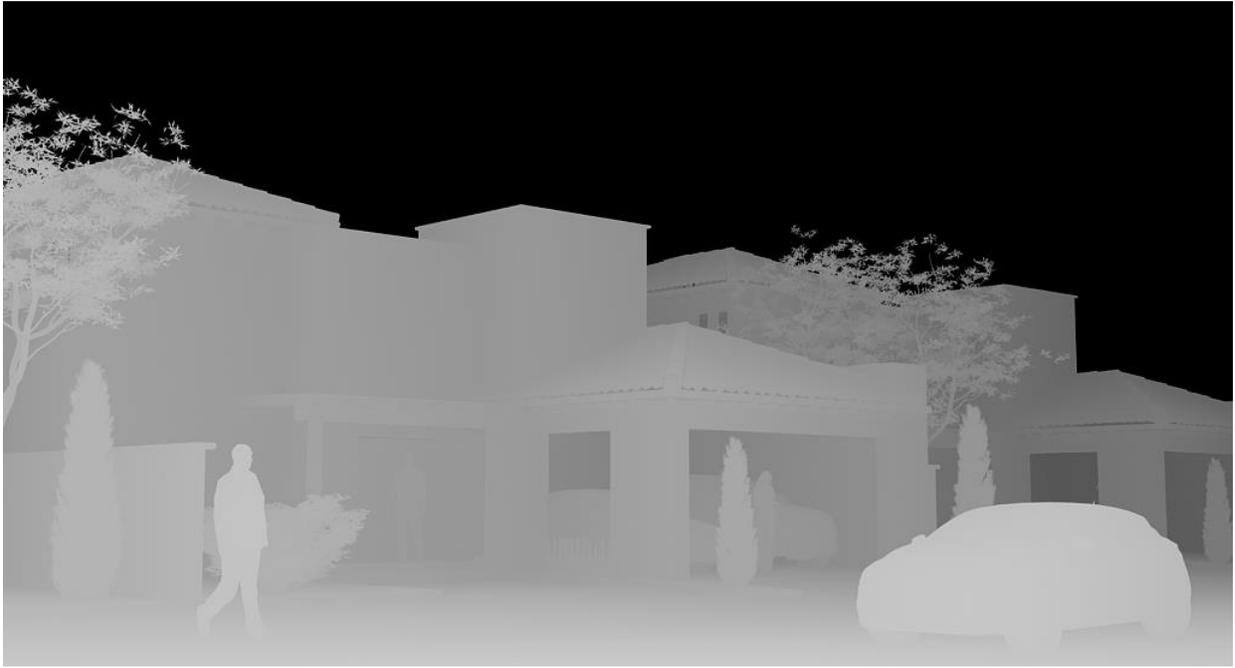


**Paso #4:** en la ventana del material/map browser clic izq. 2 veces sobre el mapa tipo “Bitmap”> en el explorador de Windows buscar el fondo deseado para la escena. Y clic izq. en “OK.”

La escena esta lista para colocar cámaras y ser renderizada, estos ajustes se verán en el inciso de configuración de cámaras estereoscópicas y ajustes del motor de renderización para exteriores. Para ver el fondo en pantalla presionar **Alt + B**,seguido habilitar “**Display Background**”>clic izq. sobre el botón “**OK**” .



## Mapa de profundidad de la escena



Estereograma RDS generado



### 4.7.3 Escena Diurna + iluminación Artificial

Esta Escena interior contiene elementos que se explicaran por primera vez, como la iluminación proveniente de lámparas sin difusor, la utilización de luces tipo IES, Iluminación indirecta en cenefas, iluminación auxiliar interior, en conjunto con iluminación solar indirecta.



Escena Interior: Baño Master. (Fuente propia)



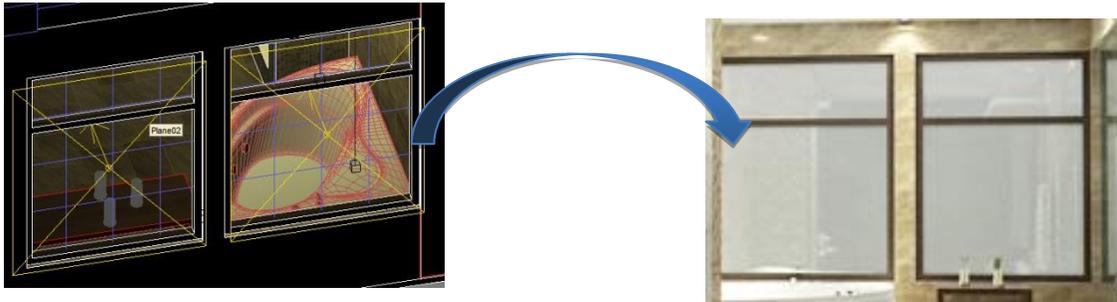
Escena interior: Family Room. (Fuente propia)



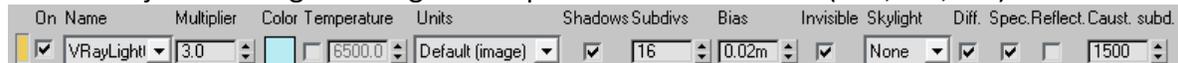
## Iluminación solar indirecta

El tipo de vidrio utilizado en este caso en particular es un vidrio San Blast por ser ventanas de sillar bajo ubicadas en un baño master. Los fotones atravesaran dicho material para iluminar el interior.

**Paso #1:** crear dos "VRaylight" tipo "plane", siendo una instancia de la otra pues son idénticas, afuera de las ventanas de la escena interior. Estas simularan la iluminación indirecta solar diurna o luz de cielo ingresando por las mismas.

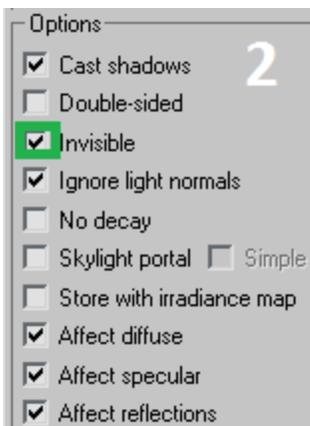


**Paso #2:** Ajustarlas según los siguientes parámetros: color RGB (185,235,243)



**Nota:** Generalmente la potencia sobrepasa la unidad, pero debe ser ajustada hasta encontrar el valor optimo de iluminacion en complemento a la iluminacion artificial interior.

### 4.7.3.2 Iluminación Artificial Indirecta



La intención de las luces indirectas en cenefas de cielos falsos muchas veces es más una función decorativa que una cuestión técnica de iluminación, estas luminarias tipo VRaylight pueden simular tubos fluorescentes o luces LED muy potentes en una amplia gama de colores. En este caso en particular se coloca apuntando hacia la pared y no hacia la parte superior, para que con menos rebotes la luz se escape de esa área.

**Paso #1:** crear la fuente tipo "VRaylight" tipo "Plane" y colocarla como se muestra en la imagen de arriba.

**Paso #2:** en el grupo "options">habilitar "invisible"

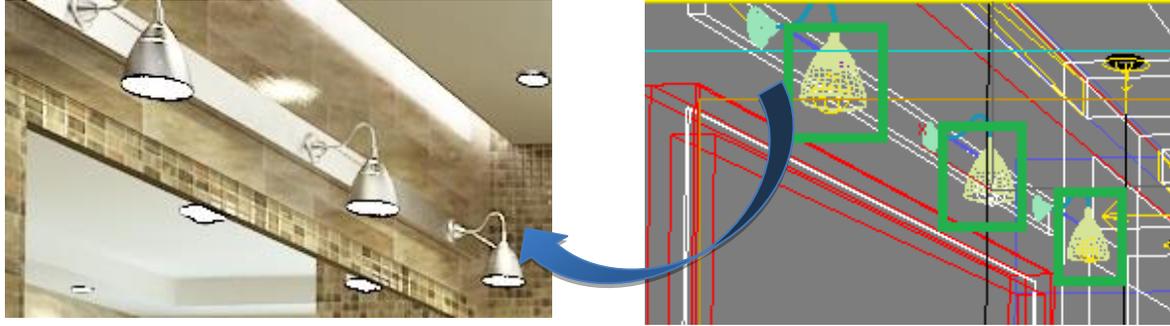


**Paso#3:** Ajustar los parámetros según la imagen siguiente:



Como se puede observar generalmente también la potencia será mayor a la unidad para lograr el efecto de deslumbramiento indirecto.

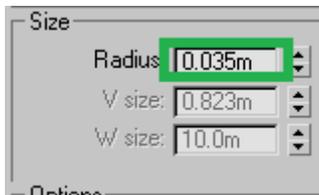
### Iluminación Artificial con V-Raylight tipo "Sphere"



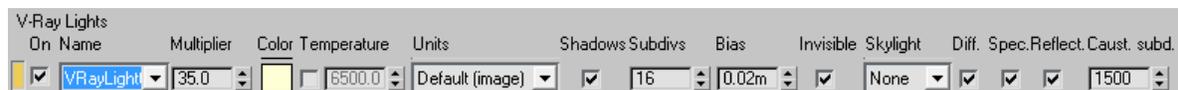
Es muy común diseñar interiores con iluminación artificial en donde se utilizaran difusores opacos o traslucidos de plástico o tela con una forma específica para iluminar la escena. El tipo de fuente V-Raylight a utilizar es llamada " **sphere**" o esfera. Esta esfera tiene un diámetro y características comunes a las otras tipos de fuente V-Raylight, los pasos a seguir son los siguientes:

**Paso #1:** crear una V-Raylight tipo "Sphere"> y colocarla dentro del difusor

**Paso #2:**en el grupo "Size">Ajustar el Diámetro de la "sphere" similar a un foco común.



**Paso #3:** Ajustar los siguientes parámetros según la siguiente imagen:

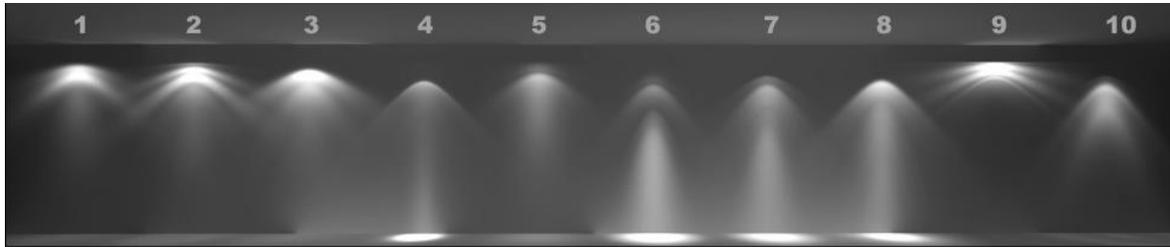


**Nota:**Nótese la potencia utilizada generalmente por ser un difusor opaco es casi 10 veces más que la utilizada para iluminación indirecta en cenefas. También Las subdivisiones de todas las fuentes directas e indirectas están en un valor de 16 a excepción de las luces tipo IES que tienen 8, por ser decorativas dentro de un ambiente diurno. Este valor asegurará que no exista ningún ruido en la escena y con pocos ajustes en el motor de renderización se obtendrá una imagen sin ruido en un tiempo razonable.



## Iluminación Artificial con Fuentes tipo IES

El formato IES fue creado como un estándar por la comisión internacional de iluminación CIE ([www.cie.co.at/](http://www.cie.co.at/)) como formato digital de transmisión de información fotométrica para los fabricantes de artefactos de iluminación. Este archivos con extensión \*.IES contiene información básicamente de la forma en que el difusor distribuye la luz en las tres dimensiones: x,y,z. estos archivos los podemos encontrar en las páginas de los fabricantes de luminarias como OSRAM, Philips([http://www.usa.lighting.philips.com/connect/tools\\_literature/photometric\\_data\\_1.wpd](http://www.usa.lighting.philips.com/connect/tools_literature/photometric_data_1.wpd)), General Electric, lithonia(<http://www.lithonia.com/photometrics.aspx>) entre otros.

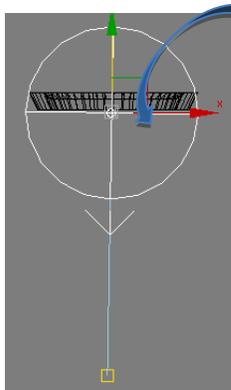


**Paso #1:** en el panel de comandos > en la pestaña “create” > clic izq. en el icono “lights”



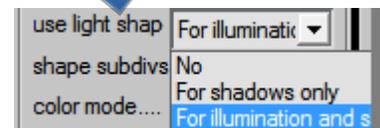
**Paso #2:** en el menú desplegable > clic izq. Sobre el botón  > clic izq. sobre VRay

**Paso #3:** en el menú desplegable “objectType” > clic izq. en el botón “VRayIES”.



**Paso #4:** en una vista frontal (presionar “F”) > crear la fuente tipo “IES” sosteniendo el clic izq. arrastrándolo hacia abajo (donde quedara el “target”) y soltar. Después de crearla por “default” aparece un tipo genérico de IES.

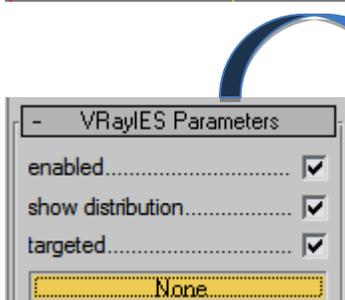
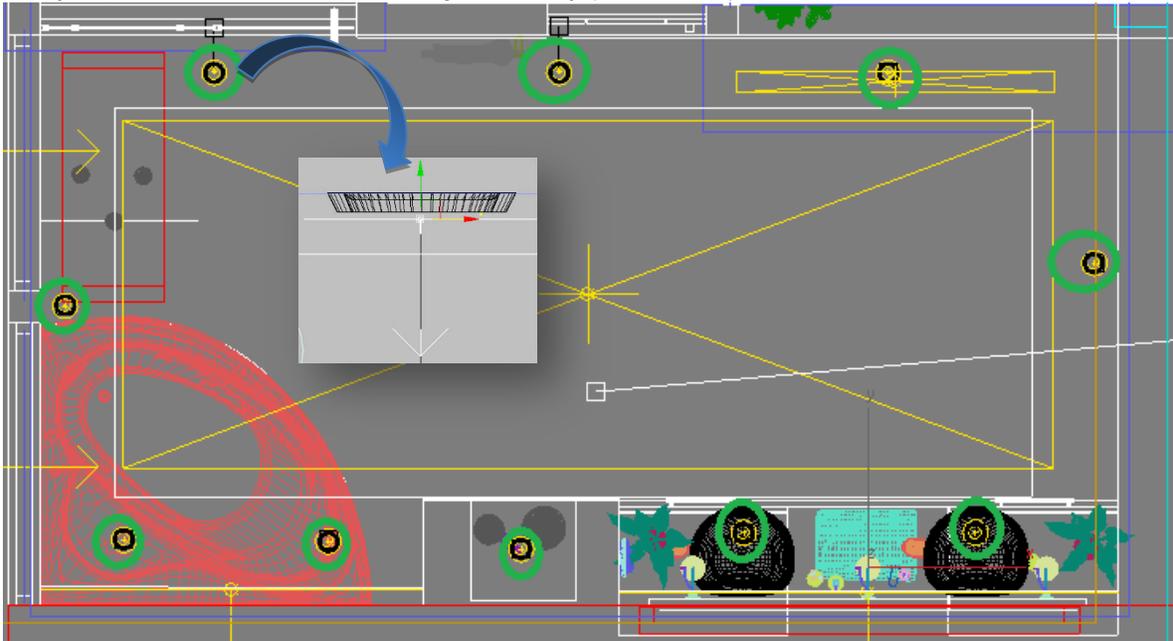
**Paso #5:** una vez creada se obtiene un menú desplegable llamado “VRay IES parameters” del cual se configura “use light shap” como “For illumination and shadows”. Así el archivo asignado se utiliza para iluminación y sombras.



**Paso #6:** en el menú “VRay IES parameters” configurar los siguientes valores aproximados ya que la potencia depende de las distancias entre luminarias y la dirección a donde se dirige la luz (normalmente para destacar algún elemento, sea este un muro, nicho u otro objeto) para lo cual se deberán hacer pruebas preliminares y ajustar la potencia. El color utilizado en este ejemplo es RGB (249,246,168). El cual es un color calido.

V-Ray IES Lights											
On	Name	Power	Color	Temperature	Shadows	Subdivs	Bias	Diff.	Spec.	Use shape Area spec.	Caust. subd.
<input checked="" type="checkbox"/>	VRayIES01	1500.0		6500.0	<input checked="" type="checkbox"/>	8	0.0m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Illumin	1500
<input checked="" type="checkbox"/>	VRayIES02	1500.0		6500.0	<input checked="" type="checkbox"/>	8	0.0m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Illumin	1500
<input checked="" type="checkbox"/>	VRayIES11	1500.0		6500.0	<input checked="" type="checkbox"/>	8	0.0m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Illumin	1500
<input checked="" type="checkbox"/>	VRayIES12	1500.0		6500.0	<input checked="" type="checkbox"/>	8	0.0m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Illumin	1500

Distribución de ojos de buey de la escena interior (planta) y colocación correcta de la VRayIES, a unos cuantos mm del ojo de buey ( elevacion).



**Paso #7:** asignación del archivo .IES a la fuente creada: en el menú “VRay IES parameters” clic izq. en el botón “None”> nos abrirá el **explorador de Windows** donde localizamos el archivo y clic izq. en “OK”. Con esto automáticamente se le asigna a todas las fuentes tipo IES que hayan sido creadas como **instancia** la misma distribución fotométrica.

**Nota:** los ojos de buey tienen asignado un material tipo “VRaylightMtl” que simula el brillo del mismo, su contribución a la solución de la iluminación global no tiene importancia.

**Tip:** los archivos tipo IES no pesan casi nada por lo que es recomendable para no tener ningún tipo de problemas de ubicación, colocarlos en una sub-carpeta donde se encuentre el archivo principal de la escena (.max).

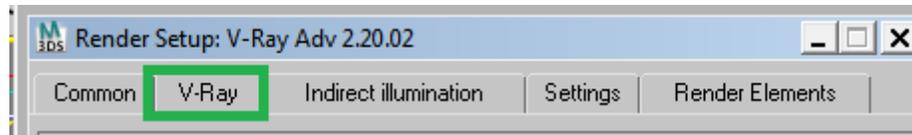


## Iluminación Auxiliar Ambiental

La distribución de las ventanas y la forma de la planta arquitectónica, muchas veces determinara si es necesario o no utilizar una iluminación ambiental que evite que zonas lejos de las fuentes de iluminación principal queden con ruidos y con poca iluminación. En este caso en particular la cámara fue posicionada en el lado más largo del ambiente por lo que las únicas dos ventanas que contribuyen con la iluminación natural están algo alejadas. A continuación las dos formas de lograr iluminar mejor las zonas oscuras.

### a) Activar la opción “GI environment (skylight) override”

A1) presionar **F10**> en la ventana “**Render Setup**” clic izq. en la pestaña V-Ray



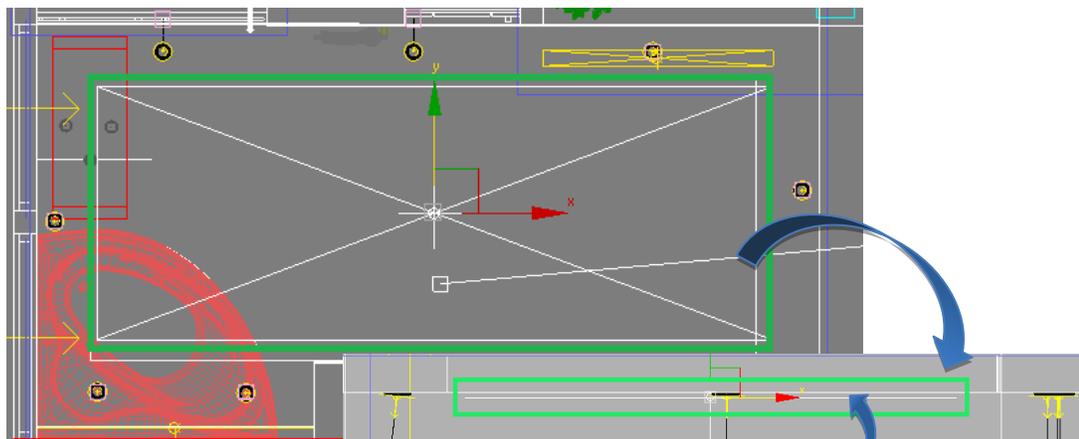
A2) en el menú desplegable “**V-Ray: Environment**” habilitar la opción “**on**”

A3) Ajustar “**Multiplier**” de 0.1-0.3 (hacer pruebas para ver sus efectos).



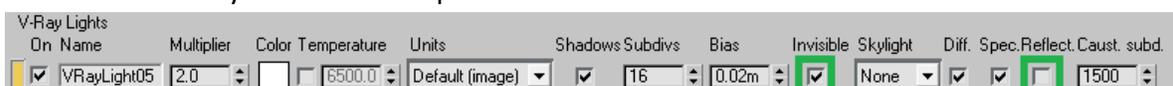
### b) La segunda opción es agregar una fuente tipo V-Raylightplane dentro del interior deshabilitando la reflexión (para que ningún material reflectivo refleje su forma) y haciéndola invisible hacia la cámara.

B1) crear la fuente tipo “**plane**” y posicionarla en el centro de la escena.



B2) posicionarla unos mm abajo del cielo falso del ambiente

B3) en el menú desplegable “**parameters**”> en el grupo “**options**” activar la opción “**invisible**” y desactivar la opción “**Reflection**”



## 4.7 Escenarios Nocturnos

Los escenarios nocturnos permiten apreciar el diseño de la iluminación artificial interior, si el diseño así lo permite y apreciar el diseño de la iluminación de fachada del edificio. Para este tipo de escenario podemos iluminar externamente el objeto arquitectónico con las siguientes opciones o una mezcla de las mismas, de las cuales se usara la primera.

- **Iluminación Directa tenue por reflejo del sol sobre la luna con cielo despejado**
- Iluminación Ambiental indirecta por entornos nubosos.(IBL)
- Iluminación artificial lejana (postes de luz) iluminando tenuemente el edificio.



**Remodelación de fachada (fuente propia)**



**Vivienda Unifamiliar (Fuente propia)**



### 4.7.1 Escenario Nocturno Exterior

Para crear este tipo de escenario básicamente se necesita una iluminación Directa muy tenue proveniente del reflejo de la luz del sol sobre la luna lo cual añade más profundidad a la escena, también existe la posibilidad de iluminar por medio de una imagen en el entorno (iluminación basada en imagen) lo cual no produce sombras definidas, por el contrario produce sombras muy difusas (este tipo de iluminación se verá en escenarios mixtos). Esta iluminación directa se simulara con una fuente tipo "VRaySun". El segundo factor es la iluminación interior, estése puede hacer tan detallada como se requiera pues añade más realismo a la escena. El tercer factor es la iluminación de la fachada, para lo cual se utilizara frecuentemente fuentes tipo IES. Por ultimo debe existir un balance adecuado entre iluminación interior, exterior, Directa y ambiental para lo cual se deberán hacer pruebas hasta lograr el resultado deseado. En la imagen inferior se aprecia las fuentes tipo IES utilizadas en la fachada y en el interior del edificio.



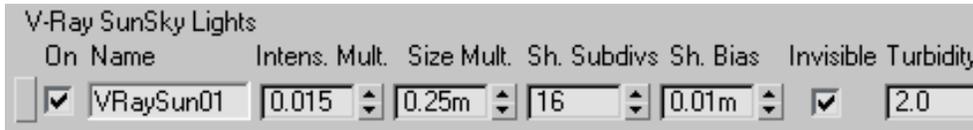
### Procedimiento General

El siguiente procedimiento reúne técnicas explicadas anteriormente, como la iluminación interior. Añadiendo iluminación a la fachada y una iluminación Directa muy tenue. Los pasos generales pueden cambiar de orden y dará el mismo resultado.

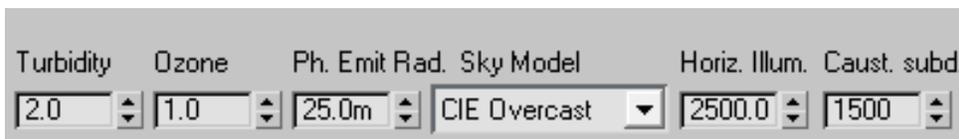


## Aplicación de Técnicas Anteriores

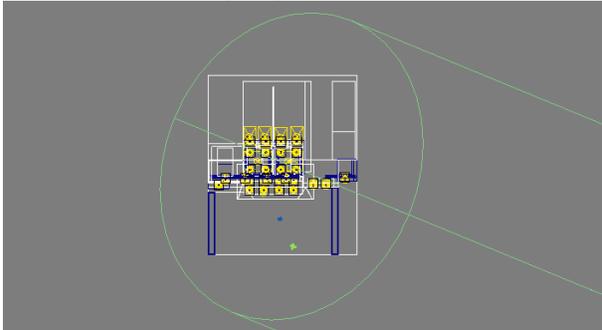
Para la iluminación de interiores con fuentes artificiales Referirse al inciso **4.7.3.4** donde se utilizan fuentes tipo IES light + iluminación complementaria. Para la iluminación directa referirse al inciso **4.7.2.2** donde se explica la creación de una luz Directa tipo “VRaySun” con su posición a 45° vertical y horizontalmente, luego ajustar con los siguientes parámetros orientativos (usando una cámara estándar de 3Ds Max):



**Nota:** recordar que el “Skymodel” solo funcionara si se tiene relacionado un entorno tipo “V-RaySky” a la fuente tipo “VRaySun”.



Reducir el radio de emisión de fotones de modo que no abarque más de lo necesario en la escena. En este ejemplo se utiliza de 20m-25m.

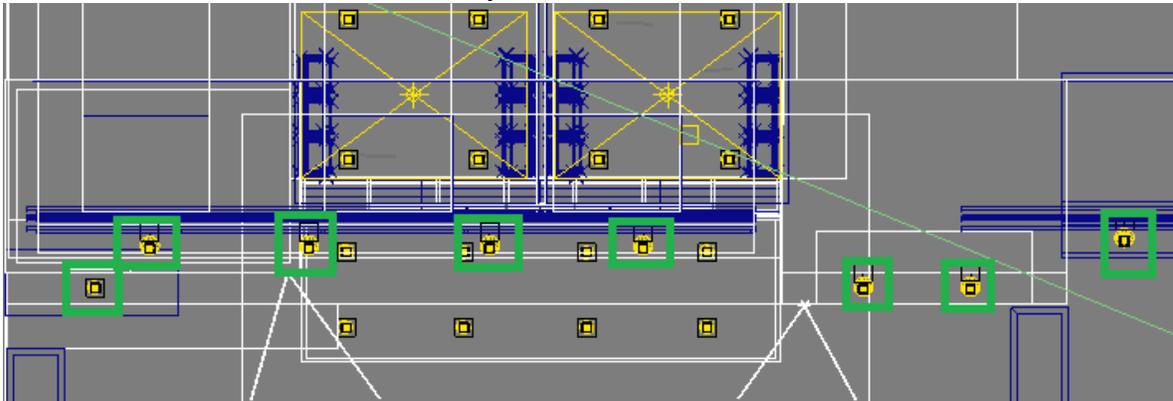


### 4.8.1.2 Iluminación en fachada



Elevación de las fuentes tipo IES colocadas para iluminar la fachada.

Planta de ubicación de las fuentes tipo IES de la fachada



**Paso #1:** en el panel de comandos > en la pestaña "create" > clic izq. en el icono "lights"

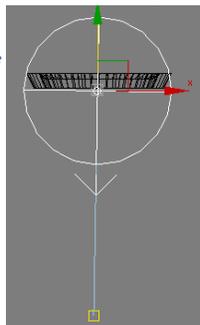


**Paso #2:** en el menú desplegable > clic izq. Sobre el botón [dropdown arrow] > clic izq. sobre V-Ray

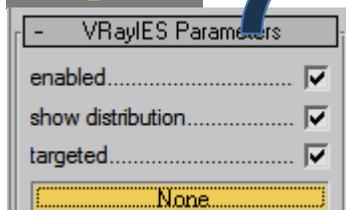
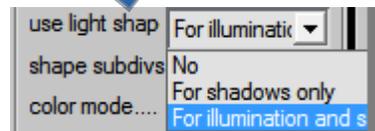
**Paso #3:** en el menú desplegable "object Type" > clic izq. en el botón "VRayIES".



**Paso #4:** en una vista frontal (presionar "F") > crear la fuente tipo "IES" sosteniendo el clic izq. arrastrándolo hacia abajo (donde quedara el "target") y soltar. Después de creada por "default" aparece un tipo genérico de IES.



**Paso #5:** una vez creada se obtiene un menú desplegable llamado "VRay IES parameters" del cual configuramos "use light shap" como "For illumination and shadows". Así el archivo asignado se utiliza para iluminación y sombras.

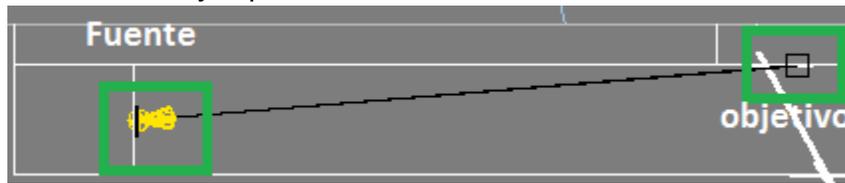


**Paso #6:** asignación del archivo .IES a la fuente creada: en el menú "VRay IES parameters" clic izq. en el botón "None" > nos abrirá el explorador de Windows donde localizamos el archivo y clic izq. en "OK". Con esto automáticamente se le asigna a todas las fuentes tipo IES que hayan sido creadas

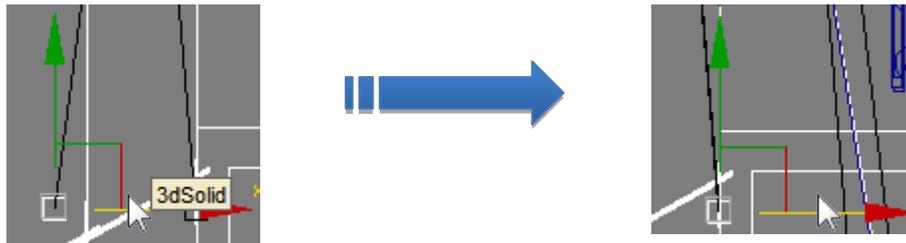


como **instancia** la misma distribución fotométrica.

**Paso#7:** como la intensidad de este tipo de luces es destacar algunos elementos del objeto arquitectónico el objetivo o "target" de la fuente tipo IES debe moverse hasta tocar la superficie a destacar. Ejemplo:



- Clic izq. sobre el objetivo o "target"
- Clic izq. sobre la herramienta "move" 
- se activara el "Gizmo" para mover el "target" colocar el puntero del mouse sobre el eje y o x, sostener clic izq. y arrastrar a la posición final.



**Paso#8:** Ajustes utilizados en la iluminación de la fachada. El color utilizado es RGB (249,246,168) la cantidad, distribución, potencia y color a criterio del diseñador.

On	Name	Power	Color	Temperature	Shadows	Subdivs	Bias	Diff.	Spec.	Use shape	Area spec.	Caust.	subd.
<input checked="" type="checkbox"/>	VRayIES10	2000.0		6500.0	<input checked="" type="checkbox"/>	16	0.0m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Illumin	<input checked="" type="checkbox"/>	1500	
<input checked="" type="checkbox"/>	VRayIES1	1500.0		6500.0	<input checked="" type="checkbox"/>	16	0.0m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Illumin	<input checked="" type="checkbox"/>	1500	
<input checked="" type="checkbox"/>	VRayIES1!	1500.0		6500.0	<input checked="" type="checkbox"/>	16	0.0m	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Illumin	<input checked="" type="checkbox"/>	1500	

## Fondo de la Escena e iluminación Global

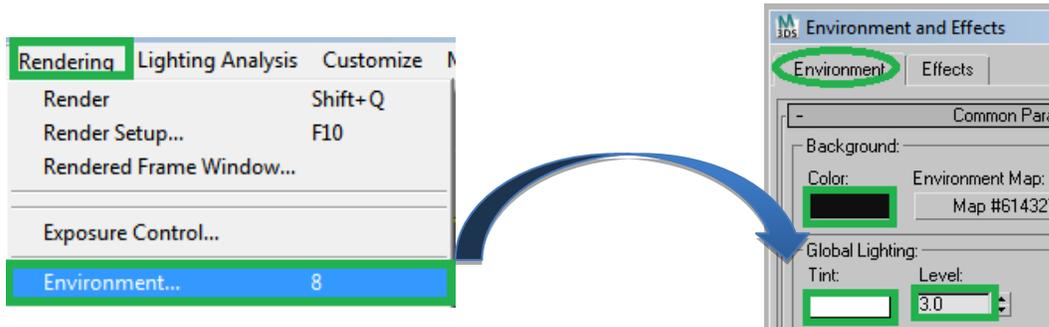
La elección del fondo negro es justificada por las siguientes razones:

- Es una escena nocturna (entorno oscuro)
- El color negro propicia que los materiales reflectivos, conserven su verdadero color (por ejemplo en los carros) si se aplicase un fondo gris, aparentarían un color grisáceo lo cual no es conveniente.
- La imagen será renderizada y posteriormente se grabara con el canal alfa, lo que permite cambiar el fondo de la escena fácilmente en post-producción.



**Paso #1:** en la barra de menús principales> clic izq. en “rendering”

**paso #2:** en la pestaña “environment”>grupo “Background”> cambiar el color a (0,0,0)



**paso #3:** en el grupo “Global lighting” ajustar el “level” a 3.0, el parámetro “tint” por “default” es blanco. Normalmente este parámetro siempre es 1.0 en cualquier escena pero en este caso ayudara a equilibrar la iluminación global con la iluminación artificial de la escena.

**TIP**

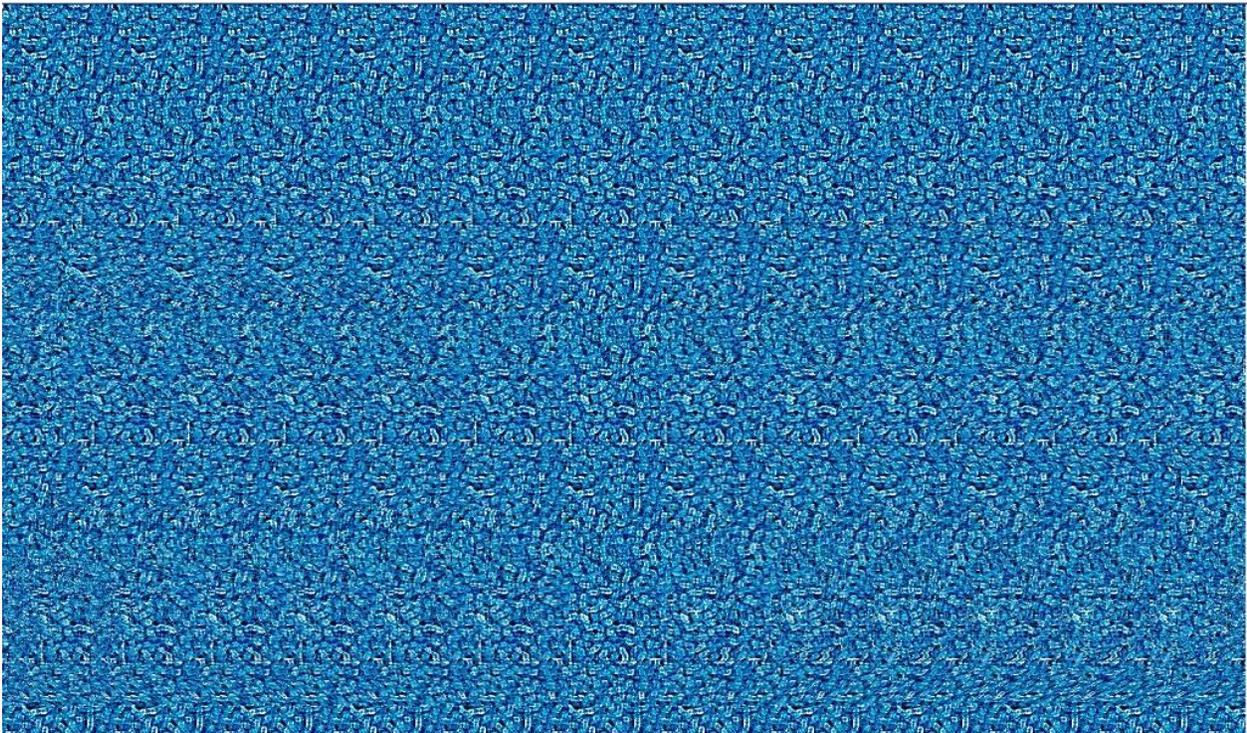
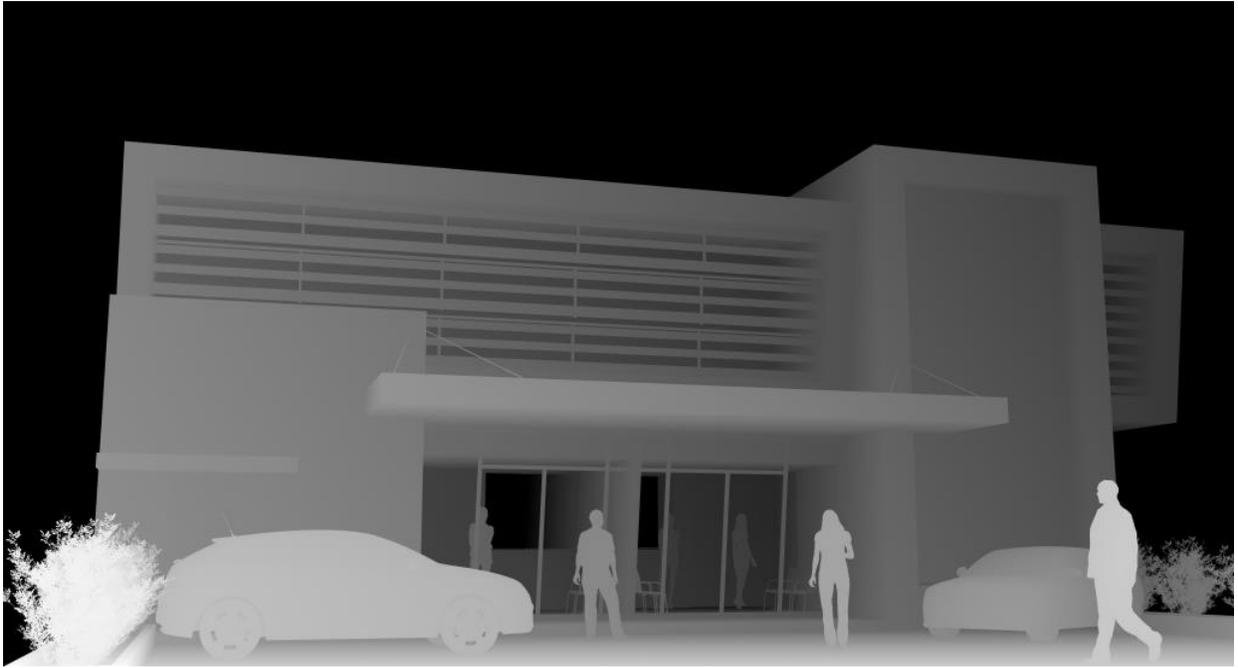
*En este tipo de escena al no utilizar iluminación con fuentes tipo “plane” no se tendrá la opción de reducir el ruido por medio del grupo “sampling” aumentando las “subdivs”, por lo que se recomienda utilizar una reducción de ruido alta en el motor de renderización.*



Escena Nocturna Renderizada Final (Vray + 3D max Design)



Mapa de profundidad de la escena nocturna **Rango : 10m-30m**



**Autoestereograma RDS, generado con el Mapa de Profundidad del modelo 3D.**



#### 4.8 Escenario Mixto (Ejemplo de aplicación: Teoría de la forma)

Los escenarios Mixtos como su nombre lo indica, no son escenarios totalmente nocturnos, ni totalmente diurnos, es una mezcla de ambos. Para su creación se muestra el siguiente ejemplo con un anteproyecto arquitectónico con volúmenes dinámicos y formas que destacan aún más con las técnicas estereoscópicas, en este tipo de escenas es adecuado utilizar la iluminación global basada en imagen, pues aporta realismo al inundar al objeto arquitectónico de la luz proveniente del entorno visual del mismo. En General las visualizaciones generadas por este tipo de escenario para exteriores son mejores en algunos aspectos que los escenarios diurnos o nocturnos dependiendo por supuesto de lo que el diseñador quiere enfatizar.

##### Ventajas:

- Se aprecia claramente la volumetría exterior del objeto arquitectónico
- Se aprecia la iluminación artificial exterior (opcional)
- Se aprecia la iluminación artificial interior (recomendada)
- Se visualiza con claridad el fondo utilizado
- Se visualiza claramente la ambientación de la escena (carros, personas etc.)
- Se logra mayor transparencia visualizando los espacios interiores, por la contraposición de iluminación interior e iluminación exterior.

##### Desventajas:

- Pérdida de sombras Directas por una iluminación suave o una iluminación basada en Imagen.
- Se requiere mayores tiempos de renderización (por la iluminación interior y exterior) con una calidad mayor para evitar ruidos en la escena.



Anteproyecto Arquitectónico: SPA (aplicando Teoría de la Forma) fuente propia

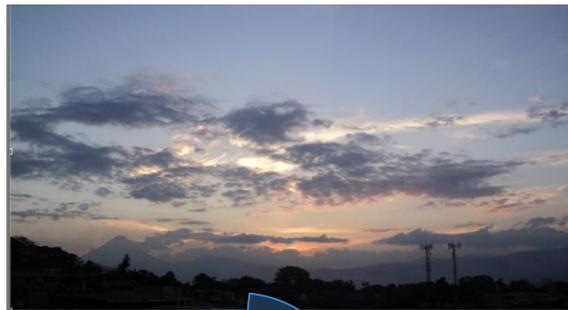
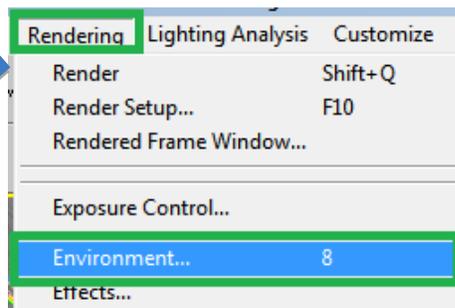


## Iluminación Basada en Imagen

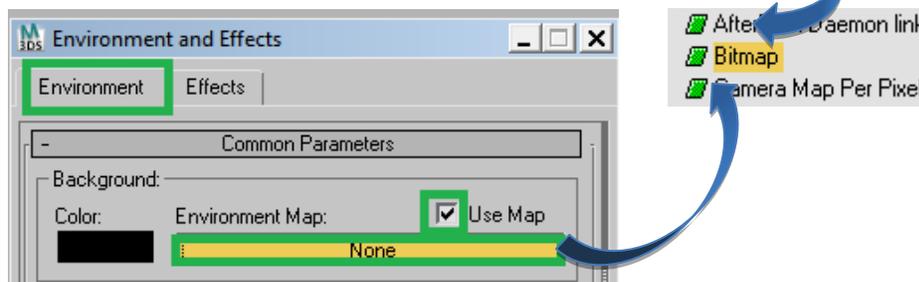
La iluminación basada en imagen o IBL (image based lighting) fue explicada en el inciso 3.6.6.2 esta es una técnica donde se utiliza una imagen para generar la iluminación global de una escena, lo más recomendable es usar imágenes HDRI (High Dynamic Range Image) o imagen de alto rango dinámico, estas imágenes tienen más profundidad (bits,32 por ejemplo) entre otras características que una imagen convencional. El uso de estas imágenes puede hacerse tanto en interiores como en exteriores. en Exteriores se utilizan imágenes del cielo con paisaje o solo el cielo, en interiores se utilizan imágenes que contengan la iluminación artificial y natural de un interior real (por ejemplo una iglesia) que será aplicado al entorno como iluminación global y reflexiones a los objetos renderizados con la misma.

Para este ejemplo se tomó una foto convencional digital de 10Mega Pixeles, con el paisaje montañoso característico de Guatemala en un atardecer, el cual se utilizara como base para la iluminación global. A continuación se explica una de varias formas de lograr dicha iluminación:

**Paso #1:** en la barra de menús principales> clic izq. en Rendering> clic izq. en "Environment..." o si se prefiere el atajo simplemente presionar el número "8".



**Paso #2:** en la pestaña "Environment"> clic izq. para habilitar "use map"

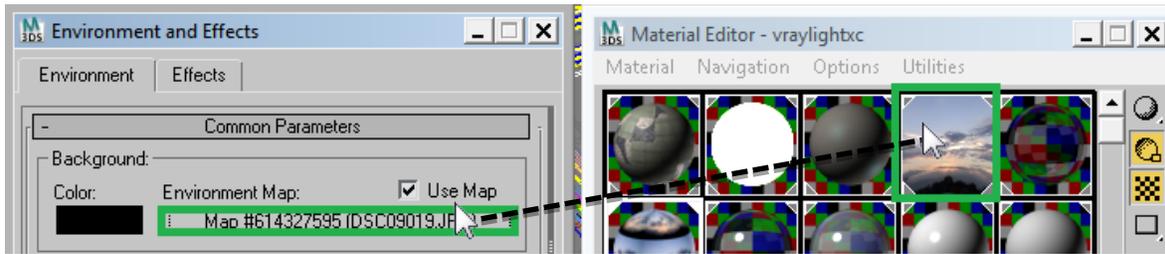


**Paso #3:** en el botón de "Environment Map:">clic izq. en "none">en el "material/map browser" doble clic izq. en Bitmap> seleccionar la imagen con el explorador de Windows> y clic izq. en "OK".

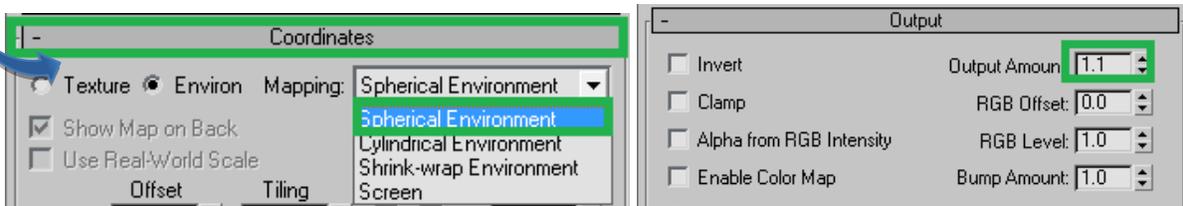
Ahora ya tenemos la imagen asignada al "Environment Map" por lo que se procederá a configurar la imagen como un entorno esférico de la escena.

**Paso #4:** presionar la tecla "M" para llamar al editor de materiales> sostener clic izq. sobre el mapa asignado y arrastrar a cualquier slot del editor.



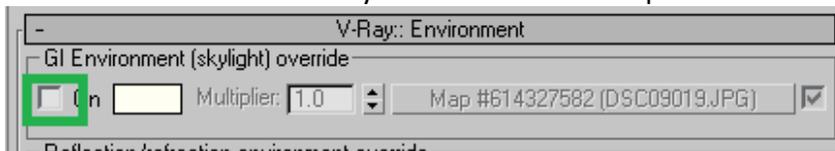


**Paso #5:** en el menú del bitmap> en el menú desplegable “**coordinates**”> seleccionar el tipo de “**mapping**” como “**spherical Enviroment**”.



**Paso #6:** en el menú desplegable “**Output**”> Ajustar el “**Output Amount**” a **1.1**, este valor es que le da la **intensidad de la iluminación a la escena**, se deberá ajustar hasta lograr un valor adecuado aproximado relacionado con la hora del día en que se simulara tal iluminación.

**Nota:** para que este procedimiento funcione deberá estar deshabilitada (sin cheque) la opción “**GI enviroment (skylight) override**” del menú desplegable “**V-Ray: Enviroment**” del motor de renderizacionVRay.De lo contrario esta prevalecerá sobre lo ya establecido.



**Resultados:** Resolución: 1536x830, Tiempo: 8m,27.6seg. (AMD dual Core 2.30 GHz)



## Iluminación Interior-Exterior

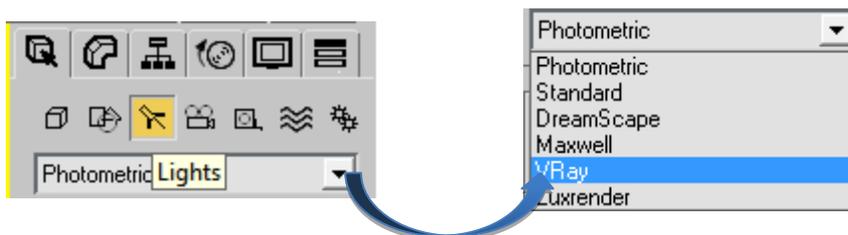
El siguiente paso es agregar la iluminación interior del edificio. Para lograrlo se pueden utilizar una iluminación con diferentes niveles de detalle dependiendo de la distancia del observador hacia los objetos que componen la escena. Para la iluminación interior se pueden utilizar desde fuentes de luz tipo V-Ray "plane", "sphere" con difusores o no y también fuentes con el material V-RayLightMtl que pueden tomar cualquier forma deseada. La iluminación interior consta de dos tipos básicamente, la fuente que ilumina internamente el espacio, y la fuente que simula la salida de luz por ventanas.



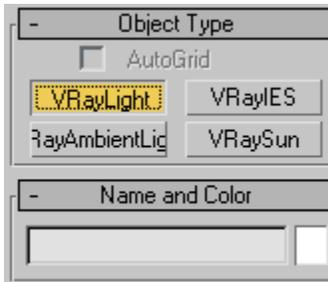
### Iluminación No detallada

Lograr una iluminación sin detalle es relativamente fácil ya que no se colocaran ningún tipo de luminaria específica. Pero si se recomienda tener muros internos que logren reflejar las fuentes de luz colocadas, pues esto es lo que se verá desde el exterior. Para hacerlo se colocaran fuentes de luz tipo "plane" los cuales se extenderán por toda el área de cielo de cada ambiente interior. Si se desea simular espacios internos con las luces apagadas y otros con las luces encendidas, se deberán crear tantas divisiones y fuentes de luz como se requieran para lograr este efecto más realista. A continuación los pasos a seguir:

**Paso#1:** en el panel de comandos > en la pestaña "create" > clic izq. en el icono "lights"

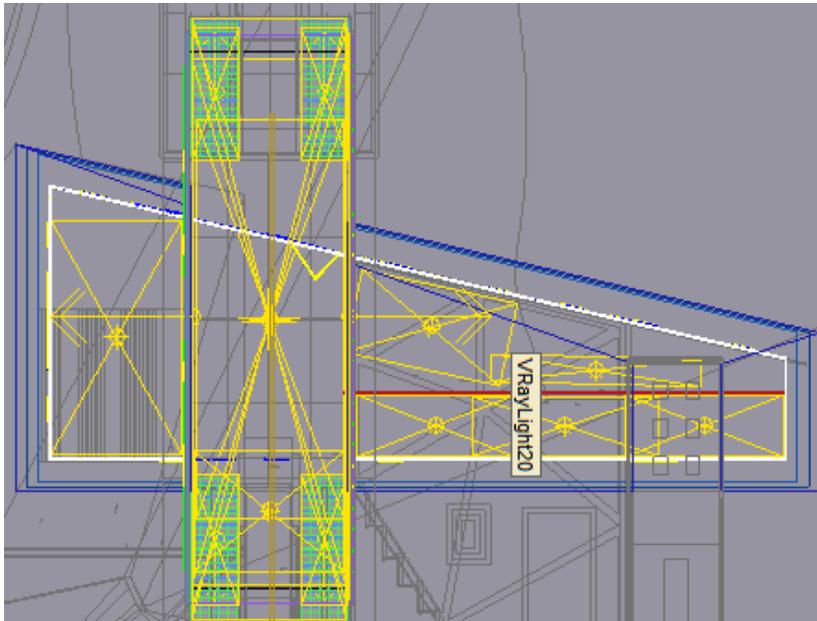


**Paso #2:** en el menú desplegable> clic izq. Sobre el botón  >clic izq. sobre VRay



**Paso #3:** en el menú desplegable “object type”>clic izq. sobre el botón “VRaylight”>este paso deja el cursor listo para trazar la forma o posición de la luz tipo “VRaylight”.

**Nota:**Para activar y desactivar la vista tipo alambrada presionar “F3” recursivamente.

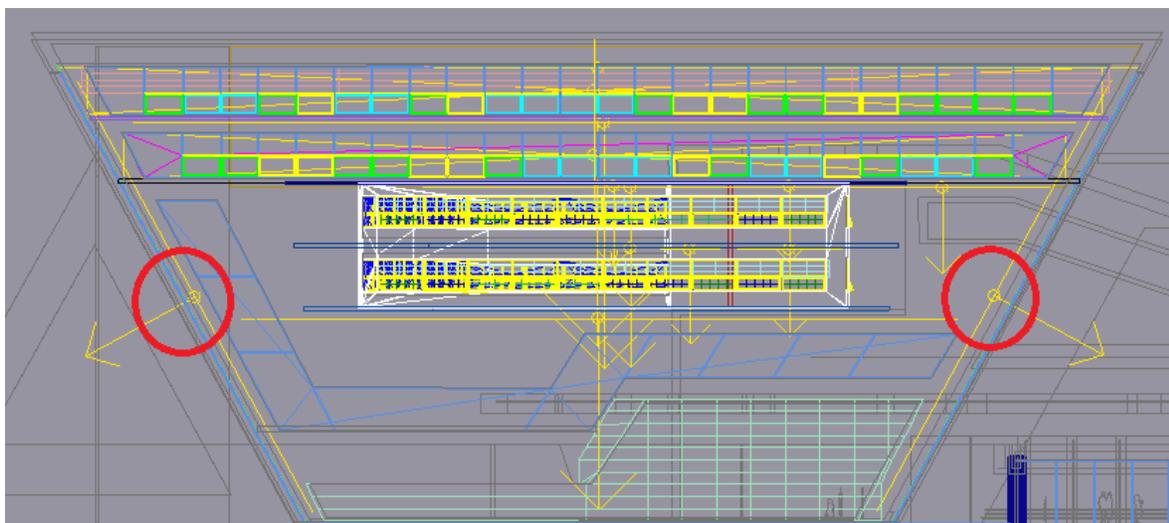


**Paso #4:** colocar tantas fuentes tipo “plane” como niveles tenga el edificio tratando de abarcar toda el área posible en planta con una o más fuentes.

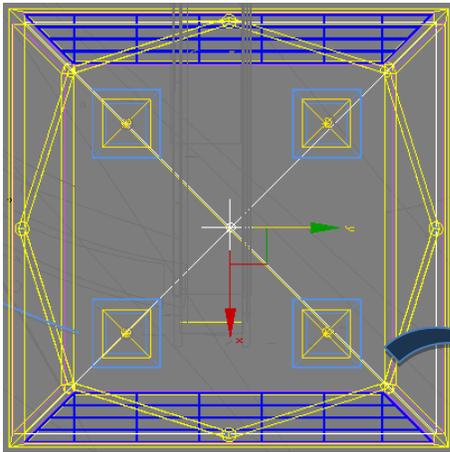
**Paso #6:** las fuentes tipo “plane” deberán estar unos cm abajo del cielo del ambiente interior para iluminar la mayor cantidad de área posible uniformemente.

**Paso #7 :** la simulación de la iluminación saliendo de las ventanas (especialmente en áreas donde existen

voladizos u objetos cercanos) se consigue direccionando fuentes tipo “plane” de adentro hacia afuera.

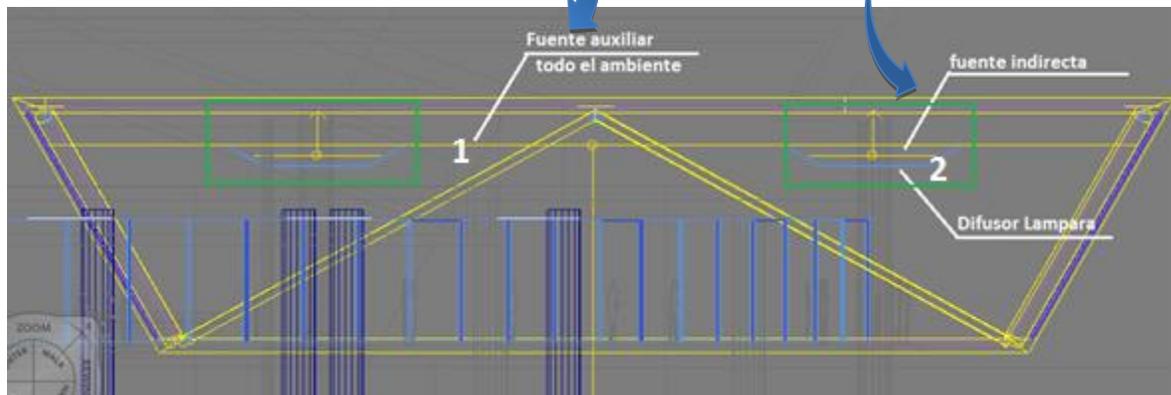
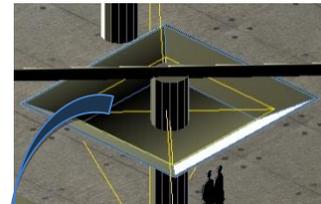


## Iluminación con Mayor Detalle



En las zonas de la imagen donde son más distinguibles los interiores, se usará una iluminación más detallada. La forma de hacerlo es creando materiales tipo "VRaylightMtl" o luminarias personalizadas por la escala del proyecto con difusores traslucidos.

A continuación los pasos para realizar tal iluminación.



**Paso #1:** crear una fuente auxiliar para iluminar todo el ambiente con una fuente tipo "plane".

**Paso#2:** crear luminarias según especificaciones de iluminación del proyecto, en este caso se crearon 4 lámparas grandes con difusor. Utilizar fuentes tipo "plane" o "Sphere". Ajustar color según tipo de lámpara y crear 3 instancias después de crear la primera luz.

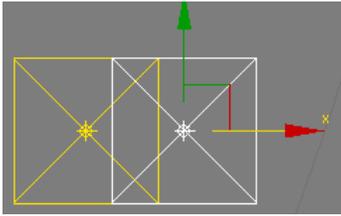
On	Name	Multiplier	Color Temperature	Units	Shadows	Subdivs	Bias	Invisible	Skylight	Dif.	Spec.	Reflect.	Caust.	subd.
<input checked="" type="checkbox"/>	VRaylight	3.0	6500.0	Default (image)	<input checked="" type="checkbox"/>	24	0.02m	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1500
<input checked="" type="checkbox"/>	VRaylight10	2.0	6500.0	Default (image)	<input checked="" type="checkbox"/>	16	0.02m	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1500
<input checked="" type="checkbox"/>	VRaylight11	2.0	6500.0	Default (image)	<input checked="" type="checkbox"/>	16	0.02m	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1500
<input checked="" type="checkbox"/>	VRaylight12	1.0	6500.0	Default (image)	<input checked="" type="checkbox"/>	16	0.02m	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1500
<input checked="" type="checkbox"/>	VRaylight13	1.0	6500.0	Default (image)	<input checked="" type="checkbox"/>	16	0.02m	<input checked="" type="checkbox"/>	None	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1500

**Paso #3** para crear instancias seguir los siguientes pasos:

- 3a Clic izq. en el icono "select and move" de la barra de herramientas principal. 
- 3b. Clic izq. sobre la fuente tipo "plane" > aparecerá el gizmo de Mover.
- 3c. presionar la tecla "shift" y Sostener clic izq. sobre el eje desde el que será desplazada la copia y arrastrarlo a su nueva posición y soltar.
- 3d. Clic izq. en instancia del grupo object
- 3e. Clic izq. en "OK".

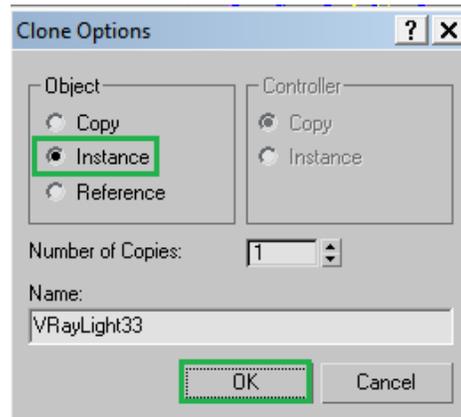


Paso 3c.



El **paso #3** puede ser aplicado para crear instancias de cualquier tipo de fuente.

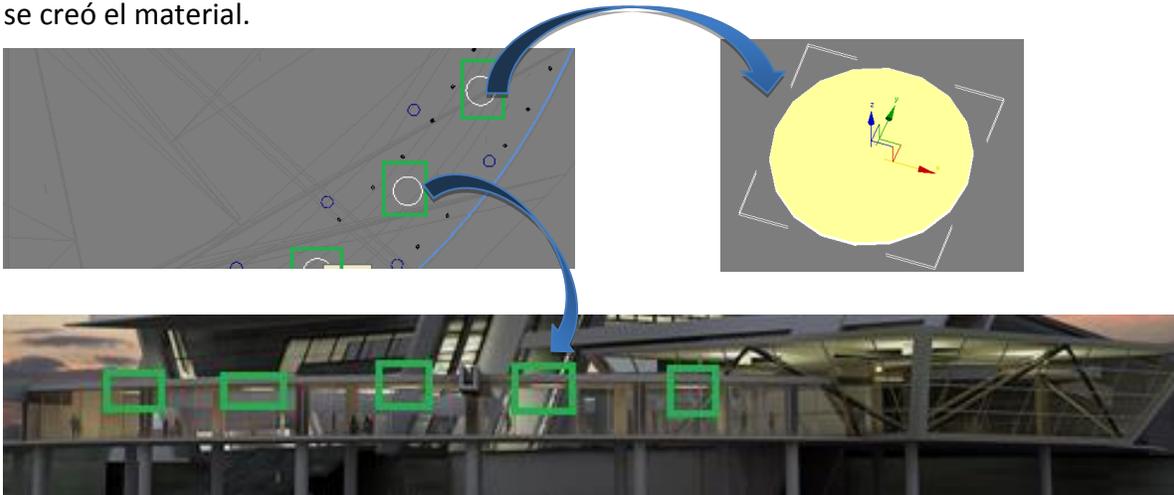
paso 3d. y 3e.



**Nota:** es recomendable utilizar las subdivs de las fuentes a un mínimo entre 16-24 puesto que tienen que atravesar un cuerpo traslucido lo que provoca generalmente mucho ruido en donde se localicen estas fuentes.

### Iluminación con VRaylightMtl

Este tipo de emisores de fotones o fuentes lumínicas tienen la ventaja que pueden adquirir cualquier geometría que se encuentre en la escena. Esta geometría puede ser un objeto completo o facetas del mismo. A continuación se muestra donde se usaron y como se creó el material.

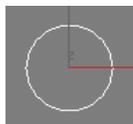


**Paso #1:** en el panel de comandos > clic izq. en la pestaña “” > clic izq. sobre el icono “Geometry”.

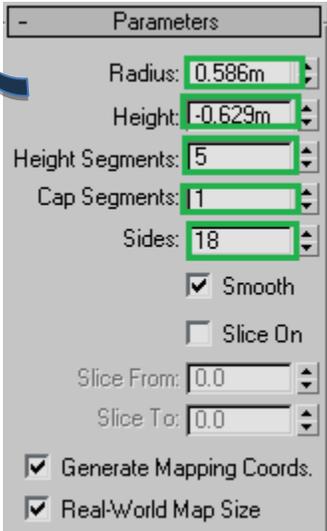


**Paso #2:** en el menú desplegable “ObjectType” > clic izq. sobre 

**Paso #3:** en la ventana activa > sostener clic izq. y arrastrar hacia los lados para definir el radio del cilindro.

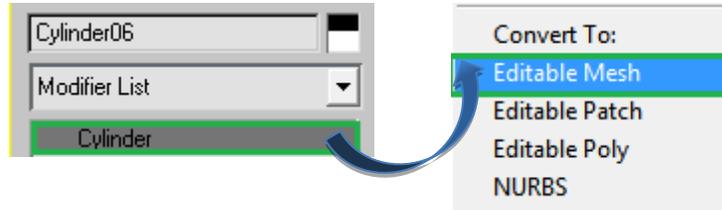


Al crearlo aparecen el menú desplegable de creación del cilindro “parameters”> entonces se ajustan con mayor precisión el radio, altura, segmentos de la altura, segmentos de la tapadera, lados etc. Este cilindro habrá que convertirlo a una superficie tipo “mesh” o “patch” para poder editarla y aplicar el VraylightMtl solo a la cara o faceta que interesa.



**Paso #4:** comandos sobre el icono “modify”

**paso #5:** en la pestaña “modify” clic derecho sobre “cylinder”

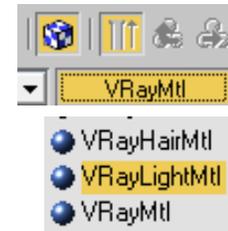
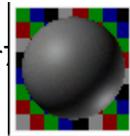


**Paso #6:** clic izq. en editable Mesh> esto convertirá en una superficie editable al cilindro creado.

**Paso #7:** crear el material VraylightMtl

**7a.** llamar al editor de materiales presionando “M”.

**7b.** clic izq. sobre un slot sin usar

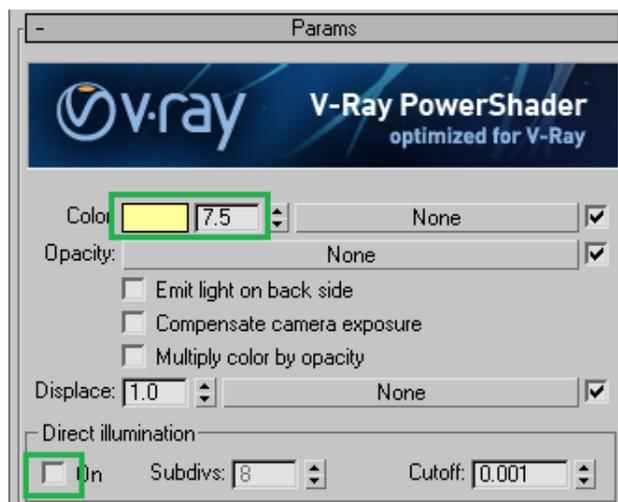


**7d.** en el material “Material/ Map browser” seleccionar V-RaylightMtl

**7e.** en el menú desplegable “params”>clic izq. sobre el color y seleccionar el color acorde al tipo de luminaria simulada.

**7f.** ajustar la potencia en este ejemplo a 7.5 (hacer pruebas hasta obtener resultados con suficiente iluminación)

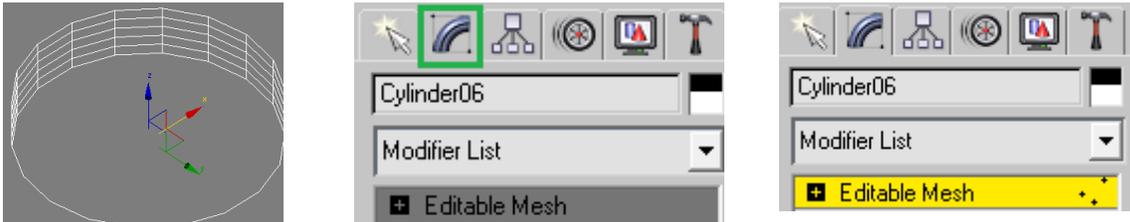
**7g.** si se desea simular iluminación directa en el grupo “direct illumination” habilitar “on” con clic izq.



## Aplicación de VrayLightMtl

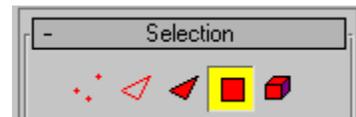
Como ya se explicó anteriormente ahora se seleccionara solamente una cara del cilindro y se le aplicara el material creado en el paso #7.

**Paso #1:** seleccionar el cilindro con el icono  de la barra de herramientas principal

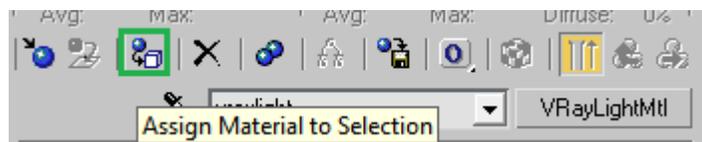
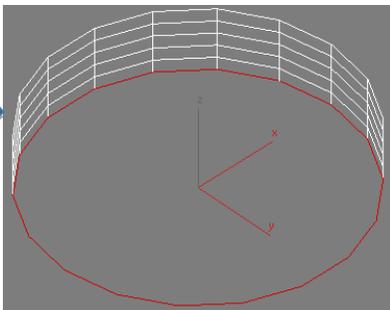


**Paso #2:** clic. Izq. sobre el icono “modify” del panel de comandos> clic izq. sobre “Editable Mesh”.

**Paso #3:** clic izq. en el icono “Polygon”. Esto permitirá seleccionara cualquier faceta del cilindro.



**Paso #4:** en la ventana activa rotar el cilindro de tal forma que se vea la tapadera inferior y con clic izq. seleccionar esa tapadera. Automáticamente se pondrá en rojo la faceta seleccionada.



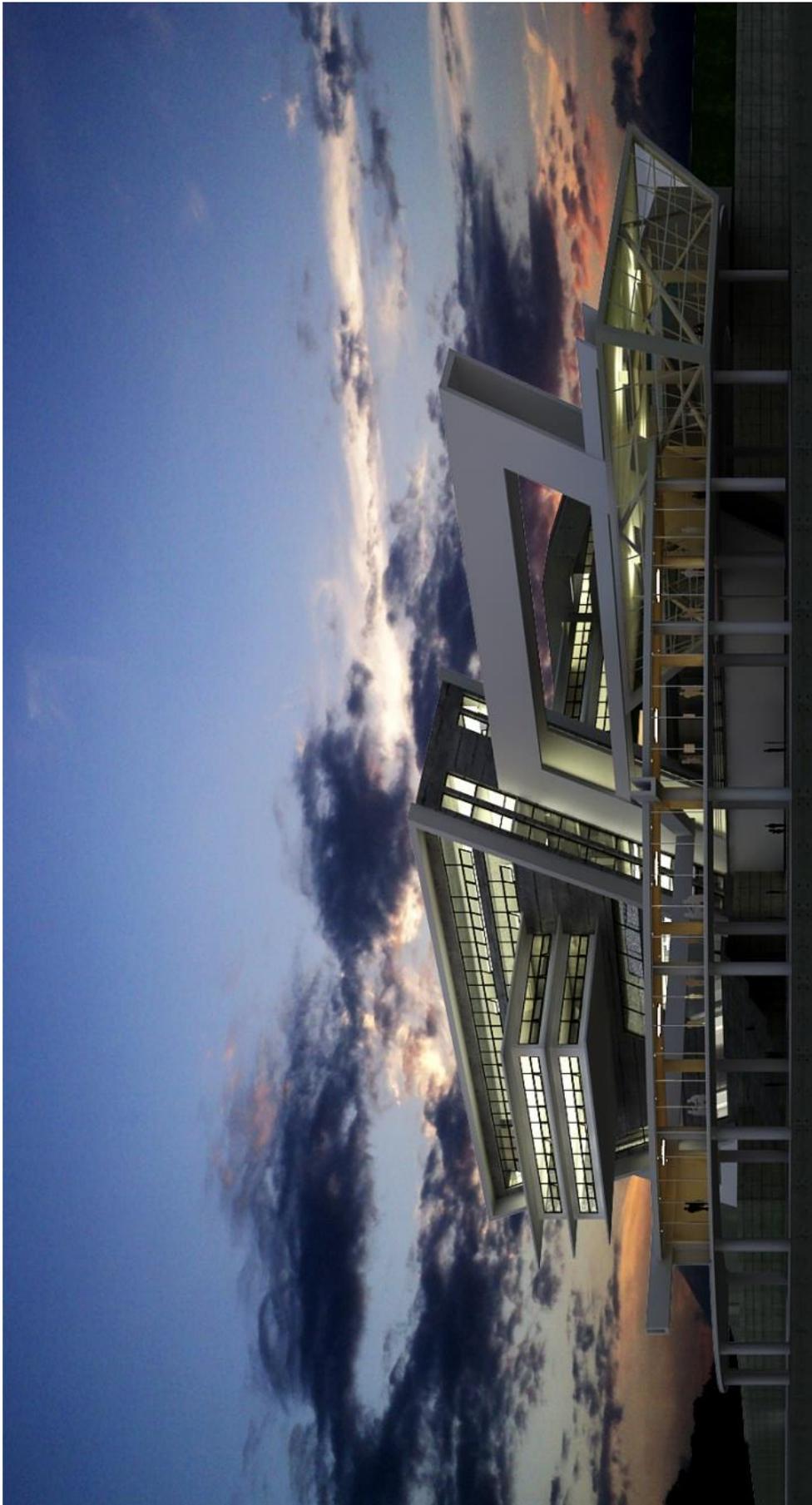
**Paso #5:** llamar al editor de materiales presionando “M”> y clic izq. sobre el icono “assign Material to selection”. Con estos pasos ya se habrá asignado a la faceta inferior del cilindro el material tipo “VraylightMtl” que ya se había configurado.

**Paso #6:** colocar el cilindro en su posición final y crear instancias del mismo modelo en donde se desea más iluminación de este tipo.

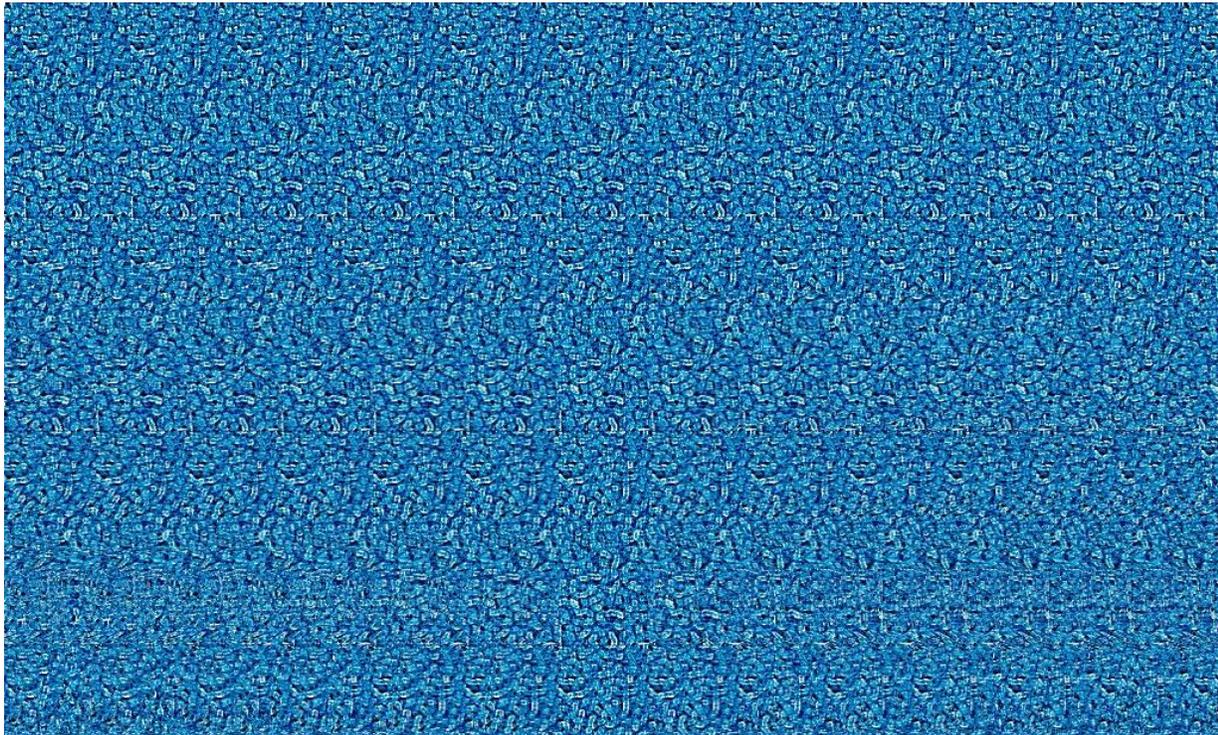
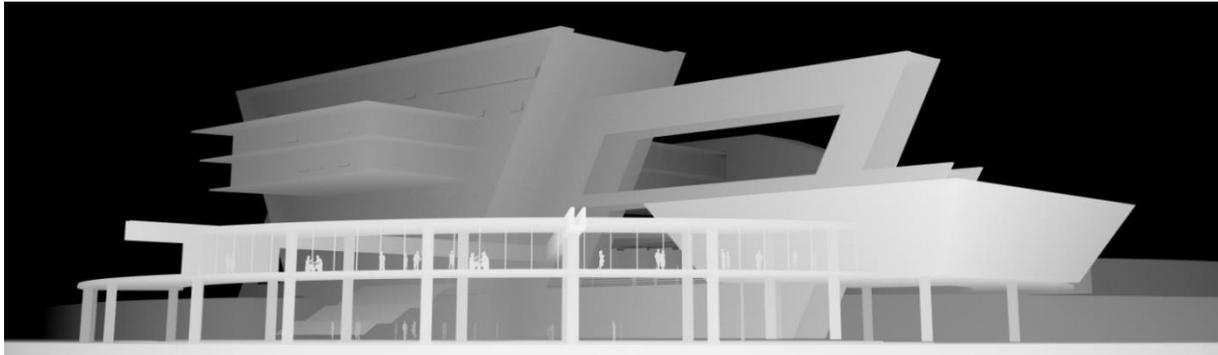
## Resultados



Exterior Mixta Renderizada (V-ray + 3dmax)



**Mapa de profundidad (zDepth) del modelo 3D.  
Rango de 100m-225m**



**Autoestereograma RDS, generado con el Mapa de  
Profundidad del modelo 3D.**



## 4.9 Etapa de Renderización

La etapa de renderización comprende todos aquellos cálculos referentes a la iluminación que el software le indica al hardware que realice ya sea por medio de GPU o CPUs. La etapa de renderización es la penúltima etapa para producir imágenes estereoscópicas foto-realistas.

Esta etapa consta de los siguientes pasos generales:

- Elección del Motor de Renderización
- Elección del Método a utilizar (exacto, aproximado o híbrido).
- Ajustes del Motor según el tipo de escena (interior, exterior, Mixta).

### Motores Comerciales

Actualmente existe una gran cantidad de motores de renderización, algunos cuentan con su propia interfaz para exportar las escenas en 3D, aplicar materiales, aplicar luces etc. otros cuentan con plugins para instalar en programas de modelado como 3Ds Max Design, Maya, Cinema4D entre otros. Y algunos cuentan con ambas opciones. Una característica común de muchos motores es que incluyen sus propios editores de materiales que se acoplan de mejor manera a los algoritmos usados para calcular el transporte de la luz.

A continuación se mencionaran de forma resumida algunos de los motores con mayor popularidad hoy en día, comenzando con el que se ha utilizado en la explicación de las técnicas de iluminación.

**Tabla Resumen de algunos Motores comerciales de Renderización**

Nombre	Características
	<p>Desarrollado por Chaos Group, con algoritmos más eficientes diseñados específicamente para mejorar la velocidad de renderizado. Soluciones de iluminación con indicaciones geográficas, luces físicamente exactas, iluminación eficiente con HDR con IBL y soporte de GPU. Mas información en <a href="http://www.chaosgroup.com/public_images/Brochure-V-Ray-Max.pdf">http://www.chaosgroup.com/public_images/Brochure-V-Ray-Max.pdf</a></p>
	<p>Interfaz propia y como plug-in con creación de materiales propios, base de datos de materiales en línea, captura de imagen como una real, luces realistas: materiales emisores desde la superficie. Para saber más características de indigo consultar la pagina: <a href="http://www.Indigorenderer.com/features">http:// www. Indigo renderer .com/features</a>.</p>
	<p>motor de simulación de luz físicamente correcto y unbiased capaz de representar la luz de manera exacta a como lo hace en la realidad, compatible con las principales aplicaciones 3D o CAD del mercado, está basado en unidades y física reales, por lo que no son necesarios complicados y extraños ajustes para conseguir resultados fotorealistas.</p>
<p>Nvidia Mental Ray, iRay</p> 	<p>Oclusión ambiental nativa y “final gathering” son herramientas productivas para lograr un look natural convincente sin pasar tiempos de renderización largos. Soporte para imágenes HDR y múltiples frame buffers proporcionan la base para la combinación perfecta de elementos del render iRay soporta uso de GPU. Más información en <a href="http://www.nvidia-arc.com/products/nvidia-iray/downloads.html">http://www.nvidia-arc.com/products/nvidia-iray/downloads.html</a></p>



## 4.10.2 Métodos para el cálculo del transporte de la luz

### Método aproximado

En este tipo de método los cálculos son interpolados para lograr tiempos de renderización mucho más rápidos. La desventaja es que siempre habrá algún tipo de error, aunque muchas veces este error es imperceptible. El usuario tiene el control de la cantidad de error introducido (a menor error mayor tiempo de renderización.) la desventaja principal de este método es que no existen resultados parciales de la imagen, se debe esperar el resultado final para ver los efectos de los ajustes hechos. Aunque recientemente tanto para métodos aproximados como para los exactos existen motores en tiempo real o RT (real time) que permiten ver en segundos los resultados de los ajustes hechos a la iluminación. Como sea la gran ventaja de los métodos aproximados es que una misma imagen puede calcularse en diferentes pasos, y distribuir el renderizado de la misma en otros procesadores.

**En los métodos exactos** la imagen es calculada progresivamente-en el principio el error es mayor, pero se vuelve más pequeño a medida que el algoritmo desarrolla cálculos adicionales. En cualquier espacio de tiempo, se tendrán resultados parciales. Lo que permite utilizar el resultado parcial (para post-producción) y dejar que se terminen los cálculos y así utilizar la imagen final. **Los métodos híbridos** contienen lo mejor de ambos métodos utilizando métodos exactos para algunos efectos y métodos aproximados para otros. La única desventaja es que se debe ser más cuidadoso en los ajustes para lograr un resultado óptimo de calidad-tiempo.

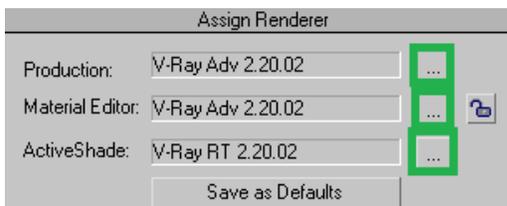
método	Ventajas	Desventajas
<b>Exacto (unbiased)</b> Path tracing (brute-force) Bi-directional path tracing MLT	Resultados precisos, solo produce ruido, muy pocos controles de ajustes, utiliza muy poca memoria adicional	No son adaptativos, algunos efectos no pueden ser calculados del todo, la solución final de GI no puede ser guardada ni reutilizada.
<b>Aproximado (biased)</b> Photon mapping Irradiance caching Radiosity Light cache (V-ray)	Adaptativos, puede calcular efectos que los métodos exactos no pueden, la solución debe ser refinada y ajustada. La GI puede ser guardada y reutilizada.	No hay resultados en su totalidad precisos, mas ajustes para lograr calidad, mucha más memoria adicional.
<b>Híbrido</b> Final gathering + photon mapping Brute force + light cache o mapa de fotones	Se combina velocidad y calidad.métodos exactos usados para algunos efectos, y métodos aproximados para otros.	Es más complicado ajustar los parámetros para resultados correctos.Algunos métodos pueden ser asintóticamente exactos (unbiased), lo que quiere decir que comienzan con exactitud, pero gradualmente decrecen a medida que el render avanza.



### 4.9.3 Aplicación del Motor V-Ray

Las técnicas de iluminación anteriormente explicadas se basan en modelos de fuentes de luz y materiales del motor de renderización V-Ray por lo que en este inciso se explica de forma básica la interface de la aplicación, también es necesario ajustar rápidamente los parámetros del motor para diferentes tipos de escenas con una calidad óptima, para lo cual se utilizara un macrosript llamado **Solid Rocks**, el cual se puede bajar de la página <http://www.solidrocks.suburb.com> este macrosript también permitirá de manera interactiva al usuario ver como es configurado el motor V-ray en distintos escenarios de iluminación, como el propósito del presente documento no es un análisis extenso de la herramienta si no su aplicación a la arquitectura y a la visualización estereográfica, se recomienda consultar la página [www.3Dspot.com](http://www.3Dspot.com). La cual es la página oficial de ayuda del motor V-Ray, y en ella se explica en detalle el funcionamiento de cada parámetro del mismo.

#### 4.13.3.1 Plugin de V-Ray



Para habilitar el uso del motor vray y sus propios materiales, seguir el siguiente procedimiento:

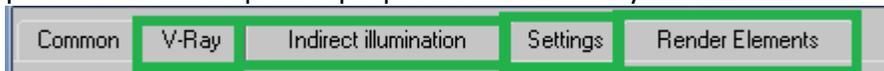
**paso#1:** Presionar la tecla “**F10**”> clic izq. en la pestaña “**common**”.

**Paso#2:** buscar el menu desplegable “**Assign Renderer**”> click izquierdo en cada una de las opciones (production,material editor,active shade)sobre el boton “...”

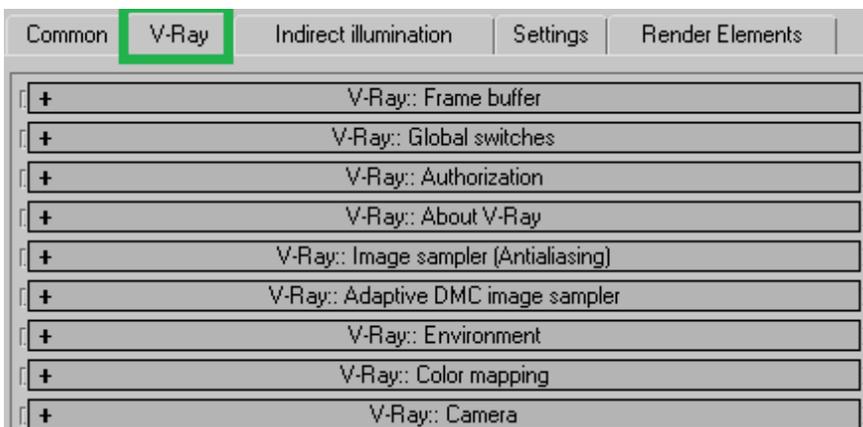


**Paso #3:** en la ventana “**choose renderer**”>clic izq. sobre la version Vray que se tenga instalada> clic izq. en el boton “**OK**”. Repetir el procedimeinto para asignar vray tambien al editor de materiales.

Al llevar a cabo el paso tres en el campo “production:” automaticamente cambiaron las pestañas de inicio por las propias del motor V-Ray.



#### Menus desplegables de la pestaña “V-Ray”.



El menu V-Ray permite controlar características generales para la renderizacion. a continuacion una breve descripcion de los menus desplegables:



**Vray: Frame Buffer** permite habilitar/desabilitar la ventana de visualización del progreso del render y el render final. Esta ventana contiene varias opciones que no son estándares en 3Ds Max design, como la opción “History” o historia de los renders. También se visualiza en esta ventana directamente el formato SBS (side by side) estereoscópico y tipo anaglifo. Entre otras opciones.

**Vray :Global switches** permite modificar ciertos parámetros de los materiales, de la geometría, de la iluminación, de la iluminación indirecta y el raytracing.

Entre los más útiles tenemos los sobre escribir la cantidad máxima de reflexiones y refracciones de manera global para acelerar el raytracing no importando la cantidad de reflexiones y/o refracciones establecidas en los materiales. También se puede sobre escribir todos los materiales de la escena por el que se desee para crear vistas previas de la iluminación global (para no procesar reflexiones ni refracciones).

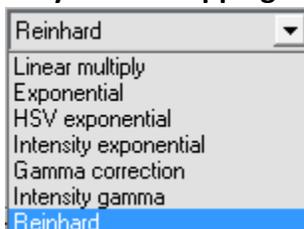
**Vray :Image sampler (Antialiasing)** este menú permite elegir el tipo de muestreo de imagen, y el filtro de Antialiasing, el AA (AntiAliasing) sirve para evitar que en la imagen se noten gradas que aparecen especialmente en bordes inclinados o superficies circulares.

Nota: según el image sampler elegido en este menú así también cambiara la pestaña para hacer ajustes más precisos del tipo de muestreo elegido de los cuales existen tres opciones: fixed, DMC (deterministic MonteCarlo), Adaptive o adaptativo.

#### **Vray :Environment**

Este menú permite habilitar el “GI environment (override)” el cual si está activado prevalecerá sobre la ventana “environment and effect” que es la que trae 3Ds Max. El GI environment permite simular una iluminación global General a la escena, y si se le agrega un mapa esférico funcionará como IBL por lo que se deberá habilitar la opción Reflection/Refraction environment override para que la iluminación global coincida con las reflexiones para hacerlo más realista.

#### **Vray :Color mapping**



Este menú permite elegir entre varios tipos de “color mapping”, también conocido como “tone mapping” los cuales se muestran en la imagen izquierda.

El más comúnmente usado es el tipo “Reinhard” el cual es una mezcla entre los dos extremos de “linear multiply” y exponential, o HSV exponential.

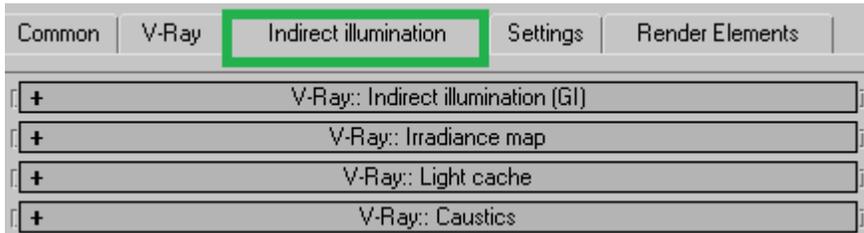
#### **Vray :camera**

En este menú se especifica el tipo de cámara, si se quiere sobre escribir el FOV, se puede configurar el DOF (deep of field), y el Motion blur. Nota: solo funciona con cámaras tipo VRay.



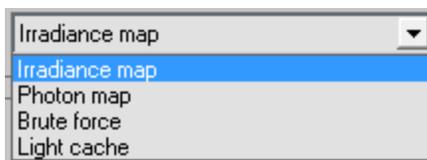
## Menús desplegables de la pestaña “indirect illumination”

En esta pestaña se encuentran todos los menús desplegables relativos al control de la iluminación global de la escena y causticas. Entre estas se encuentran los métodos primarios y secundarios para calcular los rebotes de la luz, cada uno con sus parámetros individuales ajustables.



### Menú desplegable V-Ray: indirect illumination (GI)

En este menú se activan las GI refractivas o reflectivas para las causticas, también se elige el algoritmo primario y secundario para calcular la iluminación global.



en la imagen izquierda se aprecian las opciones de elección del algoritmo primario de GI. El cual puede ser: irradiance map, photon map, brute force, light cache. La versatilidad del motor radica en que pueden utilizarse tanto métodos exactos como aproximados.

Otra de las opciones importantes es que se puede configurar desde aquí la oclusión ambiental.

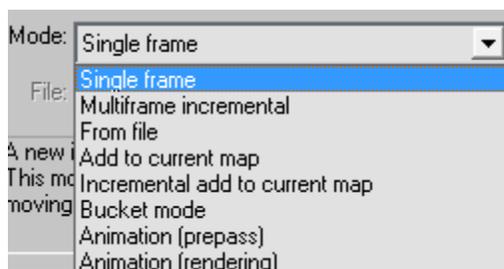
### Menú desplegable V-Ray: irradiance map

Irradiance map es un método aproximado para el cálculo de los rebotes primarios de la luz. Este método fue desarrollado especialmente por los autores del software para ser más eficiente que el mapa de fotones pero como todo método es inherente a ciertos artefactos. Generalmente es muy usado para iluminación interior, exterior o mixta.

Dentro de los parámetros básicos de este motor se encuentra el Ajuste del **Min rate** y **Max rate** los cuales según sus valores determinan la resolución óptima del render y esto afecta también el tiempo de renderización.

Los parámetros que se ajusten en esta pestaña también están relacionados con el menú desplegable “**VRay: DMC sampler**” de la siguiente pestaña “**settings**”

Así mismo contiene opciones que permiten ver el progreso del cálculo del mapa de irradiancia y especificar en qué lugar se almacenará para posteriormente utilizarla.

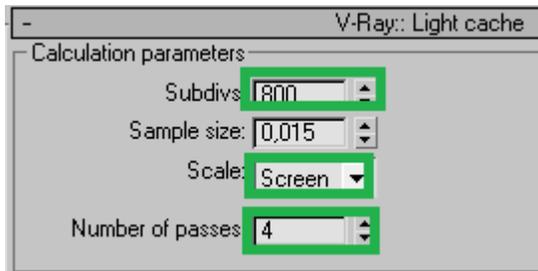


Un parámetro importante a utilizar frecuentemente es la modalidad o “mode”, en esta opción se especifica en qué forma es almacenado el mapa de irradiancia las cuales permiten su utilización para acelerar una nueva vista, crear una animación más rápidamente o simplemente almacenar el mapa.

Para crear imágenes estereoscópicas estáticas, únicamente se utilizará **single frame, from file, y incremental add to current map**. Este método cuenta con ajustes predefinidos de calidad para facilitar su utilización.



## Menu desplegable V-Ray: Light Cache



“**Light cache**” es un metodo aproximado muy utilizado como el algoritmo que calculo los rebotes secundarios de la luz en una escena, ya sea interior, exterior, o mixta. El algoritmo es muy parecido al del mapa de fotones pero sin muchas de sus limitaciones. Dentro de sus ajustes importantes se tiene la cantidad de rayos trazados de la camara hacia los objetos

la cual se define con el parametro “**subdivs**”, la cantidad de rayos sera igual a la cantidad especificada en este parametro al cuadrado. **Por ejemplo si se tiene 800 los rayos trazados seran 640,000** ( $800^2$ ). Mientras mas rayos se lograra iluminacion en escenas donde existen pocas fuentes de luz y estan a una distancia considerable que podrian producir zonas de penumbra en la escena y ruido. El “**sample size**” especifica el tamaño de la muestra en la escena mientras mas pequeño este valor mas calidad del render pero mas tiempo para la generacion de la imagen. la opcion “**scale**” o escala tiene la opcion de “world” o “screen” refiriendose con esos terminos a la calidad de renderizacion de los objetos mas alejados de la camara. La opcion **screen** muestrea mas los objetos cercanos y menos los lejanos. La opcion “**world**” ayuda a mejorar el muestreo de objetos lejanos para darle mas definicion a la imagen final que utilizando la opcion “screen” pero ocupa mucho mas espacio para su almacenamiento.

Los resultados tanto de un mapa de irradiancia como de un mapa tipo “light cache” los podemos ver con la aplicación externa que trae el motor VRay al ser instalado llamado **irradiance map viewer**.

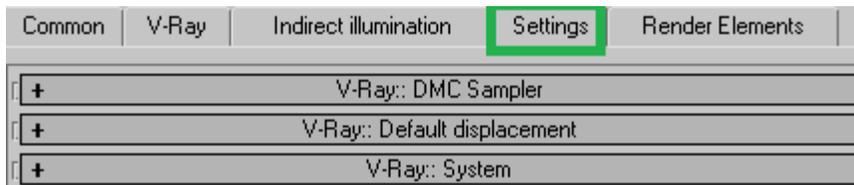
El siguiente parametro “**Number of passes**” **esta relacionado con la cantidad de nucleos o “threads” que tenga el procesador del hardware utilizado**, esta se refiere a la capacidad del procesador de realizar varias tareas paralelas simultaneamente, lo cual es aprovechado por el software para reducir los tiempos de calculo. Vray avisara si la configuracion es incorrecta en la ventana de mensajes Vray, mostrandonos la cantidad de nucleos disponibles para corregir este parametro.

## Menu desplegable V-Ray: Caustic

Esta opcion sera especialmente util cuando se trabajen en escenarios arquitectonicos donde el agua es uno de los protagonistas en la ambientacion del proyecto. Este menu tiene tambien la posibilidad de ser almacenado similar al mapa de fotones, aquí se ajustan la intensidad de las causticas, la cantidad de fotones para calcularlas, la distancia de busqueda entre otros parametros.

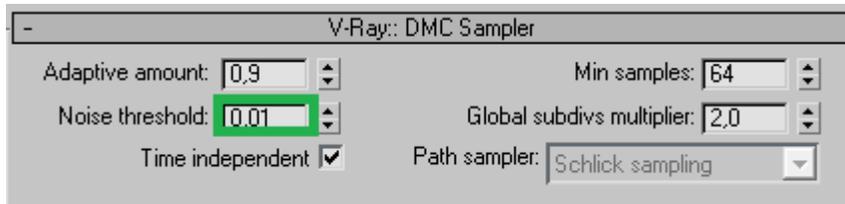


## Pestaña “settings” o Ajustes



La pestaña “**settings**” contiene menus desplegable que ajustan con precision ciertas características del calculo de la luz, como afecta a cada objeto de la escena, memoria virtual utilizada entre muchas otras opciones.

### **V-Ray: DMC sampler (Deterministic Montecarlo).**



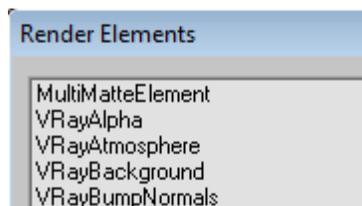
El muestreo DMC permite evaluar de una manera pseudo-aleatoria los valores para la iluminacion indirecta, DOF, antialiasing, motion blur entre otros parametros. Es decir siempre calculara de la misma manera la iluminacion y por lo tanto dara los mismos resultados al renderizar una determinada escena una y otra vez.

### **V-Ray: System**

El menu desplegable V-Ray: system permite ajustar ciertos parametros que pueden optimizar el proceso de trazado rayos( arboles KD o arboles SD), comportamiento de los objetos ante la iluminacion (GI recibida,GI emitida etc.) y el renderizado distribuido, la prioridad de procesamiento por el o los CPU de la imagen (low thread), ajustes de las propiedades individuales de cada luz (causticas, diffuse subdivs etc.).

*este menu es muy util especificamente para escenarios diurnos con luz directa, puesto que se puede optimizar el comportamiento de cada objeto en la escena para que no resulte sobre-expuesto a la iluminacion indirecta reflejada o recibida. Tambien permite ajustar el brillo causado por una iluminacion directa sobre el objeto.*

### **V-Ray: Render elements (elementos del render)**



La pestaña elementos del render permite habilitar varias salidas de imagen con diferentes propositos. Algunas salidas permiten evaluar y optimizar la renderizacion, otras permiten ver los efectos de la iluminacion global, las sombras, las reflexiones, las refracciones etc, por separado.

Estas salidas permiten en algunos casos mejorar la imagen final en el proceso de post-produccion estereoscopica.



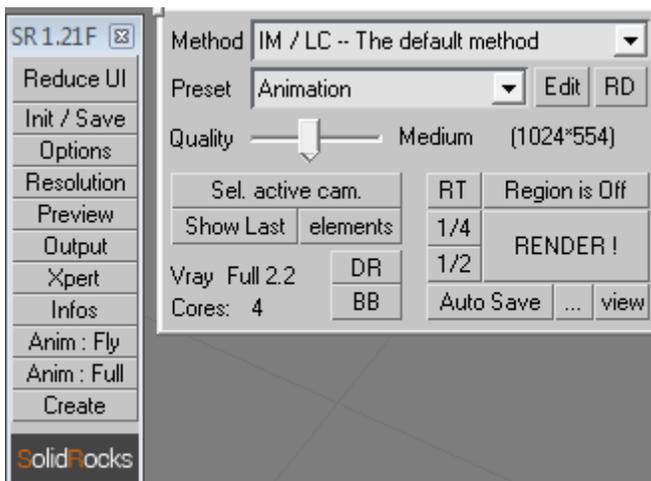
## Macroscript SolidRocks

Las macroscript son utilidades que permiten la ejecución de ciertos procesos preestablecidos de manera muy rápida en el lenguaje Maxscript propio de 3Ds max Design. Esta script en particular permite en pocos pasos lograr soluciones optimas para cualquier tipo de escenario en terminos de iluminacion, ya sea interior o exterior sin tener ningun conocimiento del funcionamiento interno del motor vray o por el contrario teniendo un conocimiento avanzado del mismo. En este caso la macroscript accede a los parametros del motor de renderizacion V-Ray y aplica valores que optimizan el proceso de renderizacion de la imagen dependiendo el tipo de escena, el cual contiene los siguientes presets:

- Animacion
- Exterior y Exterior\_vray2
- Interior e interior\_vray2
- Interior\_vray2\_Dark
- Especial Universal

**Nota:** las opciones Exterior e interior se refieren a versiones anteriores a V-Ray 2.0

## API SolidRocks

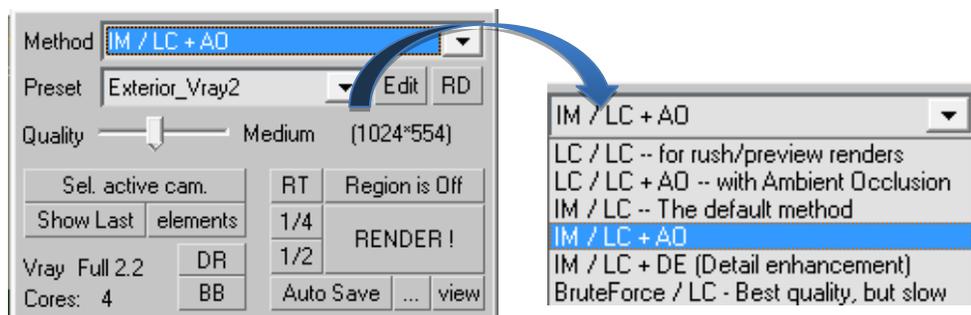


la interface basica para el usuario se puede observar en la imagen izquierda. Al lado izquierdo aparece la ventana principal de la aplicación en ella se activan o desactivan otras ventanas que contienen mas opciones para el ajuste de la renderizacion. Aunque regularmente bastara con esta simple interface si se quiere saber los ajustes que esta haciendo la macroscript se pueden habilitar todas. A continuacion se explican cada una de las opciones según el tipo de

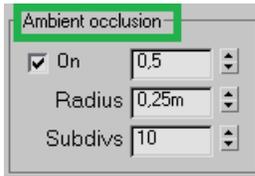
escenario.

### Menu principal de Ajustes de SolidRocks

**Lista desplegable Method** el menú principal permite elegir el método para los rebotes primarios y secundarios entre los cuales se tienen las siguientes opciones y se utilizan las siguientes abreviaturas: IM = irradiancemap, LC = light cache, AO = ambient occlusion, DE = detailenhancement.



el metodo mas usado **frecuentemente** por su rapidez tanto en escenas interiores como exteriores es **IM** para los rebotes primarios y **LC** para los secundarios con la opcion de agregar oclusion ambiental (AO).

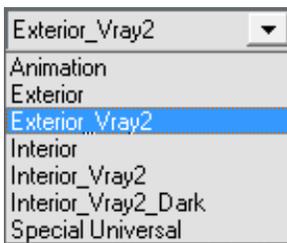


Esta opcion agrega mas realismo a la escena identificando aquellas zonas donde dos objetos perpendiculares entre si se tocan y agregando una sombra definida por el usuario en el la pestaña *indirect iluminacion>VRay: indirect iluminacion (GI)> Ambient occlusion*

La oclusion ambiental ha sido utilizada para crear efectos de suciedad en objetos arquitectonicos con el fin de emular lo que pasa en la realidad. Por lo que existen en la actualidad algunos scripts que ayudan a facilitar la creacion de los mismos dentro de la interface de los materiales.

Si se requiere un render de excelente calidad y se dispone de mas tiempo se sugiere utilizar **Brute Force**, brute force es el equivalente a utilizar path tracing sin ningun tipo de interpolacion, la desventaja de este metodo es que por su exactitud es muy lento.

### Ajuste según tipo de escena



#### Lista desplegable "Preset"

La lista desplegable de ajustes provee una configuración rápida y eficiente del motor V-Ray según el tipo de escena ya sea interior o exterior, con la opción de elegir si se usa una versión anterior a la de V-Ray 2.0. las opciones de arriba hacia abajo son: Animacion, Exterior, exterior V-Ray2, interior, interior V-Ray2, interior Vray2 oscuro, y el especial Universal que tiene una calidad aceptable

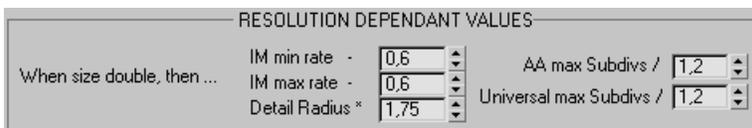
para cualquier tipo de escena ya sea interior o exterior.



Para ver cómo está configurado el motor Vray en una vista compacta y también con la posibilidad de editarlo se puede hacer clic izq. Sobre el botón "edit" esto

mostrar la configuración del "preset" seleccionado actualmente.

### Ajustes según Resolución



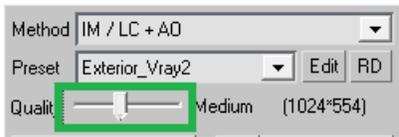
en el motor V-Ray existen parámetros que deben ajustarse según la resolución deseada. SolidRocks toma

como base una resolución de 640 x 480 en base a esta se duplican los valores de min rate y max rate del mapa de irradiancia, así como las AA max subdivs del muestreo de la imagen cuando se dobla la resolución base.

También el max rate y min rate del IM son cambiados automáticamente cuando se desean requieren diferentes calidades del render.



## Calidad del render



La calidad del render depende de muchos factores entre los más importantes se puede mencionar los ajustes en los algoritmos de rebote primarios y secundarios. El muestreo de la imagen (DMC sampler), y el umbral de

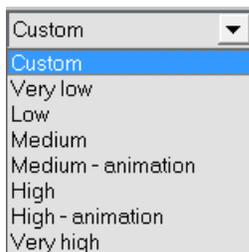
ruido (noise threshold) en el V-Ray: image sampler.

las opciones de calidad disponibles en SolidRocks son:

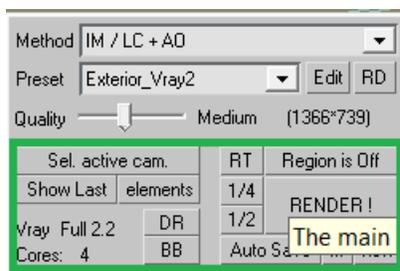
- Fast draft (dibujado rápido)
- Preview (vista previa)
- Low (calidad baja)
- Medium (calidad media)
- Goog (calidad buena)
- Very good (calidad muy buena)
- Production (calidad de producción)
- Ultra (solo para una resolución fija)

La calidad recomendada en general para presentaciones arquitectónicas siempre será “Medium” o calidad media pues permite lograr una imagen sin artefactos y con ruidos casi imperceptibles y al mismo tiempo tiene una relación calidad/tiempo optimizada.

Para estudios de televisión o la industria cinematográfica lo usual es utilizar la opción de “production”.



Generalmente las configuraciones de solidrocks producen resultados mucho más rápidos con una calidad similar comparados con los presets propios de V-Ray, los cuales se encuentran en la pestaña *indirectillumination* > menú desplegable “*irradiancemap*” > grupo “*built-in presets*” > “*currentpreset*”.



por último se tienen una serie de opciones a través de botones en la parte inferior del menú principal. **Sel.Active cam.** Selecciona la cámara activa (solo para V-Rayphysical camera).

**Show last** muestra el ultimo render ya sea en el frame buffer de 3Ds Max o el Frame buffer de V-Ray.

**DR** habilita el render distribuido.

**BB**habilita el blackburner. **RT** habilita el uso del motor de

V-Ray RT (real Time). **Regionis off** habilita o deshabilita la opción de selección de región en el renderizado (solo el área seleccionada será renderizada).  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  son resoluciones para vista previa de una cuarta parte o la mitad de la resolución definida. **RENDER** inicia la renderización con el motor V-Ray, mostrando en el Frame Buffer el progreso de la imagen y emergiendo la ventana de mensajes V-Ray si así fue configurado.

**Auto save** habilita la grabación automáticamente los render progresivamente. Botón “...” asigna un nombre definido por el usuario y el directorio donde serán guardados los renders. Botón “**view**” abre el explorador en la carpeta donde se encuentran las imágenes renderizadas. **Cores:** muestra el número de núcleos disponibles para el procesamiento.



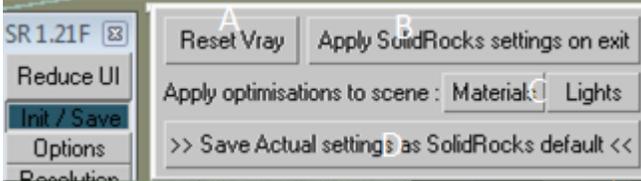
## Menús de Configuración

### Boton "Restore UI" o restaurar interface de Usuario



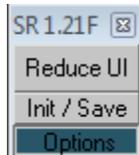
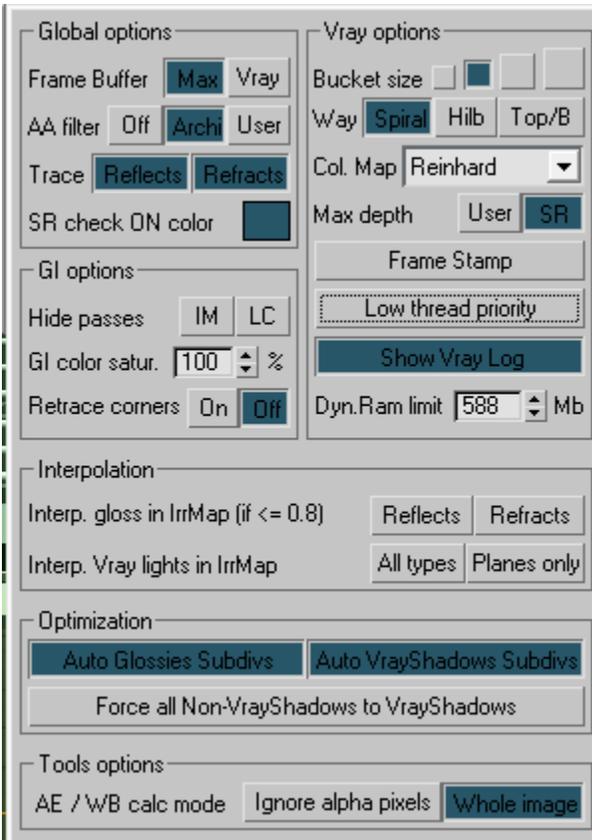
Reduce UI al hacer clic izq. Sobre el boton "Reduce UI" automaticamente reducira toda la interface del usuario a solamente 3 botones disponibles los cuales son: **Restore UI (restaura la interface), Create ( este menu permite crear luces VRAY, objetos VRay etc.),Render (renderiza la vista actual).**

### Boton "Init/save" Ajustes de inicio de SolidRocks



al hacer clic izq. Sobre el boton **init/save** se abre un panel de opciones que permiten: **A) resetear vray. B) aplicar los ajustes de solid rocks al salir del mismo. C) aplicar**

**optimizacion (reflexiones, refracciones, etc.) a materiales o luces. D) guardar los ajustes actuales como iniciales al iniciar solidrocks.**



al hacer clic izq. Sobre el boton "options" aparecera la ventana con los grupos siguientes:

- Global options
- Vray options
- GI options
- Interpolation
- Optimizacion
- Tools options

**Global options:** Activar el *frame buffer* tipo **Vray** pues este contiene mas opciones que controlan la imagen.

Activar el **AA Filter** (antialiasing filter) tipo Arch (arquitectonico).

**Trace:** activar Reflects y Refracts, habilita reflexiones y refracciones.



#### GI options (opciones de iluminación Global)

**Hide passes:** IM (irradianceMap) o LC (light cache) habilita o deshabilita la visualización del cálculo del IM y LC.

GI color satur.: saturación del color de la iluminación global (GI) dejar siempre en 100%.



**Retrace corners:** si por algún motivo aparecen artefactos (light leak) en esquinas donde existe la unión perpendicular de dos superficies activar esta opción (solo aplicable en Vray 2.0 en adelante)



### V-Ray options

**Bucket size** los buckets áreas definidas rectangulares que en una secuencia preestablecida o fijada por el usuario (solo en el Vray frame buffer) van renderizando la imagen final. Este parámetro ajusta el tamaño del mismo.

**Way** es la secuencia en que los buckets van renderizando toda la imagen, las opciones pre-establecidas son en espiral, abajo hacia arriba, hilbert curve. Su acceso tradicional esta en V-Ray:settings>VRaysystem>Render Región subdivisión>Region sequence.

**Max Depth:** permite especificar la reflexión y refracción de los materiales de manera global, las cuales son definidas por el

usuario o por solidRocks.

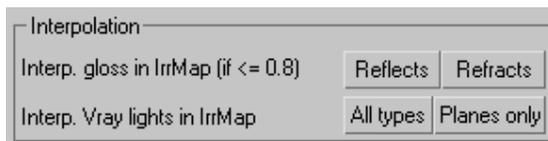
**Framestamp:** activa/desactiva el texto que indica el tiempo del render, el procesador, la versión de vray etc.

**Low thread priority:** activa/desactiva la opción de bajar la prioridad del renderizado al no utilizar todos los núcleos o "threads" del CPU. Se recomienda deshabilitar esta opción para renderizar más rápidamente.

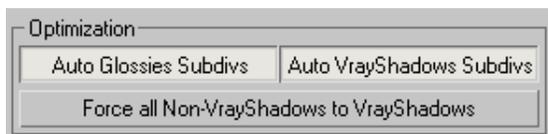
**Show Vray Log** el Vray log es una ventana que aparece cuando el proceso de renderización comienza en ella se muestra la cantidad de memoria utilizada para trazar los rayos, la cantidad de rayos, las estadísticas de los árboles KD o SD etc. Muestra las advertencias, cambios o errores durante el proceso.

**Dyn Ram Limit** es la cantidad de memoria máxima que será utilizada para el proceso de renderización, si la cantidad de polígonos es elevada se recomienda aumentar esta cantidad por inicio siempre estará en 588MB, esta también depende de la memoria RAM instalada en el equipo.

**Interpolation** El grupo interpolación actúa forzando las reflexiones o refracciones a ser



interpoladas en el mapa de irradiancia. Generalmente se dejará desactivas todas las opciones para lograr mayor definición en las mismas.



El grupo "optimization" en el botón "Auto glossies subdivs" fuerza las subdivisiones de los materiales en sus propiedades de reflexión y refracción (aumentando la velocidad del

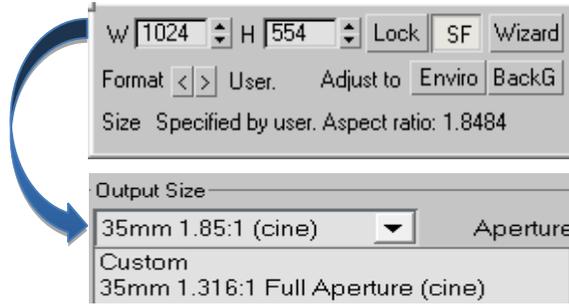
render) a los ajustes preestablecidos. Las subdivisiones ayudan a eliminar cualquier ruido del material reflectivo/refractivo, si en la escena están suficientemente iluminados estos materiales entonces tener activada esta opción aumentará la velocidad del render.

El botón "Auto Vrayshadows Subdivs" fuerza todas las subdivisiones de VRaylight y Vrayshadow a las preestablecidas.

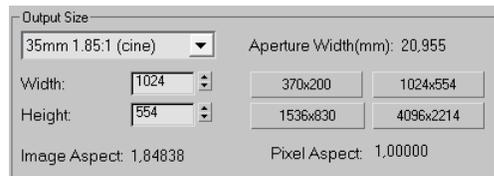


El boton “**Force all Non-Vrayshadow to Vrayshadows**” forza a todas las fuentes de luz que no tengan establecidas las sombras como Vrayshadows a tenerlas. Generalmente esta opcion esta inhabilitada pues siempre se trabajan con fuentes tipo VRaylight y por lo tanto se utilizan VRayshadows.

### Menu “Resolution” o Resolución.



Al llamar al script solidrocks automáticamente tomara la resolución ajustada en el la pestaña “**common**” de la ventana “**render setup**”(F10)> en el grupo “**output size**” aparecen las opciones de los formatos más comunes en una lista desplegable de donde seleccionamos cualquiera de las preestablecidas o una definida por el usuario la cual puede ser ingresada en los parámetros “width” y “Height”. O ingresados de igual forma en la interface de solidrocks en “W” y “H”, lo cual dará exactamente el mismo resultado.



solid rocks cuenta con la opcion “**wizard**” o asistente la cual al activarla con clic izq. Sobre el boton, abre una ventana donde se puede seleccionar tamaño de la hoja a imprimir y dpi, con estos datos automaticamente se calcula el ancho y

el alto de la imagen en pixeles a ser renderizada.

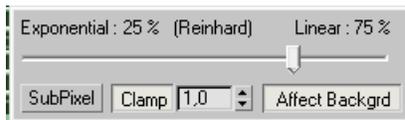
### Menu “Preview” o Vista Previa



Activando la opción **preview** del menú principal de solidrocks se obtiene acceso a los siguientes parámetros: gamma, i (interactive) si está activado, cada vez que se active o desactive la corrección gama se reflejara en la ventana de la derecha. **MiniPrev** crea una vista previa en miniatura de la escena renderizada. **AE (auto exposure)**

y **AWB (auto White balance)** solo son aplicables a cámaras físicas VRay. El botón **OverX** muestra en la vista previa los pixeles sobre expuestos (quemados) y los que se encuentran muy oscuros.

### Menu “Output” o Salida

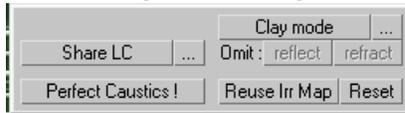


Este parámetro fue antes explicado en la API de Vray y como se mencionó anteriormente el método óptimo para el “tone mapping o color mapping en VRay” es el de Reinhard el cual siempre utilizara solidRocks. En este

caso Linear es igual al “Burn value” en el menu del “VRay:Color mapping” el cual se encuentra en la pestaña “VRay” de la ventana “Render Setup” (F19) tradicional de 3ds Max Design. Algunas veces la ventana de mensajes de VRay recomendara desactivar el parámetro “subpixel” porque podría producir brillos que no son correctos por lo que si aparece el mensaje es recomendable desactivar esta opción. Clamp se deja activado y con un valor igual a uno, y por ultimo activar Affect Backgrd (afectar fondo).



## Menu “Xpert” o Experto.



el menu “xpert” permite con “**share LC**” efectuar los calculos de light cache con la PC principal y luego realiza un NETrender con el archivo previamente calculado de light cache. Los esclavos en la red comienzan con los pases de irradiancia sin tener que usar un mapa de light cache. Con “**perfect Caustic**” el motor es ajustado automaticamente para lograr causticas bien definidas sin usar interpolacion, especialmente util en escenarios con luz directa solar sobre una superficie de agua.

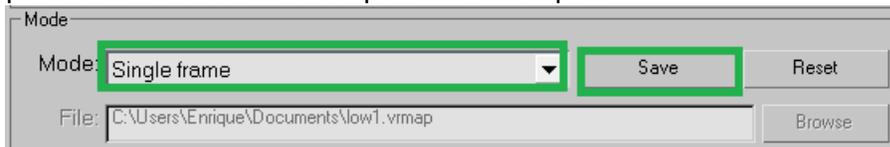
**Reuse irr Map o reusar mapa de irradiancia** esta opción automáticamente cambia al modo “**incremental add to currentmap**” en el menú desplegable de “**irradiance map**” lo que permite reusar el mapa de irradiancia previamente calculado y solo calcular el mapa en las zonas en donde con la vista actual de cámara no se observaban antes. Esta modalidad es útil en escenas estáticas donde solo la cámara se mueve, como por ejemplo **al renderizar el par estereoscópico**.

**Reset** con este botón se vuelve desde el principio a calcular todo el mapa de irradiancia y posteriormente almacenarlo si así se desea para su reutilización.

## Grabación y reutilización de Mapas

### Mapa de irradiancia

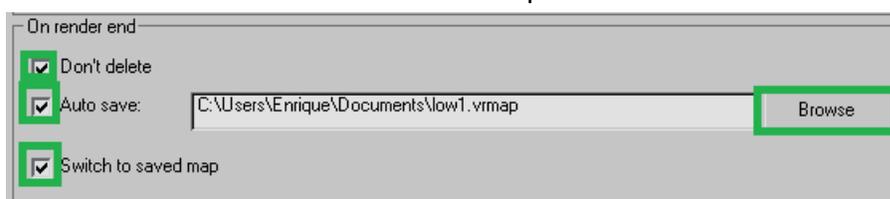
**paso#1:** en el menú desplegable “**irradiance map**”> en el grupo “**mode**”> seleccionar “**single**”. Esto calculara por primera vez el mapa de irradiancia de la escena por ejemplo para la cámara derecha del par estereoscópico.



**paso#2:** clic izq. En el botón “**save**”> se abrirá el explorador de Windows en donde se le asignara un nombre al mapa de irradiancia > clic izq. En el botón guardar.

**paso#3:** en el grupo “**on render end**”> activar con clic izq. Las opciones: Don’t delete, Auto save, switch to saved map. Estas opciones aseguran que no se borrara el mapa de irradiancia, que se guardara automáticamente y cambiara de modalidad automáticamente a “**from file**”.

**Paso #4:** clic izq. En el botón “**browse**”> se abrirá el explorador de Windows > seleccionar el archivo con el nombre colocado en el paso #2.

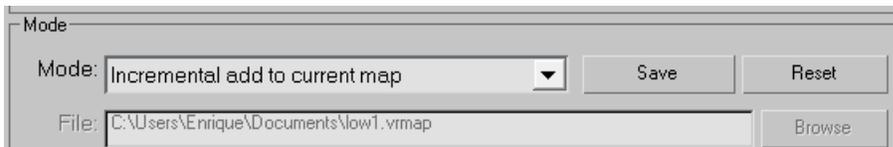


## Grabación del Mapa de “Light Cache”

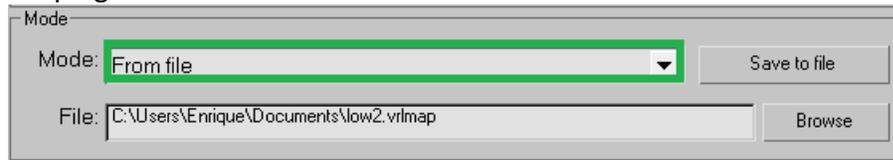
Light cache también se puede reutilizar una vez guardado. Los pasos para la grabación son exactamente los mismos que para el “irradiance Map” solo que en el menú desplegable de “light cache”. Repetir los pasos del #1 al #4.

**paso#5: Shift + Q** para Renderizar la escena. Automáticamente se guarda el mapa de irradiancia y el mapa de “light cache” en la ubicación especificada. Ahora se podrán reutilizar ambos archivos para renderizar rápidamente la cámara izquierda del par estereoscópico.

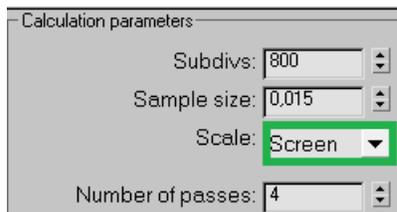
**paso#6:** en el menú desplegable “VRay: irradiancemap” >en el grupo “mode”> en la lista desplegable “mode”> seleccionar “incremental addtocurrentmap”.



**paso#7:** en el menú desplegable “VRay: Light Cache” >en el grupo “mode”> en la lista desplegable “mode”> seleccionar “From file”.



**paso#5: shift +Q** para Renderizar la cámara izquierda. Ahora el proceso será mucho más rápido que si se tuviera que calcular de nuevo completamente el mapa de irradiancia, el nuevo mapa se agregara al archivo ya existente con la nueva información.



**Nota:** se recomienda colocar el parámetro “scale” a “World” para lograr una mayor definición en todas las imágenes si se tuvieran varios pares estereoscópicos por toda la escena, de lo contrario bastara con “screen”.

Para un tutorial completo en videos sobre el motor V-Ray se recomienda visitar la siguiente página: [http://www.cuantico.es/tutoriales\\_3d/curso-vray-2-espanol/](http://www.cuantico.es/tutoriales_3d/curso-vray-2-espanol/)



## 4.10 Proceso de Post-Producción Estereoscópico

Los procesos de post-producción son aquellos Ajustes que se hacen a las imágenes renderizadas para lograr un resultado final de alta calidad. Entre los ajustes más usuales en imágenes estereoscópicas están:

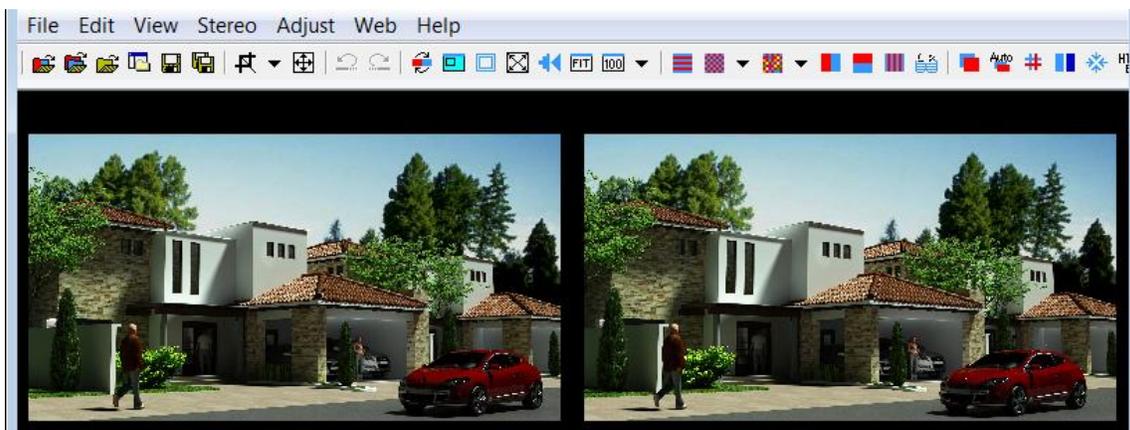
- Efecto de Brillo en Luminarias
- Colocación de fondo y Ajuste de contraste, brillo, saturación etc.
- Ajustes en la imagen renderizada como contraste, brillo, curvas etc.

El reto principal en la post-producción estereoscópica es que al hacer cualquier cambio en los ajustes de uno de los pares estéreo, al otro par se le deben hacer exactamente los mismos ajustes, colocar y ajustar el mismo fondo.

Entre las limitaciones de la post-producción estereoscópica tenemos el de los efectos de envejecimiento (efecto de suciedad), colocación de personas (planas), colocación de árboles en primer plano etc. Aunque son difíciles de obtener se puede crear un falso efecto estereoscópico cuando se desplaza horizontalmente una misma imagen, lo cual no es un verdadero efecto estereoscópico. (parallax negativo para objetos cercanos y parallax positivo para objetos lejanos).

### Formatos Estereoscópicos de imagen

Generalmente los programas usados para proyección estereográfica ya sea pasiva o activa utilizan formatos estándar como: SBS (side by side) o lado a lado, que están izquierda derecha o up/down arriba y abajo, o los métodos de entrelazado entre otros.



Formato SBS





En la imagen una vista previa del Formato up/down o arriba/abajo, en la actualidad existen diferentes programas para reproducir y/o producir los formatos estereoscópicos.

En este ejemplo se utiliza el **Stereo Photo Maker** creado por Masuji SOTO & David Sykes el cual lo podemos encontrar en la red de manera totalmente gratuita.



Entre los formatos estándar se encuentran los más usuales de imágenes y algunos introducidos con el propósito específico de un par estereográfico como JPS stereo File y STJ stereo File.

También existen otros formatos que ya no están en uso porque existen otros métodos más eficaces, entre los cuales tenemos las imágenes anaglíficas.

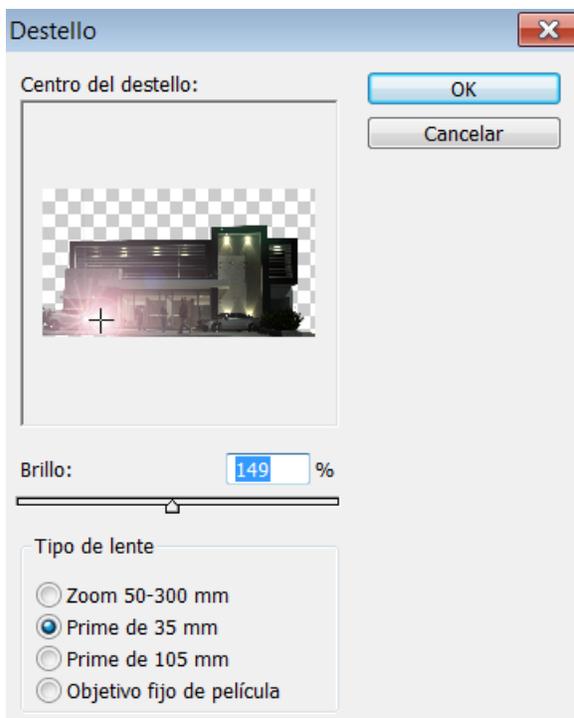
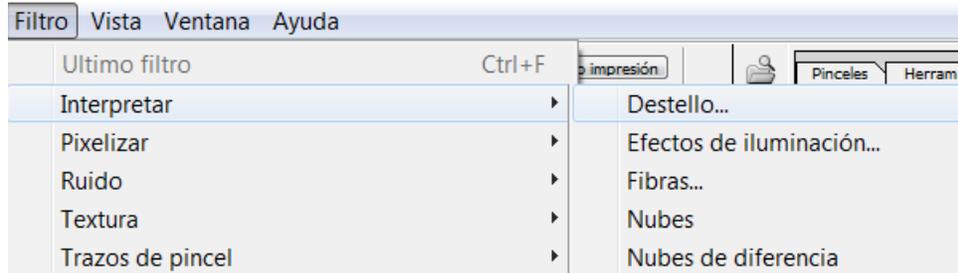


## Efecto de Destello

Muchas veces se necesitara agregar efectos de deslumbramiento solar o de alguna luminaria artificial para lo cual disponemos de varias herramientas en photoshop.

A continuación se describirán los pasos para su creación y métodos alternativos para lograr tal efecto en imágenes estereoscópicas. Tomando en cuenta que el lector tiene un conocimiento básico del programa photoshop.

**Paso #1:** clic izq. En el menú “filtro”>seleccionar “interpretar”>clic izq. En “Destello”.



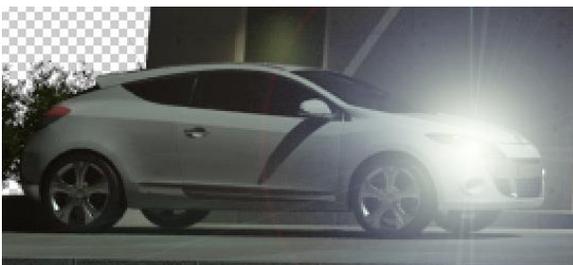
a continuación aparece el siguiente menú del filtro “destello”.

Brillo de 0% a 300% este parámetro ajusta el tamaño del destello.

El grupo “tipo de lente” simula los diferentes tipos de lentes que captan un destello en la realidad entre los cuales tenemos:

- a) Zoom 50-300
- b) Prime de 35 mm
- c) Prime de 105 mm
- d) Objetivo de película

Si es para efectos de destellos de iluminación solar utilizar las opciones a),b) y d). si es para simular luces xenón de automóviles, utilizar la opción Prime de 105mm.



**Paso #2:**clic izq. En el lugar donde se desea posicionar el destello.

**Paso#3:** clic izq. Para seleccionar el tipo lente> Ajustar el porcentaje de brillo deseado> clic izq. En el botón “ Ok” para aceptar los ajustes.

**Paso#4:** Realizar el mismo procedimiento con la otra imagen del par estereoscópico. Y colocarlo en el mismo lugar correspondiente a la otra imagen.



## Procedimiento #2 para agregar destello a Fuentes emisoras de luz

Este otro procedimiento permite ajustar el color del destello y posicionarlo con más exactitud utilizando los llamados “pinceles” de photoshop. Se puede buscar en el internet archivos tipo .ABR que luego se colocan en la carpeta “pinceles” del programa photoshop.

**Paso #1:** crear una nueva capa donde se colocara el brillo.



En la ventana de “capas” (se activa con F7)>clic izq. Sobre el icono de la hoja con la pestaña levantada.

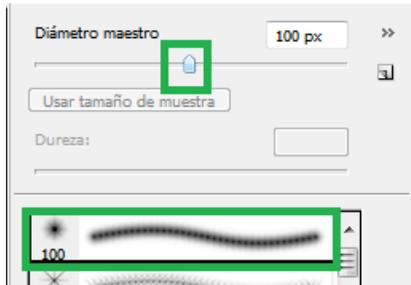
**Paso#2:** clic izq. Sobre la herramienta pincel de la ventana de herramientas.



**Paso #4:** en la barra de herramientas aparece la opción del pincel> clic izq. Sobre la flecha que indica hacia abajo.

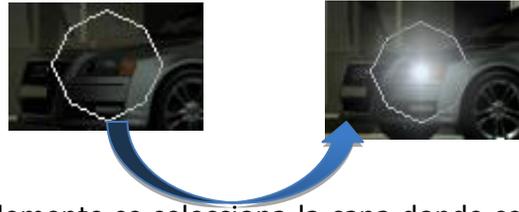


**Paso#5:** en el menú siguiente se ajusta el diámetro maestro en pixeles, deslizando el control

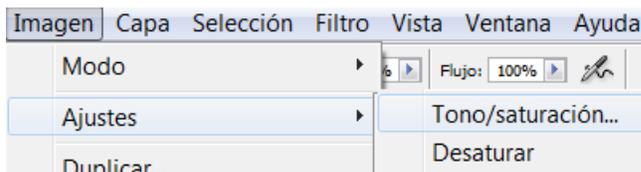


**Paso #6:**clic izq. Para seleccionar el tipo de destello.

**Paso#7:** clic izq. Sobre la zona donde se desea crear el destello.



**Paso#8:** para modificar el color simplemente se selecciona la capa donde se encuentran los destellos. Clic izq. En el menú imagen>seleccionar Ajustes> seleccionar los parámetros a cambiar como tono/saturación, curvas, brillo/contraste etc.

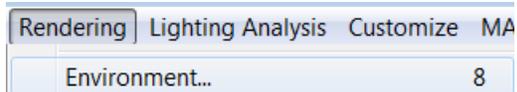


Estos efectos de destellos se pueden aplicar también a luminarias empotradas donde se considere un tipo de efecto como estos.



## Edición del fondo

### Guardar la imagen con canal Alfa



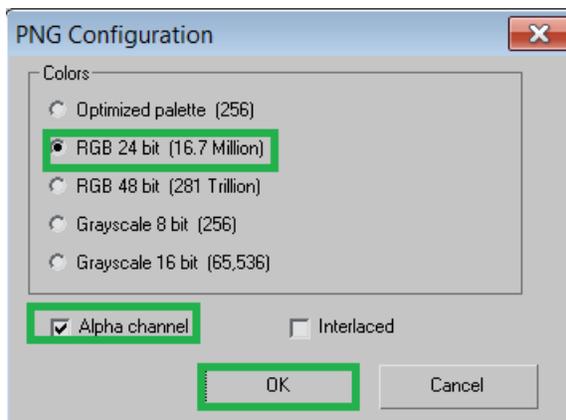
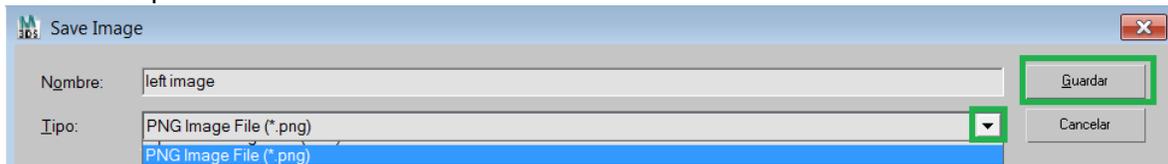
Algunos fondos que son asignados en la ventana “Environment”, pueden ser cambiados en post-producción, para lograr esto se debe grabar la

imagen en un archivo tipo “.PNG” el cual grabar el canal alfa de la imagen. Esto significa que el fondo originalmente usado será sustituido por un fondo transparente en la imagen para su edición.

**Paso #1:** Guardar las dos imágenes en el formato .PNG> en la ventana del “VRay: frame buffer”>clic izq. En el icono del floppy disk “save image”.



**Paso #2:** en la ventana “saveimage”> colocarle un nombre a la imagen> clic izq. En el campo “tipo”> seleccionar PNG image File> clic izq. En Guardar en la ubicación elegida desde el explorador.



**Paso #3:** en la ventana PNG configuration>seleccionar RGB 24 bit equivalente a 16,7 millones de colores parámetro que generalmente es suficiente para cualquier monitor, impresora o proyector.

- Clic izq. En “Alpha channel” para activar el canal alfa.

- Clic izq. En el botón “OK” para aceptar todo.

Con estos pasos ya se tendrá listo la imagen tipo PNG para su edición en photoshop.



## Características del fondo de escena

El fondo o en inglés “background” de una escena debe tener en lo posible las características de la vegetación del lugar y sobre todo una iluminación similar a la que fue renderizada la imagen para evitar incoherencias en la misma.

el fondo debe poseer un parallax positivo máximo de 65mm, por lo que no es posible utilizar los fondos de imágenes que se utilizan normalmente en 3d max, porque estos serían renderizados con un parallax cero, es decir el fondo daría la sensación de estar en el plano de la pantalla de proyección en vez de dar la sensación de estar en la lejanía.



La siguiente imagen fue renderizada con una fuente de iluminación solar directa, dando de frente a la fachada frontal en un ángulo aprox. de 45 grados. Por lo que el fondo en lo posible debe cumplir con esta condicionante. Y grabada en formato PNG.



En este caso se ha elegido este fondo sin nubes (iluminación directa en un 90%) y también cumple con la condicionante de la dirección y sentido de la iluminación directa.



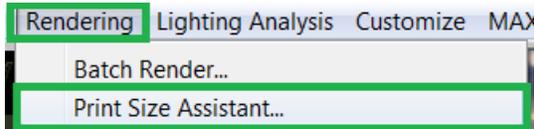
Para poder integrar el fondo elegido con la escena renderizada, la misma se grabó con el canal alfa para poder editarla y colocar el fondo antes mencionado. En el capítulo de composición estereográfica se detalla el proceso para crear el fondo estereoscópico.



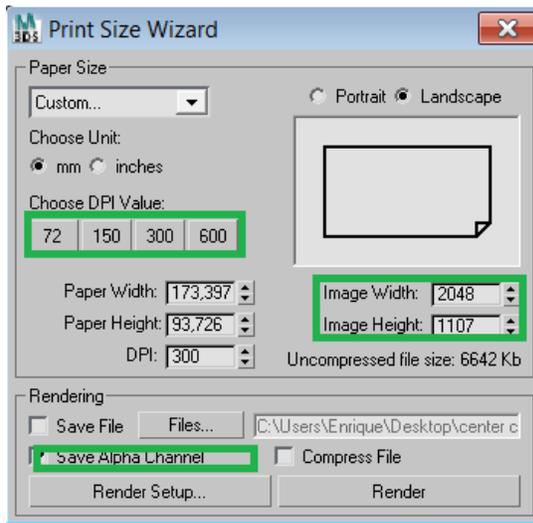
## Resolución y DPI de la imagen renderizada

Un aspecto importante de la imagen renderizada es su tamaño, ya que de este depende el tiempo de renderizado y el tamaño a ser proyectado o impreso. Los pasos para ajustar la resolución y los puntos por pulgada cuadrada en 3D max design serían:

**Paso #1:** en la barra de menús principales> clic izq. En “rendering”>clicizq.En ” Print Size Assistant”.



**Paso #2:** en la ventana “print size wizard”> ajustar los siguientes parámetros:



Para ajustar la resolución se tienen los siguientes pre-ajustes: 72, 150,300 y 600.

El tamaño de la imagen se puede cambiar con los campos que modifican el alto y el ancho en pixeles “image width e image Height”

El otro parámetro importante para poder editar el fondo de la imagen es activar la opción “save Alpha channel” la imagen de salida siempre estará en formato .TIFF

**Paso#3:** clic izq. En el botón “Render”.

Con estos ajustes se puede aumentar la resolución de la imagen de salida, de lo contrario 3Dmax siempre dará una resolución de 72ppp como salida estándar.

## Ajustes de la imagen con photoshop

Cuando se renderiza una imagen casi siempre es necesario ajustar el brillo, el contraste, tono, saturación, sombras/iluminación entre otros parámetros, ya que generalmente estas herramientas no son incluidas dentro del frame buffer donde se construye la imagen final. Estos ajustes los podemos hacer con cualquier programa que soporte capas o edición de imágenes, en este ejemplo se harán los ajustes con photoshop.

### Ajustes de contraste/Brillo

**Paso #1:** clic izq. En el menú “imagen”>seleccionar “Ajustes”> seleccionar Brillo/contraste





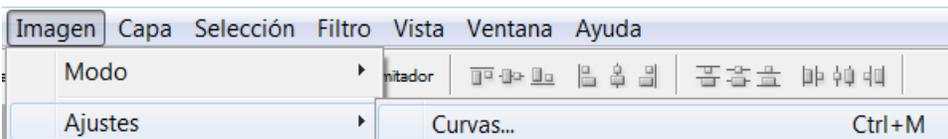
**Paso #2:** en la ventana de ajustes de brillo/contraste> mover los deslizadores, o introducir un valor entre -0 y +100 para modificar esos valores.

### Ajustes de Curvas



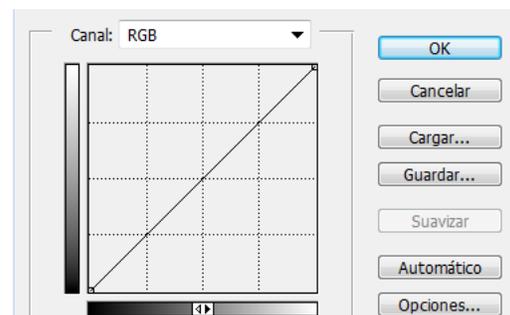
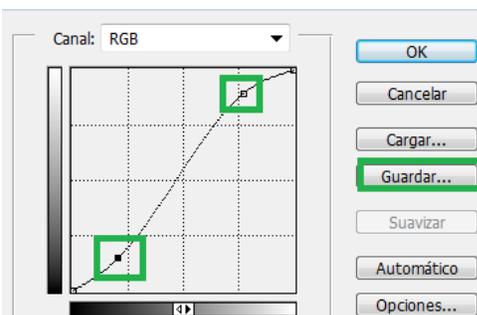
El ajuste de curvas es un ajuste gráfico, lo que significa que según la forma de la gráfica se logran ciertos resultados. La ventaja de este método sobre el de brillo/contraste es que se puede controlar mucho más eficientemente y con precisión la relación brillo/contraste.

**Paso #1:** clic izq. En el menú “imagen”>seleccionar “Ajustes”> Curvas....



**Paso #2:** en la

ventana “curvas”> clic izq. Sobre la línea inclinada en los puntos indicados en la imagen derecha.



La parte superior de la línea inclinada ajusta el brillo de la imagen y la parte inferior ajusta el contraste, lo típico es lograr una “S” muy suave para realzar el contraste y el brillo de la imagen. Se puede guardar el perfil y luego cargar para repetir el procedimiento en la otra imagen del par estereoscópico.



## Ajustes de tono/saturación

Los ajustes del tono y saturación son más comunes en escenas interiores que en exteriores por el simple hecho de que muchas veces el piso del ambiente interior dependiendo su color en el canal difuso o textura, inunda toda la escena de ese color por reflexión, pero muchas veces resulta en resultados incorrectos.

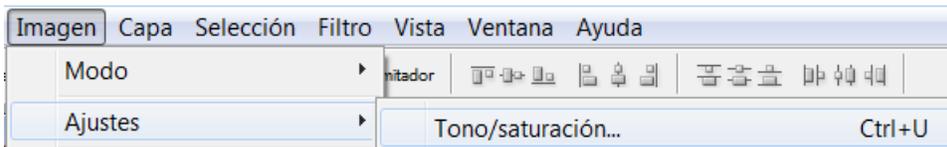


a) Sin corrección de Tono/saturación

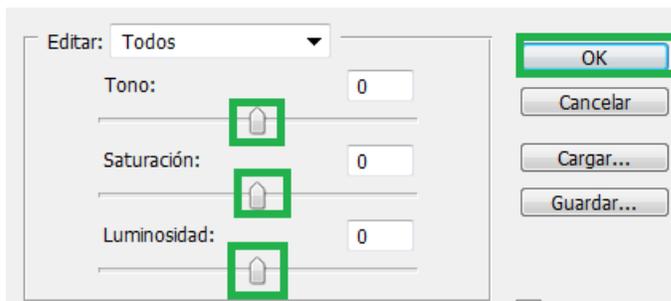


b) con corrección tono/saturación

**Paso #1:** en el menú “imagen”>seleccionar “Ajustes”> clic izq. En “tono/saturación”.



**Paso #2:** en la ventana “tono/saturación” usar los deslizadores para ajustar los parámetros deseados. Repetir el proceso para la otra imagen o “guardar el perfil” y cargarlo con la otra imagen del par estereoscópico.



# CAPÍTULO V

## –Composición Estereográfica–

---

**Introducción** La composición estereográfica abarca primeramente el confort estereoscópico, para aplicarlo a las técnicas de generación del par estereoscópico con cámaras virtuales y tomando en cuenta el sistema físico de reproducción. A su vez las técnicas de síntesis del par estereoscópico son complementadas con técnicas digitales para la creación de imágenes foto-realistas las cuales se describen en el capítulo IV, ***juntas estas dos técnicas logran producir un impacto visual mayor que si se utilizaran por separado.*** Los métodos de visualización convencional son aplicados para observar el efecto de profundidad en estereogramas generados digitalmente (conocidos como “ojo mágico”), pero que pueden ser impresos en papel común. Por otro lado los métodos de reproducción estereográfica son aplicados bajo una plataforma tecnológica digital. Ambos métodos enriquecen la comprensión del fenómeno bajo estudio y su aplicabilidad en la arquitectura.



# Esquema General del proceso de composición estereoscópica

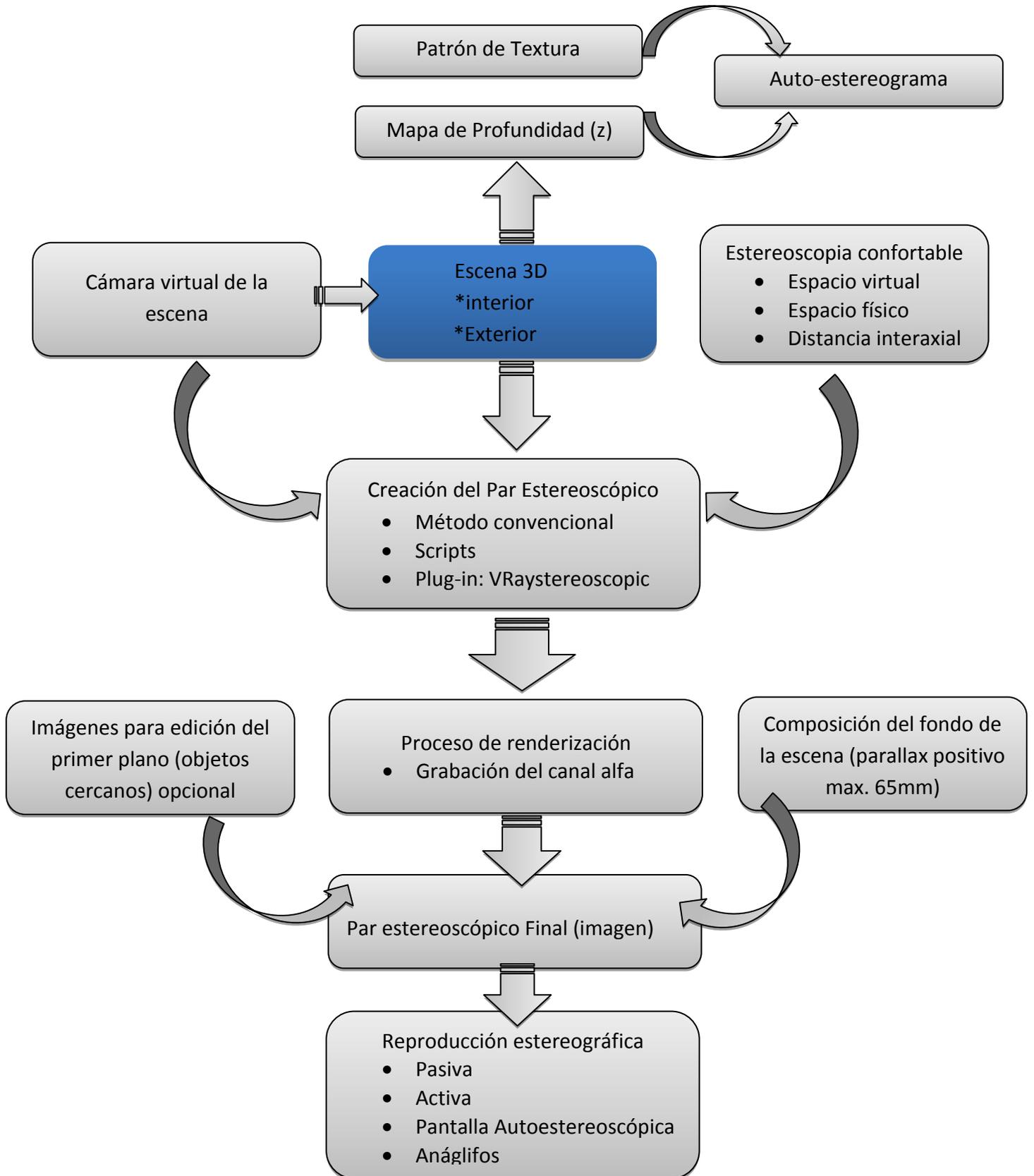


Diagrama: Fuente Propia

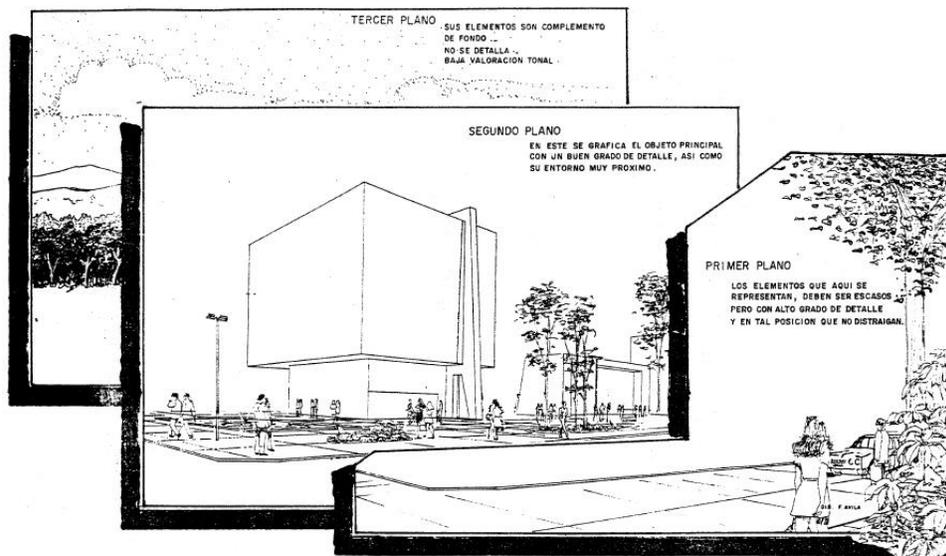


## 5.1 Componentes

### Escena 3D

El esquema anterior de la composición estereoscópica parte de la escena 3D, como punto central, la cual contiene el objeto arquitectónico modelado, texturizado e iluminado con las técnicas explicadas anteriormente que le confieren fotorrealismo a la presentación arquitectónica, las escenas 3D poseen toda la información necesaria para poder sintetizar a partir de las mismas uno o más pares estereoscópicos y también contiene la información de la posición de los objetos en el eje Z almacenada en el Z-buffer o búfer de profundidad el cual en forma de imagen con tonos grises provee la información necesaria para sintetizar autoestereogramas conocidos en la década de los 90 como “ojo Mágico” los cuales se explican más adelante en detalle.

### Regiones de proyección estereográfica



Análogamente a los planos proyectados en una visualización bidimensional <sup>1</sup>

Las regiones de proyección estereográfica parten del mismo principio.

**El plano principal o segundo plano representa el parallax cero**, es decir la distancia a la que la cámara está enfocando y el cual representa nuestro punto principal de interés.

**El tercer plano representa los objetos situados en el infinito con un parallax positivo máximo de 65mm**, lo que permite que el observador perciba ese plano en el infinito, pues en la realidad cuando se ve hacia un objeto muy distante los ojos se relajan y se acomodan de forma paralela, este plano generalmente es generado por medio de post-producción en escenas exteriores donde existan objetos muy distantes.

**El primer plano representa el parallax negativo**, los cuales hacen percibir los objetos cercanos o muy cercanos a nuestros ojos. Este parallax puede ser 4 veces más grande que el parallax positivo, lo que permite situar más objetos en esta zona según el tipo de escena y el tipo de contenido 3D estereoscópico. En la figura a) tomada de <sup>1</sup> se grafica los conceptos explicados anteriormente.

<sup>1</sup> Fernando, Ávila “Técnicas de presentación arquitectónica”, Tesis de Grado, Facultad de arquitectura, Universidad de San Carlos, 1992. Pag.54



Para una comprensión más amplia del fenómeno en estudio se explican a continuación de forma muy resumida la terminología y conceptos utilizados para definir las regiones de proyección estereográfica.

### Parallax cero, parallax positivo y parallax negativo.

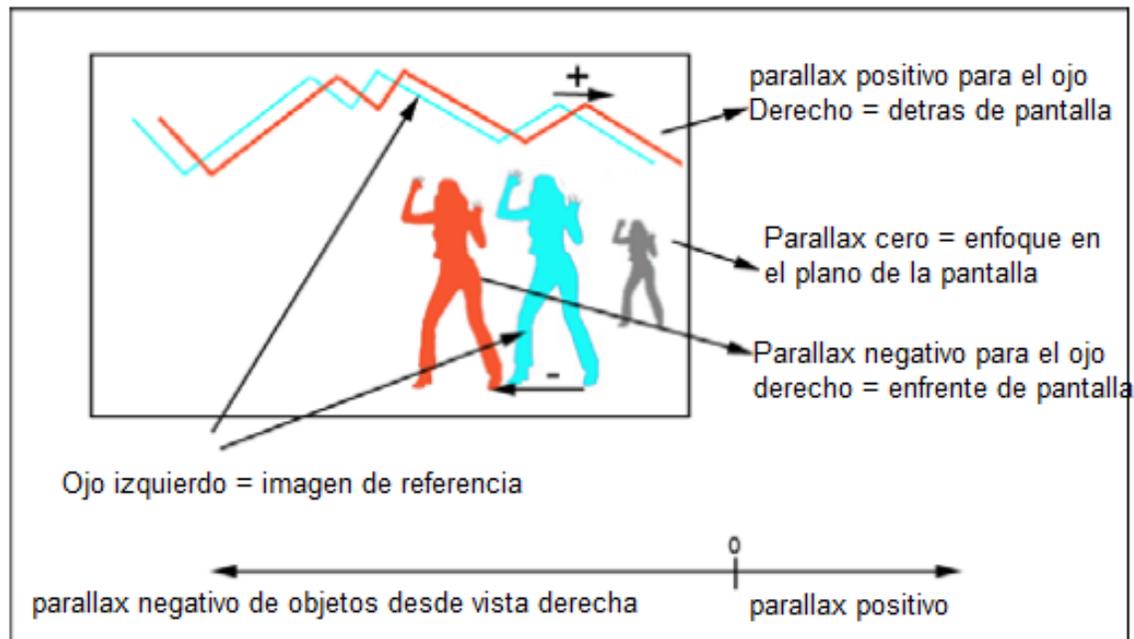


Figura b): parallax positivo y parallax Negativo, imagen Adaptada de <sup>2</sup>

La sensación de profundidad es dada representando los objetos de las imágenes para el ojo izquierdo y derecho con un ligero desplazamiento horizontal. Este desplazamiento es llamado parallax.<sup>2</sup> En la figura b) se explica de forma gráfica el parallax cero, parallax positivo y parallax negativo.

### Parallax Positivo o detrás de pantalla

Presentar un objeto con parallax positivo mayor a la distancia inter-ocular, es decir a la separación del ojo derecho y del ojo que es aproximada 65mm para un adulto<sup>3</sup>forzaría los ojos a divergir, causando dolor de cabeza entre otros malestares. Esto nunca ocurre en el mundo real y corresponde a los objetos situados en el tercer plano bidimensional o en el infinito.

### Parallax Negativo o enfrente de la pantalla

Presentar en pantalla un objeto con un gran parallax negativo simula la presencia del objeto muy cerca del observador. Es usual evitar un parallax que resulte en la percepción de un objeto cercano hacia al observador de más **del 20% de la distancia entre el observador y la pantalla**<sup>4</sup>, es decir si el observador se encuentra a 2.50 m de distancia de la pantalla, el objeto más cercano deberá estar a 50cm de los ojos del observador. Esto se basa en la relación de un parallax positivo de 65mm y un parallax negativo 4 veces 65mm es decir -260 mm. Dando un parallax con un rango total de 325mm.

<sup>2,4</sup>Benoit, Michael. "production issues with 3D content targeting cinema, tv, and mobile devices." UniversitéCatholique de Louvain. Pag.1

<sup>3</sup>Tyler, C.W. 1974. "Spatial limitations of human stereoscopic vision."SPIE, Vol. 120, Three-dimensional imaging.



## Cámaras estereoscópicas



### Cámara Estereoscópica

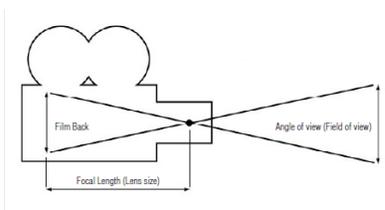
Una cámara estereoscópica consta de un par de cámaras monoscópicas, una para el ojo derecho y otra para el ojo izquierdo, simulando la visión Humana en una escena virtual. Para comprender el funcionamiento se definirán brevemente las características y parámetros de control desde el punto monoscópico y estereoscópico de una cámara estándar en

3Ds Max Design.

**Cámaras en los Motores de Renderización** 3dmax puede simular tantos tipos de cámara como plug-in hayan sido instalados al programa. Algunos motores de renderización como Maxwell, V-ray, luxrender y muchos más agregan sus propias cámaras al entorno de 3dmax. En los ejemplos anteriores se ha utilizado el motor de renderización **Vray 2.20**, el cual soporta las cámaras estándar de 3dmax y soporta las cámaras propias del motor de renderización llamadas **“Vray Dome camera”** y **“VRay Physical Camera”** de las cuales no se utilizaran ninguna porque los parámetros en iluminación usados son unidades genéricas de potencia, lo que daría resultados incorrectos al utilizar **“VRay Physical Camera”** pues esta simula una cámara del mundo real que necesita fuentes de iluminación en unidades de potencia también reales.

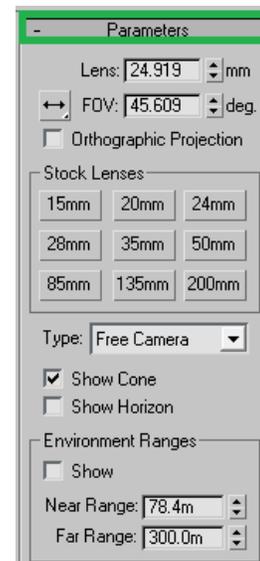
Por tal razón se utilizaran cámaras estándar para tomar las imágenes con las técnicas aplicadas anteriormente ya que el propósito del documento no es que el lector aplique materiales, luces ,y cámaras físicamente correctos(donde los resultados lumínicos son aproximaciones muy exactas a la realidad, tanto así que serían válidos para certificaciones LEED para lo cual 3dmax Design está calificado), el propósito es aplicar materiales, luces y cámaras estéreo que simulen un nivel de realismo fotográfico el cual fue explicado en el marco teórico-conceptual.

### Parámetros de cámaras estándar en 3Dmax Design



**Lens:** Distancia focal de la lente. La distancia focal mide cuanto converge o diverge la luz en un sistema óptico. El efecto de este parámetro es un “zoom” en una parte de la escena si la distancia

focal aumenta, (a partir de 100mm se considera un teleobjetivo que funciona como un binocular), o un distanciamiento de la escena si la distancia focal es menor (20mm está considerado un gran angular porque proporciona un ángulo de visión muy amplio que deja ver más de la escena). Este parámetro también controla el FOV (profundidad de campo) del render. Una configuración de gran angular significa que la mayor parte de la escena estará en



foco (un FOV amplio), mientras que una distancia focal más grande como por ejemplo 80mm significa que una pequeña parte de la escena estará enfocada (un FOV reducido).

### FOV (field of view) campo de vision

Existen tres tipos de FOV, Horizontal, vertical y Diagonal este parámetro está relacionado con el parámetro "Lens" o distancia focal y la distancia al objetivo "target" de la cámara.



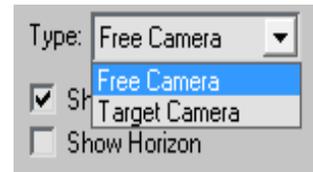
### Stock lenses

Son ángulos comúnmente usados en fotografía que van desde los de gran ángulo visual (15mm) hasta los que enfocan áreas de interés específicas (200mm). Al presionar uno de estos botones automáticamente se establecerá su valor en el parámetro "Lens"



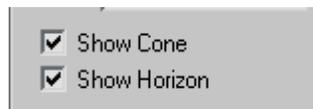
### Parámetro "Type: Free camera, Target Camera"

Los tipos de cámara estándar que maneja 3Ds Max Design son básicamente dos: una cámara libre (free camera) y una cámara con objetivo (target camera) la diferencia estriba principalmente en que una cámara con objetivo puede ser controlada con mayor precisión alrededor del punto de interés, mientras que con una cámara libre no.

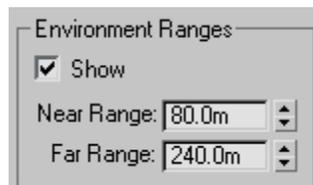


**Show cone:** Muestra el frustrum de la cámara aunque no esté seleccionada.

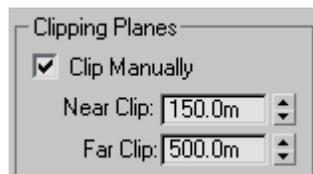
**Show Horizon:** Muestra la línea del Horizonte en la vista actual



**Environment Ranges:** este parámetro está pensado para limitar efectos del entorno como "volumen fog" o neblina. Limita del objetivo hacia el observador (near range) y del objetivo hacia atrás (Far Range). Una aplicación útil de estos parámetros para estereoscopia es que podemos fijar estos parámetros para que muestren las zonas de confort de parallax negativo y positivo que se explicaran con detalle más adelante.



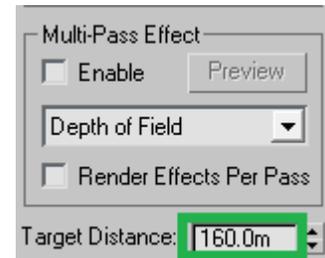
**Clipping planes:** Este grupo permite especificar planos de corte frontal (near clip) y posterior (far clip) de la geometría que se encuentre dentro del ángulo visual de la cámara. Las unidades son las especificadas en el sistema. Útil para realizar cortes instantáneos en 3D para visualizar interiores previamente modelados.



### Efecto multi-pase “Multi-pass Effect”

Este grupo permite habilitar o deshabilitar efectos de “**Depth of field**” o desenfoque (con scanline u otros motores) o para Mental Ray, también permite producir efectos de movimiento o “**motion blur**” (se requiere proporcionar ajustes de animación del objeto a ser renderizado con este efecto). El botón **Preview** permite ver una vista previa del efecto desde la vista de la cámara actual en pantalla.

**Target Distance:** especifica la distancia del objetivo que puede ser Modificada también desde cualquier vista con el icono “Move”.

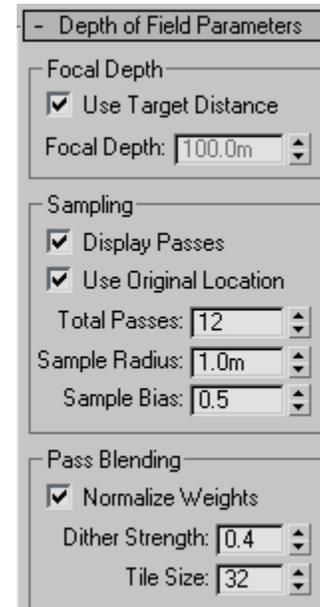


### Menu desplegable: “Depth of Field Parameters”

#### Submenú Distancia Focal “Focal depth”

Es la distancia focal o en términos estereoscópicos distancia del parallax cero (disparidad cero), también llamado plano de convergencia pues en ese punto convergen en un ángulo cero el ojo izquierdo y el ojo derecho, otros nombres son plano de proyección, plano de ojo etc. Este es el punto de referencia de donde se percibe que objeto se percibe que está enfrente y que objeto se percibe detrás del punto de referencia. Al mismo tiempo da la información de que objetos serán borrosos referentes a la distancia focal. En general usar “**focal depth**” en vez de “**use target distance**” tendera a hacer borrosa toda la escena.

**Depth of field Rendering Effect:** el mismo efecto de desenfoque puede ser logrado agregando este efecto en “**enviroment and effect dialog**” este se aplica después de ser totalmente renderizada la escena.



### Muestreo “Sampling”

Estos parámetros son muy parecidos al que se manejan en programas de edición de gráficos al aplicar efectos de Movimiento, aquí se configuran los parámetros de muestreo (como lucirá) el efecto de desenfoque “total passes” aumenta o disminuye la precisión del efecto. “simple Radius” aumenta o disminuye el radio de acción del efecto borroso.

“simple bias” incrementa aún mas o disminuye el efecto borroso de profundidad de campo basado en el “simple Radius”

#### Grupo “Pass Blending”

Las múltiples pases de profundidad de campo se mezclan por interpolación, que se puede controlar mediante los parámetros de este grupo. Estos controles se aplican sólo a las representaciones del efecto de profundidad de campo, no a las previstas en las ventanas gráficas.

#### Normalize Weights

Los pases se mezclan con ponderación al azar para evitar los artefactos tales como rayas. Cuando Normalizar por ponderación está activado, la ponderación se normaliza, dando un resultado más suave. Cuando está apagado, el efecto es un poco más nítido, pero por lo general más granulada. Predeterminado = Enc.



**Dither Strength**

Controla la cantidad de tramado se aplica a los pases de renderización. El aumento de este valor incrementa la cantidad de tramado, y puede hacer el efecto más granulado, especialmente en los bordes de los objetos. Por defecto = 0,4.

**Tile Size**

Establece el tamaño del patrón utilizado en tramado. Este valor es un porcentaje, en donde 0 es el azulejo más pequeño, y 100 es la más grande. Por defecto = 32.

**Grupo Scanline Renderer Params**

Estos controles permiten desactivar antialiasing o filtrado antialias al renderizar la escena de múltiples pasos. Desactivando estos pases de renderizado puede mejorar el tiempo de render. Estos controles se aplican sólo a las renderizaciones con efecto de profundidad de campo, no las previstas en las ventanas gráficas.

**Disable Filtering** cuando esta encendido, deshabilita el paso de filtrado. Por defecto= apagado

**Disable Antialiasing** cuando esta encendido, deshabilita el antialiasing. Por defecto= apagado.

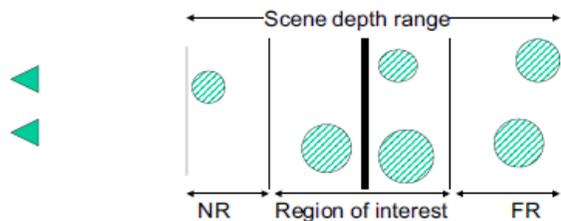


## 5.2 Composición Estereoscópica Confortable

Para lograr una visualización estereoscópica agradable, es decir sin efectos adversos como cansancio de la vista, dolor de cabeza, náuseas entre otros efectos negativos que suceden si las imágenes que conforman el par estereoscópico no han sido generadas tomando en cuenta las características del sistema visual humano y las características del espacio real de proyección. Por tal razón los parámetros básicos generales a tomar en cuenta para un 3D estereográfico confortable serían los siguientes:

- **La distancia inter-ocular** estándar para un adulto deberá ser 0.065 m ( a menos que se quiera exagerar el efecto 3D fuera de parámetros de confort)<sup>8</sup>
- **El objetivo de la cámara** es el plano de convergencia que define que objetos percibe el observador como enfrente y atrás. Es equivalente a la pantalla del mundo real donde se proyectara la imagen. Por lo tanto también define la región de interés.
- Existirá siempre una **compresión de profundidad** (ver imagen 2) la cual variara dependiendo el tipo de escena. por ejemplo en escenas exteriores donde los objetos tienen gran tamaño tendera siempre haber más compresión que con una escena interior. Esta compresión dependerá en gran manera también del tamaño de la pantalla de proyección y la distancia del observador hacia la pantalla.
- Existirá siempre un **factor humano** donde cada persona tiene diferentes capacidades para fusionar con mayor o menor dificultad las imágenes presentadas.
- Se deberá tomar en cuenta que el contenido estereoscópico es **creado para un tamaño específico de proyección o pantalla**, que tendrá efectos negativos si se usa en una pantalla más grande y un efecto estereoscópico reducido si se utiliza en pantallas más pequeñas.

### Espacio Virtual Estereoscópico



El espacio virtual estereoscópico es aquel en donde se simula a escala real dentro de un ambiente digital un par estéreo por medio de dos cámaras convergentes hacia un objetivo común donde se encuentran los volúmenes que conforman el diseño del espacio interior

o exterior arquitectónico. En este espacio no existe compresión de profundidad pues las unidades utilizadas son reales, pero aun así solo funcionan a nivel de referencia de escala de un objeto con otro, pues es un ambiente virtual.

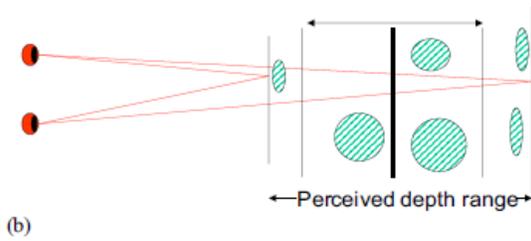
Lo importante de tener definida una unidad de medida (metros o pulgadas por ejemplo) es que las cámaras virtuales funcionan con parámetros que simulan cámaras reales y por lo tanto nos darán visualización como si se estuviese realmente en la escena y se tomara una fotografía o video. La imagen superior izquierda muestra la Región de interés (ROI), el rango cercano (NearRange) y el Rango lejano (FarRange).

<sup>8</sup>MacLachlan, C. and Howland H.C., "Normal values and standard deviations for pupil diameter and interpupillary distance in subjects aged 1 month to 19 years", Ophthalmic and Physiological Optic Journal, Volume 22, Issue 3, p175-182.

<sup>9</sup>froner,B.;Holliman,Nick "Implementing an Improved Stereoscopic Camera Model". Department of computer science.university of durham, united Kingdom. 2005 pag.8 The Eurographics Association.



## Espacio Real de proyección Estereoscópico



en la actualidad existen muchas formas de proyectar una imagen estereoscópica entre los más comunes tenemos: las salas de cine, televisores 3D, proyectores DLP. Existen otros menos conocidos como las pantallas autoestereoscópicas, cascos de realidad virtual etc. Básicamente lo que hace a un

display ser estereoscópico con tecnología activa es la tasa de refresco de la imagen<sup>1</sup> (en Hz) de ser por lo menos a 120Hz para evitar el efecto conocido en inglés como "Flickering" o parpadeo al proyectar dos imágenes simultáneamente de manera secuencial a una velocidad de 24cps o más.

La cantidad de profundidad percibida está condicionada básicamente por 4 factores al ser proyectada en un espacio físico:

- **El tamaño físico de la pantalla**, es decir el alto y ancho de su área activa de proyección. (el cine 3D logra mayores profundidades, dependiendo también a que tipo de audiencia va dirigida, es decir adultos o niños).
- **La resolución**, es decir la cantidad de píxeles horizontales y verticales. A mayor resolución mayor precisión en el efecto estereoscópico. También es importante la relación de aspecto, los aspectos tipo pantalla ancha son los más recomendables pues el ser humano percibe de esta manera el mundo que lo rodea. La resolución se establece cuando se renderiza la escena.
- **La distancia, nominal, actual, del observador hacia la pantalla**. Esta determina que tan cerca se perciben los objetos, y también el ángulo de visión Horizontal.
- **La distancia inter-ocular pretendida** (varía dependiendo la edad de la audiencia a que está dirigida la visualización estéreo, en adultos la distancia nominal es 65mm).<sup>9</sup>

## Fórmulas para estereoscopia comfortable

Cuando las primeras imágenes estereoscópicas fueron producidas se desconocían muchos de los fenómenos que intervenían para su óptima síntesis y reproducción. Este desconocimiento produjo que muy tempranamente se perdiera el interés por este tipo de proyecciones, puesto que causaba mareos, cansancio visual entre otros malestares. Años más tarde nuevos estudios han diseñado técnicas para hacerla mucho más comfortable entonces resurgió aplicada con la tecnología digital disponible comúnmente hoy en día.

A continuación por medio de un ejemplo se describe el procedimiento para su cálculo, los datos a usar serían los siguientes:

<i>Distancia interocular (adulto)</i>	= 0.065 m
<i>Ancho de proyección</i>	= 1.85 m
<i>Resolución Horizontal</i>	= 1536 pxl.
<i>Relación de Aspecto de imagen</i>	= 1.85:1
<i>Dist. Observador-pantalla</i>	= 2.2-2.50

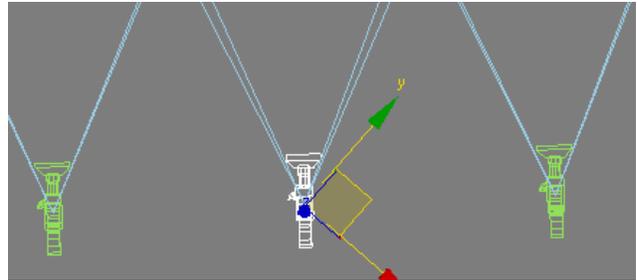
<sup>9</sup> MacLachlan, C. and Howland H.C., *ibid*



**Paso No.1: encontrar inter-axialcam Dist** se refiere a la distancia inter-axial en el espacio virtual, es decir el espacio que debe existir entre la cámara derecha y la cámara izquierda. Las cuales simulan la distancia inter-ocular del ojo derecho e izquierdo.

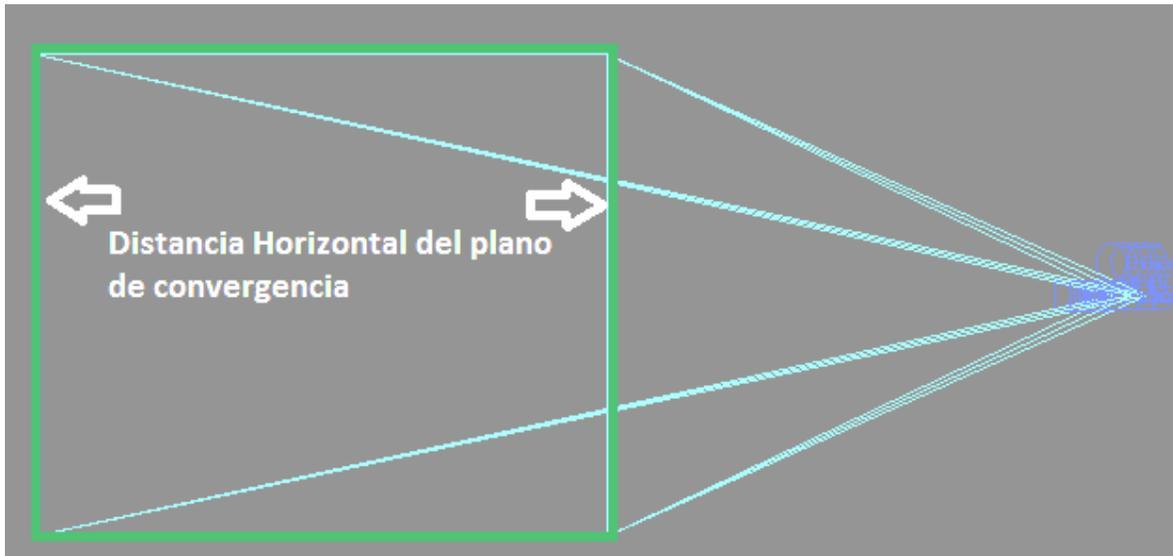
$$\text{Inter-axial Cam Dist} = \frac{\text{Dist. Plano de conv.} * \text{Distancia inter-ocular}}{\text{Dist. Observador-pantalla}}$$

\*Dist. Plano de conv. = 160.0 m  
 Distancia inte-rocular = 0.065m  
 Distancia Física del Observador  
 Hacia la pantalla = 2.20 m



$$\text{CG Cam Dist} = (160 \text{ m} * 0.065) / 2.20 \text{ m} = \mathbf{4.72 \text{ m}}$$

\*Nota: Esta distancia es la distancia de enfoque o conocida como “target distance” en 3Dmax. Consultar los parámetros de la cámara para saber la distancia exacta.



**Paso No.2:** encontrar la Distancia Horizontal de plano de convergencia (DHPC) o también conocido como plano de parallax cero.

$$\text{D.H.P.C.} = \frac{\text{Ancho de imagen (proyectada)} * \text{Dist. Interaxial de cámaras}}{\text{Distancia inter-ocular (0.065m)}}$$

Imagen proyectada Horizontalmente = 1.85 m  
 Dist. Interaxial de cámara = 4.72m  
 Distancia interocular nominal = 0.065m

$$\text{D.H.P.C.} = (1.85 \text{ m} * 4.72 \text{ m}) / 0.065 \text{ m} = \mathbf{134.34 \text{ m}}$$

**Paso No.3 :** como en 3dmax no se puede controlar este parametro con precision entonces se hace necesario calcular el FOV Horizontal (field of view) equivalente a esta distancia.



## FOV Horiz

$$\text{FOV Horiz} = \frac{2 \cdot \tan^{-1}(\text{dist. H. del plano conv.})}{2 \cdot \text{distancia del plano de conv.}} = \frac{2 \cdot \tan^{-1}(134.34\text{m})}{2 \cdot 160\text{m}}$$

FOV = 45.5465°

## Zonas de Confort Estereoscópico

Existen básicamente dos zonas de confort definidas: *zona de confort frontal* y *zona de confort posterior*. Ambas zonas se pueden calcular fácilmente con referencia a la distancia horizontal desde la cámara hasta el plano de convergencia del par estereoscópico.

La base del confort estereoscópico es en principio la distancia interaxial del sistema visual humano, es decir la distancia horizontal o parallax entre el ojo izquierdo y derecho, la cual puede variar varias decenas de mm de un niño a un adulto.

## Determinación del parallax Negativo y positivo Máximo

El parallax positivo y negativo están en estrecha relación con el ancho de la pantalla el cual por decirlo de otra manera es la ventana al mundo tridimensional y la distancia a la que vemos ese mundo 3D.

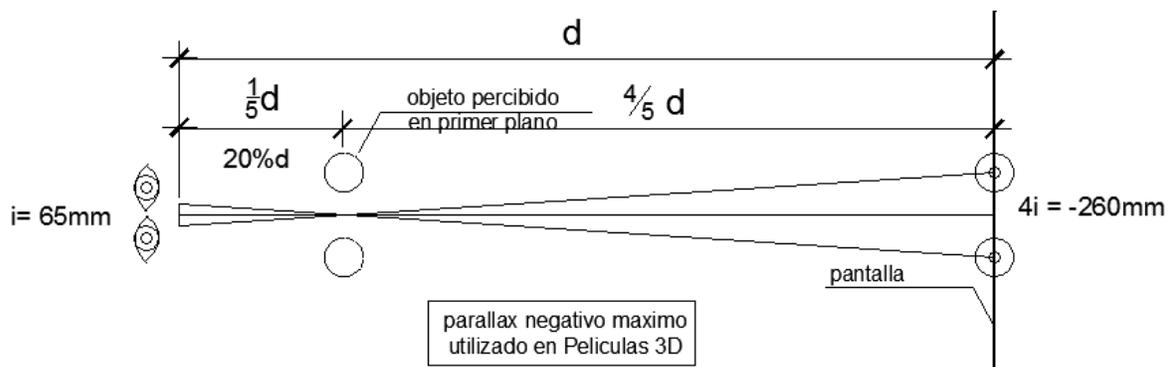
Entonces es lógico tomar como base la distancia interaxial de los ojos cuando ven hacia el infinito, **esto equivale al parallax positivo máximo** el cual no puede sobrepasar este parámetro pues causaría divergencia, lo cual debe evitarse.

Entonces se sabe que el parallax positivo máximo es 65mm, por lo que se necesita determinar el parallax negativo máximo, para lograr esto necesario establecer una relación entre el ancho de pantalla y la distancia interaxial.

Tomando el ejemplo anterior, se tiene un ancho de pantalla de 1.85 m, entonces se toma la distancia interaxial/ el ancho de pantalla.

Calculando:  $0.065\text{m}/1.85\text{m} = 0.0351 \cdot 100 = 3.51\%$  del ancho de pantalla.

utilizando una relación 4:1 se ha determinado que es la proporción adecuada para representar el **parallax Máximo Negativo** y así lograr que los objetos cercanos no sobrepasen el 20% de la distancia del observador a la pantalla<sup>10</sup>, por ejemplo si se observa la pantalla a 2,20m el objeto más cercano estará a 44cm de los ojos ( $0.20 \cdot 2,20$ ).



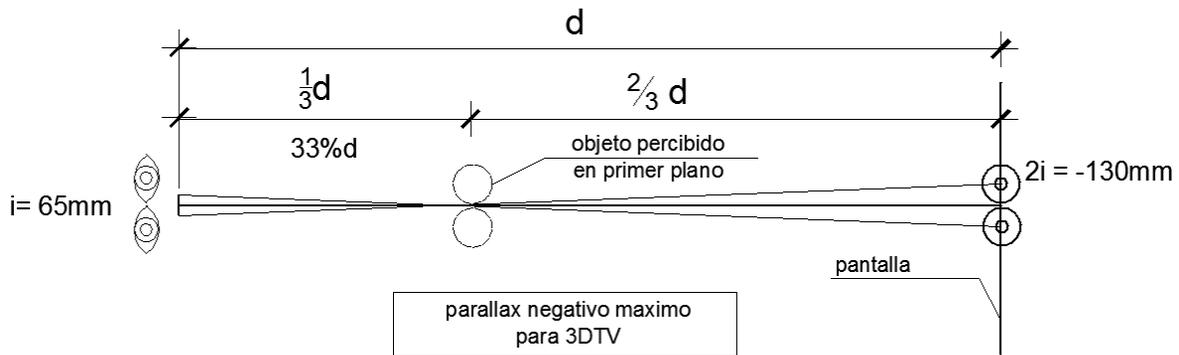
Esquema: fuente propia

<sup>10</sup> Benoit, Michael. "production issues with 3D content targeting cinema, tv, and mobile devices." Université Catholique de Louvain. Pag.2-6

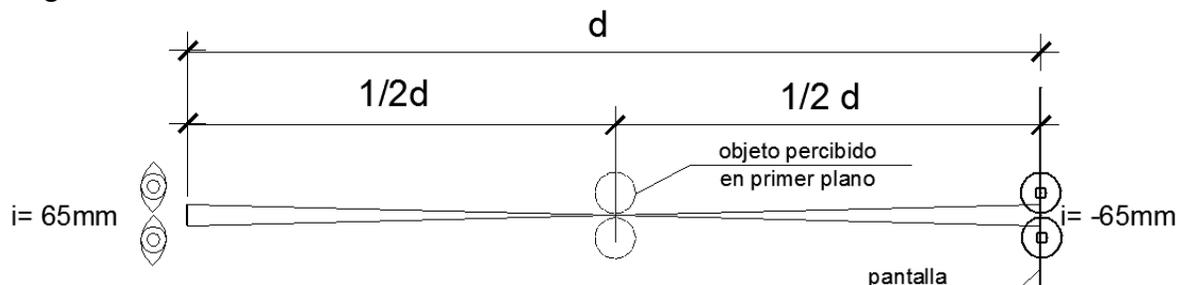


En la television 3D es utilizada una relacion 1:-2 por cuestiones practicas, en pantallas de 50" hasta 100".<sup>11</sup>

### Parallax negativo maximo para 3DTV. Relacion 1:-2



Esta distancia es la maxima aceptable para que los ojos no se sobre esfuercen en angulos convergentes, por lo que mucho contenido 3D esta diseñado para percibir el maximo parallax negativo por algunos segundos, **para propósitos de presentacion arquitectonica de imágenes fijas 3D estereoscopicas se reducira esta relacion de 1:-4 a 1:-1**, es decir utilizando como referencia un maximo de 65mm de separacion inter-ocular, el parallax negativo maximo sera -65mm representado en pantalla. Esto da una relacion trigonometrica de la altura de triangulos equivalentes al 50% de la distancia entre el observador pantalla. Esta relacion significa que la proyeccion estara en una zona muy segura de confort aunque no utilice completamente el rango de parallax negativo. Este rango tambien sera util si se desea aumentar un poco mas el ancho de pantalla al que originalmente fue calculado.



Siguiendo con el ejemplo anterior si se tiene una distancia observador-pantalla de  $d = 2.20\text{m}$  el objeto mas cercano sera percibido para el observador a una distancia igual a  $0.5 * 2,2 = 1.10\text{ m}$  saliendo de pantalla.

Generalmente estos parametros en escenas exteriores no presentaran problemas para adecuarse a estas zonas de confort, lo cual a veces no sucede en una escena interior, pues existe generalmente objetos decorativos o mobiliario que podria sobrepasar este limite de confort de objetos percibidos enfrente del observador por lo que se tendra que reducir la distancia inter-ocular nominal de 65mm para aumentar la zona de confort frontal.

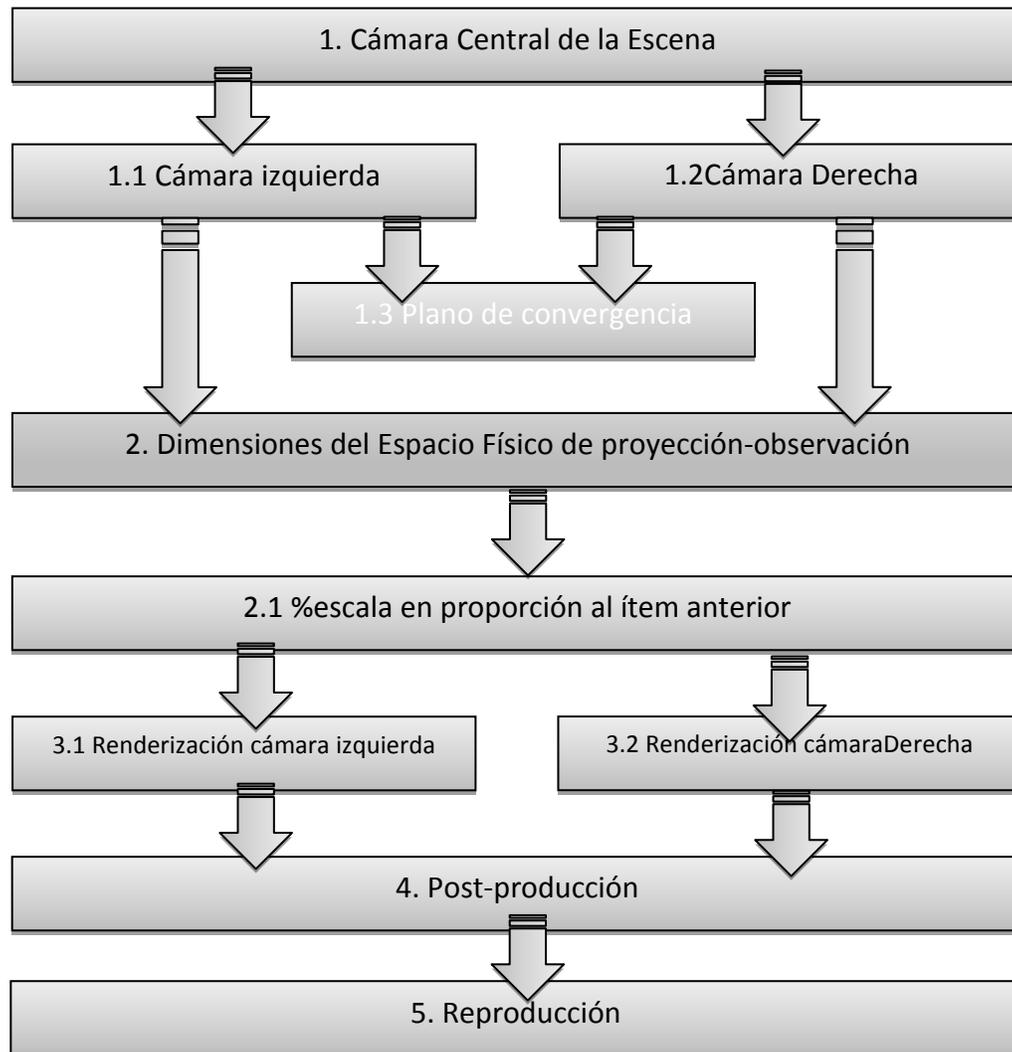
<sup>11</sup> Benoit, Michael. "Production issues with 3D content targeting cinema, tv, and mobile devices." Université Catholique de Louvain. Pag.2-6



## 5.4 Creación del par estereoscópico en 3Dmax Design

En este inciso se analizará los métodos convencionales de creación del par estereoscópico y métodos mucho más rápidos utilizando scripts diseñados para integrarse a 3Ds Max Design entre los cuales se utiliza uno en particular que cumple con los requisitos para crear efectos estereoscópicos confortables llamado stereoCam modifier v1.7.3 creado en el 2011 por Louis Marcoux , este plugin es gratuito y se encuentra disponible en la página <http://área.autodesk.com/Louis>.

### Esquema General de creación del par estereoscópico



#### Resumen del proceso:

- Creación de la cámara central de la escena tipo “free” o “target”, pero cuando se aplica el modificador siempre debe ser tipo “free”.
- Desde la posición de la cámara central se *crean dos cámaras mas la izquierda y la derecha*, todas paralelas entre si.
- Se ingresan al script las *medidas del espacio físico de proyección*, es decir, distancia observador-pantalla, ancho de pantalla, y separación interocular.
- Se escala en un porcentaje % las medidas físicas del espacio físico de proyección ( y por lo tanto el par de cámaras estereoscópicas) para que el plano de convergencia quede en algún punto central de la escena.



- Se renderiza la cámara izquierda y derecha, para agilizar el proceso se utiliza un mapa de irradiancia previamente calculado que abarque tanto la cámara izquierda como la derecha.
- En *post-producción*, se crea el fondo estereoscópico si es necesario, ajusta el tono, contraste, brillo etc. y se crea una imagen lado-lado, o arriba-abajo para su reproducción estereográfica
- *Reproducción* la imagen debe ser reproducida posible como máximo en las medidas ingresadas como espacio físico de proyección para un efecto óptimo, o en medios con pantallas más pequeñas con una reducción del efecto estereográfico, pero nunca en una pantalla más grande para la que fue diseñada pues el observador puede sufrir efectos negativos si se visualiza de esta manera.

## Procedimiento de Creación Método Convencional

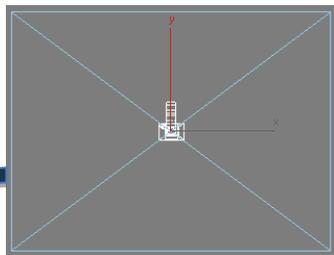
El método convencional es un proceso lento en comparación con scripts dedicados a crear cámaras estereográficas, pero es muy útil como herramienta de enseñanza para comprender cómo se crea el par estereográfico desde cero y se ajustan sus parámetros. El siguiente procedimiento es el complemento del tema anterior donde se explican las fórmulas para crear una imagen estereoscópica confortable. Los siguientes pasos son para crear el par estereoscópico por lo que no se explicará el proceso de modelar los objetos de la escena ya que no es el objetivo del documento.

### Creación de Cámara Central

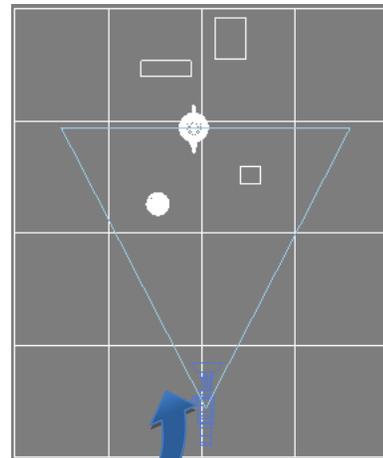
**Paso#1:** en el panel de comandos > pestaña “create” > clic izq. sobre el icono “Camera”



**Paso#2:** en el menú desplegable “object type” > clic izq. en el botón “free”. Esto habilita la creación con el cursor del mouse de este tipo de cámara.



**Paso#3:** presionar “v” seguido presionar “F” para colocar la vista frontal, la razón es que las cámaras tipo “Free” cuando son creadas colocan el objetivo frontal al observador.

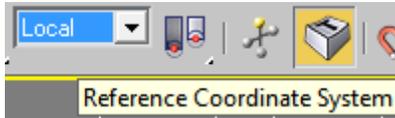


**Paso#4:** clic izq. en el lugar donde se creará la cámara.

**Paso #5:** mover el plano de la cámara llamado también objetivo el cual será el punto de enfoque para determinar que se percibirá como enfrente y que se percibirá atrás.

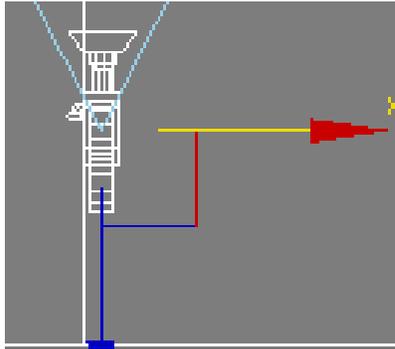


## Creación de cámara derecha

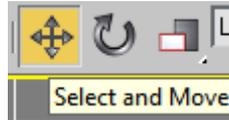


**Paso #1:** de la barra de herramientas principales> clic izq. en el menú de **"Reference coordinate system">** seleccionar **"Local"**.

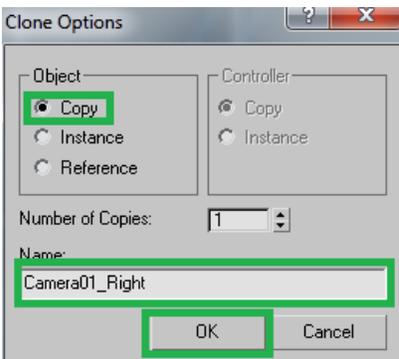
Este tipo de coordenadas colocara a cero las coordenadas de origen de la cámara no importa en qué parte de la escena se encuentre, por lo que será útil para calcular fácilmente las distancias de la cámara izquierda y derecha en relación a la primera.



**Paso #2:** clic izq. en la herramienta **"select and Move"**



**Paso #3:** clic izq. sobre la cámara previamente creada> presionar la tecla **"shift"** y sostener clic izq. sobre el eje x y arrastrar el mouse hacia la derecha> seguido soltar el clic izq.



**Paso #4:** aparecerá la ventana de **"clone options">** en el grupo **"object"** clic izq. sobre **"copy"**

**Paso #5:** en el parámetro **"name"** colocar el nombre a la nueva copia de la cámara como: **"camara01\_Derecha"**

**Paso #6:** clic izq. en el botón **"OK"**.

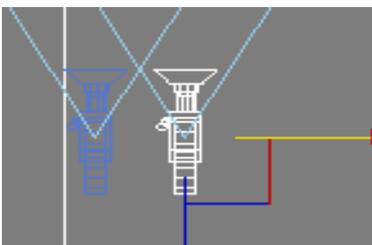
Con estos pasos ya está creada la cámara del ojo Derecho. A continuación se crea la cámara izquierda y se relacionara (linked) una con otra, así cuando una cambie de distancia respecto a la cámara central la otra cámara también lo hará.



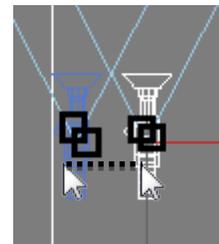
**Paso #7:** de la barra de herramientas principales> clic izq. en el menú de **"Reference coordinate system">** seleccionar **"Parent"**.

**Paso #8:** seleccionar la cámara " cámara01\_Derecha"

**Paso #9:** ir a la barra de herramientas principales> clic izq. en el icono **"link"**.



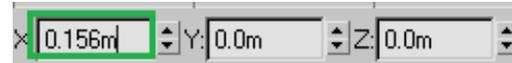
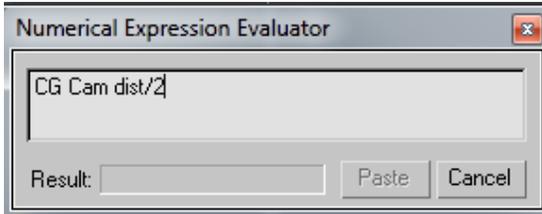
**Paso #10:** clic izq. sobre **"camara01\_Derecha"** sostenerlo y colocar el símbolo de **"link"** sobre la cámara central y soltar. Este paso crea automáticamente una relación donde las coordenadas de la **"camara01\_Derecha"** son referenciadas



respecto a la cámara central que tiene coordenadas locales (x,y,z,) como 0,0,0.



**Paso #11:** clic izq. donde se muestran las coordenadas del eje “X”> presionar **Ctrl+N** para llamar el “**Numerical Expression Evaluator**”. Escribir la expresión y clic izq. en “**Paste**”.



Aquí se ingresa” CG Camdist” calculada previamente y se divide entre dos, puesto que esta referenciada a la cámara central.

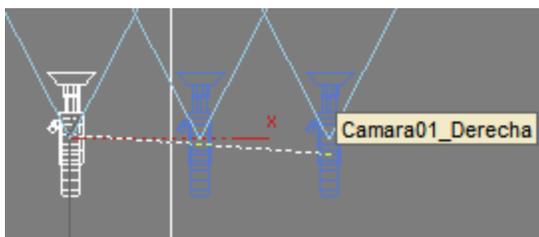
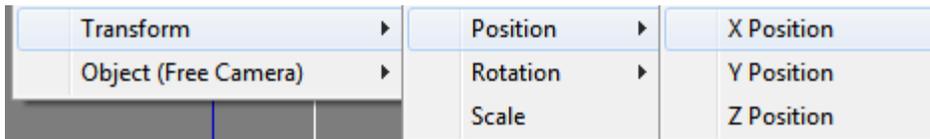
### Creación Cámara Izquierda

El procedimiento es exactamente el mismo que el de la cámara Derecha, por supuesto que ahora renombrando la copia como “camara01\_Izquierda” y colocándola al lado izquierdo de la cámara central, la otra diferencia estriba en que como el centro de las coordenadas de las cámaras izquierda y derecha es la cámara central (0,0,0) **se deberá colocar el mismo valor de distancia interaxial pero en valores negativos para la cámara izquierda.**

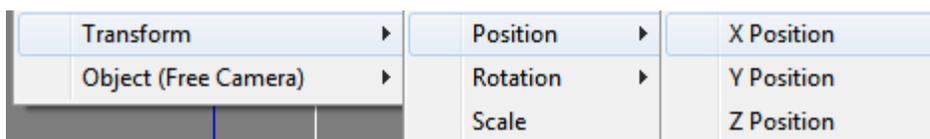
### Semi-automatización de la distancia interaxial (dist. Entre cámara izq. y derecha)

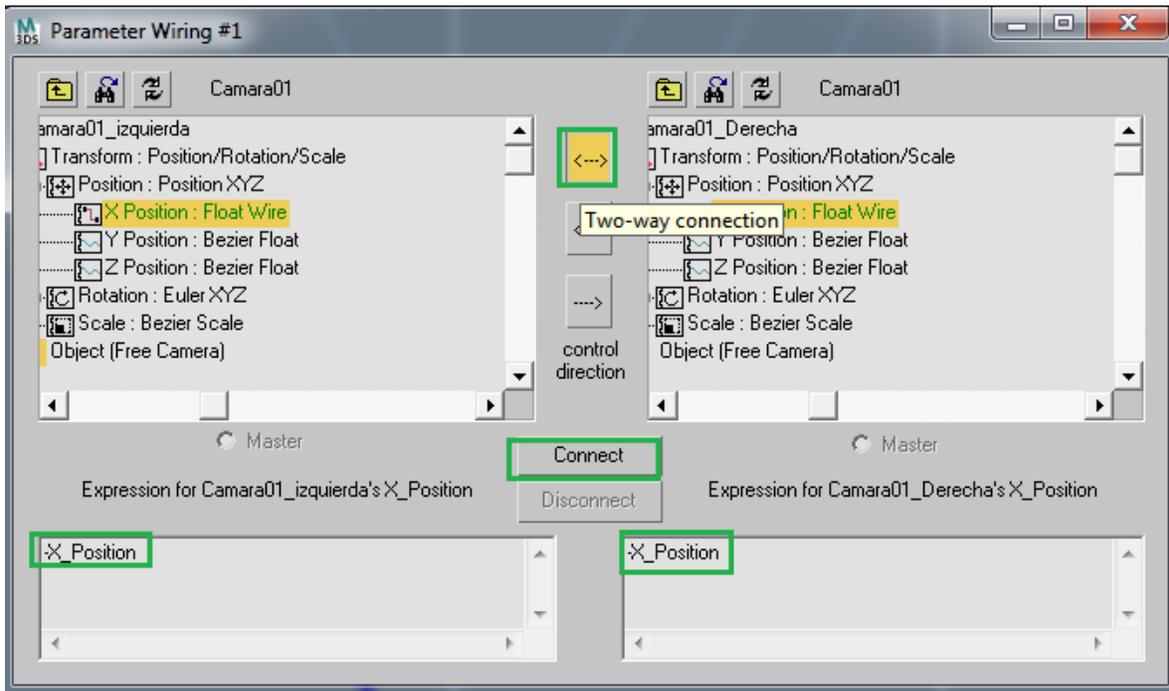
El siguiente explica como automatizar el proceso de mover sobre el eje x positivo y x negativo , las cámaras derecha e izquierda respectivamente.

**Paso #1:** clic izq. sobre la cámara (izquierda o derecha)> clic izq. sobre “**wireparameters**”>transform>Position>clic izq. en X position.



**Paso #2:** aparecerá una línea punteada de la cámara seleccionada previamente, la cual indica hacia que objeto se quiere relacionar> seleccionar la cámara opuesta>transform>position> clic izq. en X position.





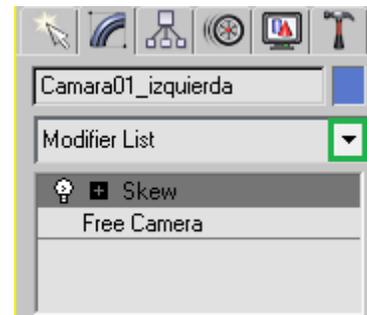
**Paso #3:** la siguiente ventana “**parameter wiring #1**” aparece automáticamente después del paso #4. Cambiar el valor de “X\_position” a “**-X\_position**” es decir a un valor negativo en ambas cámaras izquierda y derecha.

**Paso #4:** presionar el botón “**Two-way connection**”, lo cual significa que si alguna de las distancias en x de uno de las dos cambia, cambiara automáticamente la otra.

**paso#5:** presionar el botón “**connect**”> seguido de este paso el mismo botón cambia de nombre a “**update**” darle clic izq. y cerrar la ventana, de esta forma ya se automatizo el proceso de cambiar la posición en x de ambas cámaras.

### Semi-automatización del plano de convergencia (film offset)

Hasta este momento se han creado dos cámaras que son paralelas entre sí, pero también los planos de convergencia son paralelos entre sí, lo que no es correcto para lograr un efecto estereoscópico confortable. El modificador a utilizar para lograr que los planos de las cámaras izquierda y derecha converjan en el plano de la cámara central se llama “**skew**” este modificador permite mover el frustum de la cámara también llamada **matriz de proyección**, y por lo tanto el plano de convergencia a la dirección deseada, manteniéndose al mismo tiempo paralela a la cámara central.



**Paso #1:** seleccionar una cámara izquierda o derecha> ir al panel de comandos> en la pestaña “**modify**”>seleccionar en la “**modifier List**” el modificador **Skew**

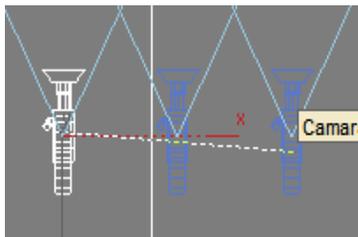
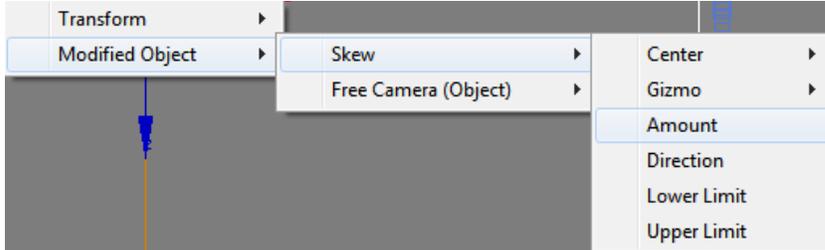
**Paso #2:** Repetir el paso #1 y aplicar el modificador a la cámara que no lo tiene.

**Paso #3:** ajustar los planos de convergencia de las cámaras derecha e izquierda para que queden alineados con el plano de convergencia de la cámara central. (Cámara izquierda tiene valores negativos y la derecha valores positivos).

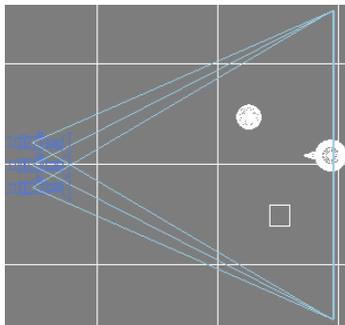


**Nota:** los valores colocados para una cámara deben ser exactamente los mismos colocados en la opuesta pero negativos esto es porque se requiere una simetría exacta para que funcione en forma óptima el efecto estereoscópico (fenómeno de correspondencia).

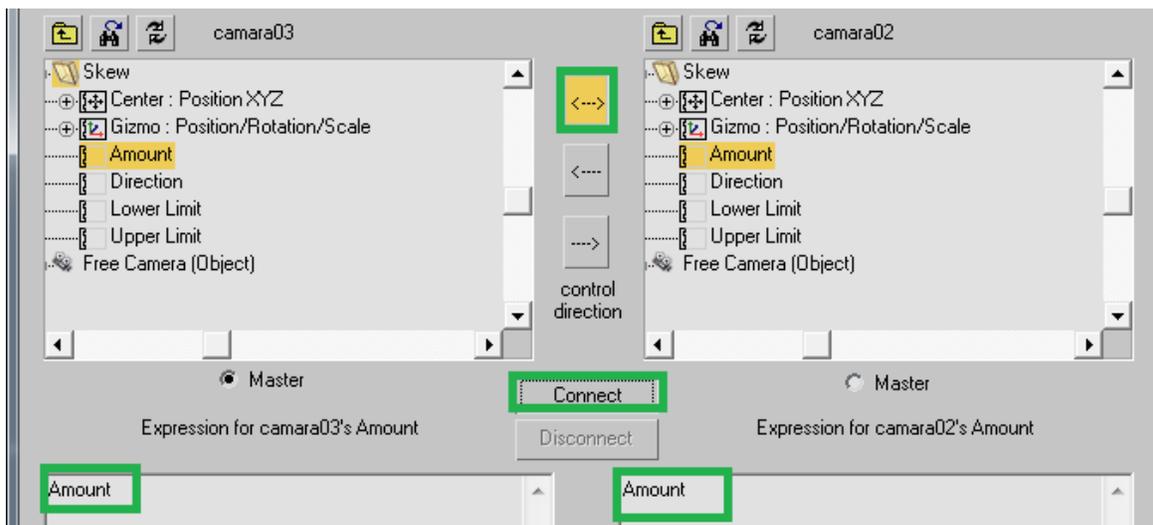
**Paso #4:** clic derecho sobre una de las cámaras> clic izq. en “wire parameters”>modified object>skew>clic izq. en “amount”



**Paso #5:** aparecerá una línea punteada de la cámara seleccionada previamente, la cual indica hacia que objeto se quiere relacionar> seleccionar la cámara opuesta>modified object>skew>Amount



**Paso #6:** aparecerá la siguiente ventana> colocamos un valor negativo a “amount” quedando “-amount” en ambas cámaras> clic izq.a “two-way connection”> clic izq. al botón “connect”> cambiara el mismo botón a “update” entonces darle también clic izq. y cerrar la ventana. Con estos pasos se automatiza parcialmente el proceso de convergencia de las cámaras izquierda y derecha hacia la cámara central.



## Creación del Par estereoscópico con Scripts en 3Dmax

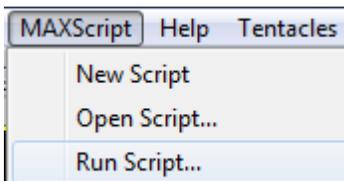
**Script:** Un script es una secuencia de instrucciones usadas para automatizar una tarea. Los scripts generalmente son archivos de texto conteniendo instrucciones por medio de un código para una aplicación en particular.

En 3ds Max Design, la utilidad MAXScript soporta un lenguaje de script. La idea detrás de usar scripts es precisamente automatizar completamente el proceso visto anteriormente, en el cual se creó un par estereoscópico.

Los script que son de interés especial para esta tesis están enfocados a producir formatos estereográficos SBS (side by side) o Anáglifos con diferente código de colores, o simplemente la imagen izquierda y la imagen derecha. En los siguientes párrafos se mencionara algunos de estos scripts de uso libre encontrados en el internet.

### Instalación de scripts en 3ds maxDesign

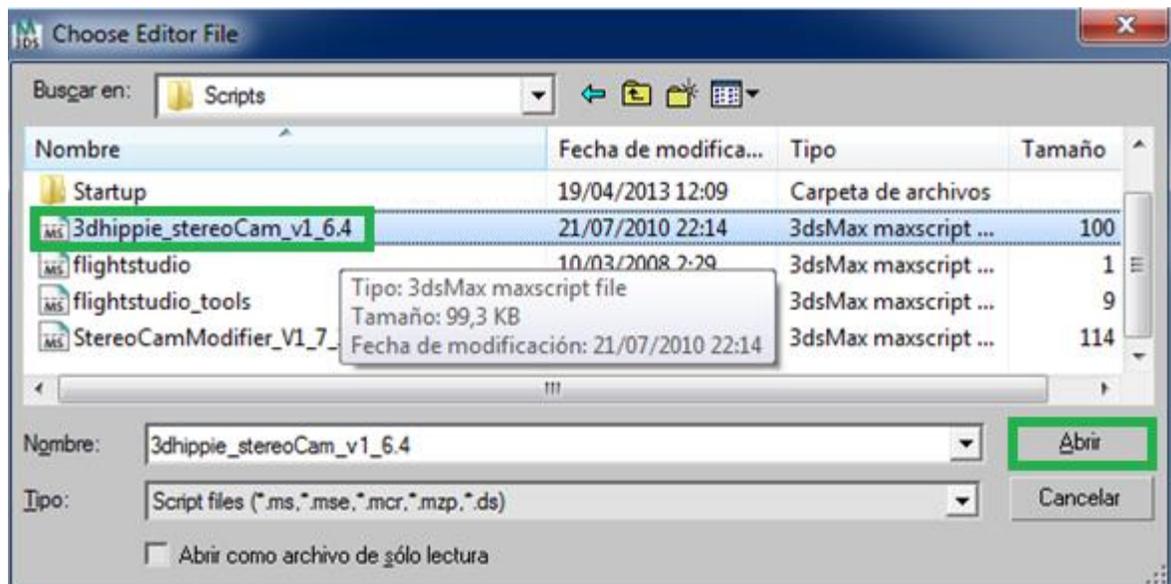
**Método uno:** 3ds max cuenta con una carpeta específica para instalar los script, generalmente se encuentran en c:\archivos de programa\Autodesk\3ds Max \script, en este folder se almacenan los script que se tendrán que hacer correr una vez inicializado 3ds max para su utilización.



**Paso #1:** en la barra de menú principales>clic izq. En “MAXscript”

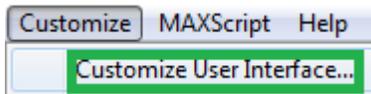
**Paso#2:** clic izq. En “Run script...”

**Paso #3:** en la carpeta “scripts”> clic izq. Para seleccionar el script> clic izq. En Abrir.



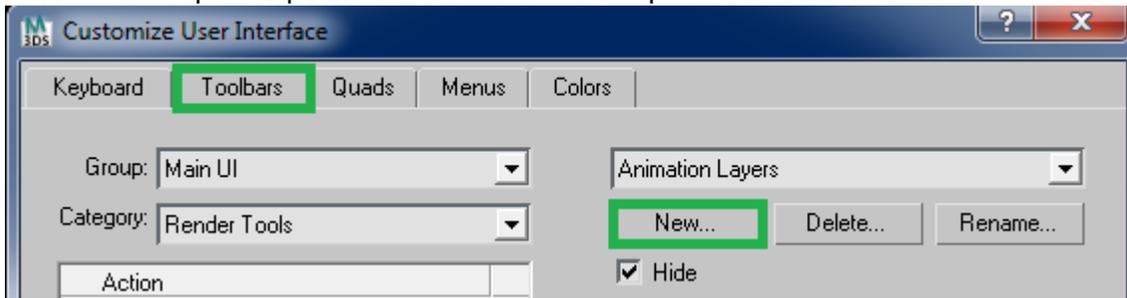
**Método dos:** algunos scripts vienen con el soporte para colocarlos como un botón en la barra de herramientas principal, para lograrlo utilizan una macroscript. Las macroscript se instalan en el folder “UI” o user interface que se encuentra en el directorio principal **c:\archivos de programa\3ds Max Design\UI**. Cuando son instaladas al iniciar el programa se cargan automáticamente y solo se configuran una vez para que aparezcan como un botón en el menú principal de herramientas y así permanecerán hasta borrar el botón o la macroscript.



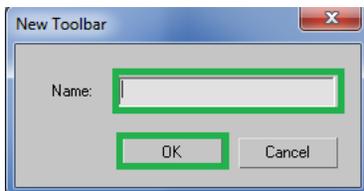


**Paso #1:** clic izq. En el el menú “customize”> clic izq. Sobre “Customize User interface”.

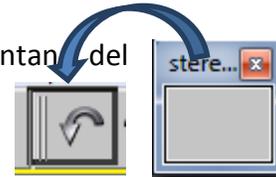
**Paso#2:** clic izq. En la pestaña “Toolbars”> clic izq. En “New”>



**Paso #3:** aparecerá la ventana “new toolbar”> colocamos un nombre en el campo “name”> clic izq. En “ok”.

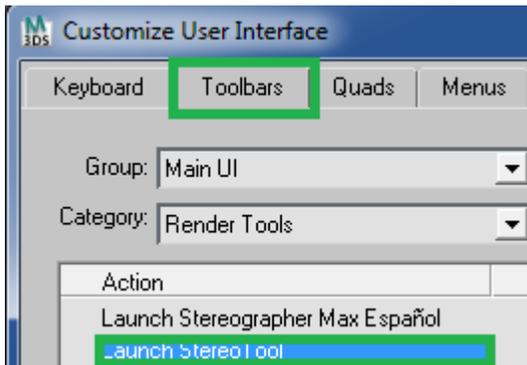


**Paso#4:**sost. Clic izq. Sobre la ventana del botón creado y soltarlo en la barra de herramientas principales.



**Paso#5:** aparecerá un recuadro en negro indicando que en ese lugar se establecerá el nuevo botón.

**Paso#6:** el siguiente paso asigna el script a el botón creado previamente:



**Paso 6.1:** clic izq. En “toolbars”

**Paso 6.2:** clic izq. En el botón de lista desplegable de “category”. El nombre a buscar aparecerá en las instrucciones que trae el script a instalar el cual puede variar dependiendo la empresa o la persona que lo hizo.



**Paso 6.3** en la ventana inferior” **Action**” seleccionar el nombre del script y sosteniendo el clic izq. Arrastrarlo hasta donde se creó el nuevo botón.

Con estos sencillos pasos se podrá instalar cualquier macroscript o script que se haya descargado o creado para 3ds Max Design.

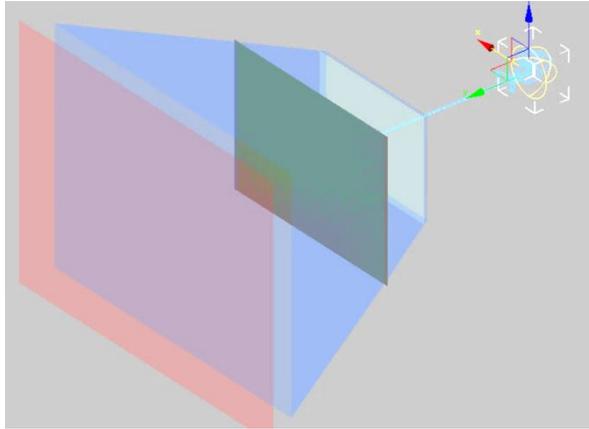
En el siguiente inciso se analizan algunos de los más populares para crear el par estereoscópico de cámaras.



## Descripción Scripts para crear camaras estereograficas en 3Dmax Design

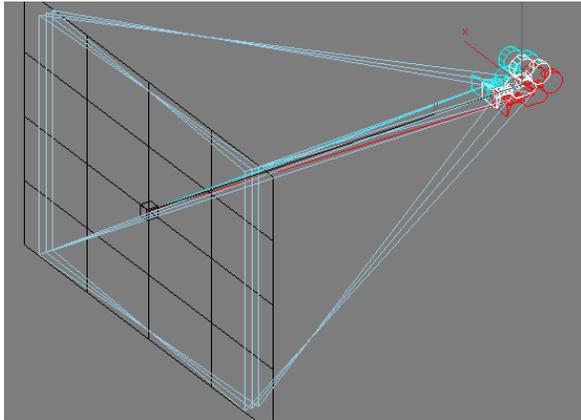
### hippie\_stereoCam

Este script fue creado por David Shelton y lo podemos encontrar en [www.davidshelton.de/blog/](http://www.davidshelton.de/blog/). Entre sus características se puede mencionar que produce imágenes en formato SBS, polarizadas entrelazadas y también anáglifas. Cuenta con soporte para cámaras tipo VRay.



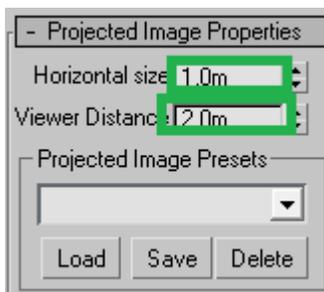
### Descripción script stereoTool

Este script fue creado por Thomas Fourer para crear cámaras estereoscópicas, y para la composición de la imagen final. El script se puede encontrar en la página <http://thomasfoure.weebly.com/1/post/2009/07/stereotool.html> Para instalar stereoTool seguir el método número dos. Este script a pesar de su interfaz muy sencilla permite crear de manera eficaz el efecto estereoscópico buscado.



### Descripción ScriptStereoCam\_Modifier v.1.7.3

El siguiente script es el que se utilizara para crear las imágenes estereoscópicas en las escenas explicadas anteriormente. El script utiliza las formulas explicadas en el tema de estereoscopia confortable el cual toma en cuenta factores de escala, la profundidad de la escena real, así como el espacio físico de proyección. El script fue creado por Louis Marcoux en el 2011, y se puede encontrar en la página <http://www.area.autodesk.com/Louis> con amplia información sobre el mismo. A continuación se explican las opciones y parámetros disponibles de este script para la creación del par de cámaras estereoscópico.



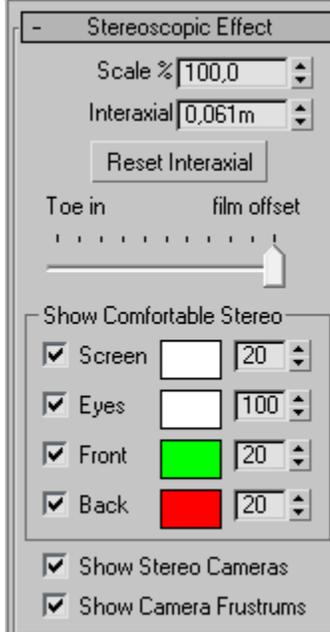
#### Menu desplegable "projected Image Properties"

Este menú controla los parámetros de la proyección real, es decir en una pantalla física y distancias de observación reales. Horizontal size: tamaño Horizontal de la imagen proyectada Viewer Distance: distancia del observador hacia la pantalla. El grupo "projected image presets" permite cargar, guardar o borrar los parámetros anteriormente descritos con un nombre.





Al presionar el botón “save” saldrá una ventana donde se introduce el nombre del preset. Seguido se puede elegir entre cancelar la acción con el botón “cancel” o grabar los parámetros con el botón “save preset”.



### menú desplegable “stereoscopic Effect”

Este menú controla la cantidad de efecto estereoscópico, la escala, el film offset o paralelismo de las cámaras izquierda o derecha.

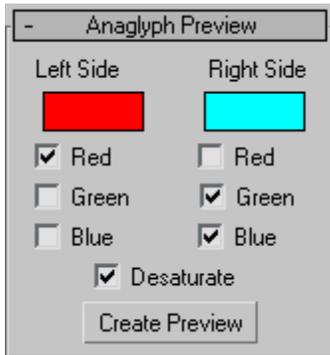
**Scale %:** después de haber configurado los parámetros de la proyección física (ancho, distancia del observador) este parámetro permite por medio una escala llevar al plano de convergencia a nuestra región de interés.

El grupo “show comfortable stereo” muestra los rangos dentro de los cuales deberán estar los objetos de la escena.

**Screen:** es el plano de convergencia, **Eyes:** muestra unos ojos virtuales en el centro de las cámaras (circulo blanco), **Front:** muestra la zona de confort del parallax negativo. **Back:** muestra el límite de la zona de confort del parallax positivo.

Show stereo cameras: muestra/oculta el par de cámaras

Show camera frustrums: muestra/oculta la matriz de proyección o también llamado frustrum el cual es una pirámide truncada.



### Menú desplegable “AnaglyphPreview”

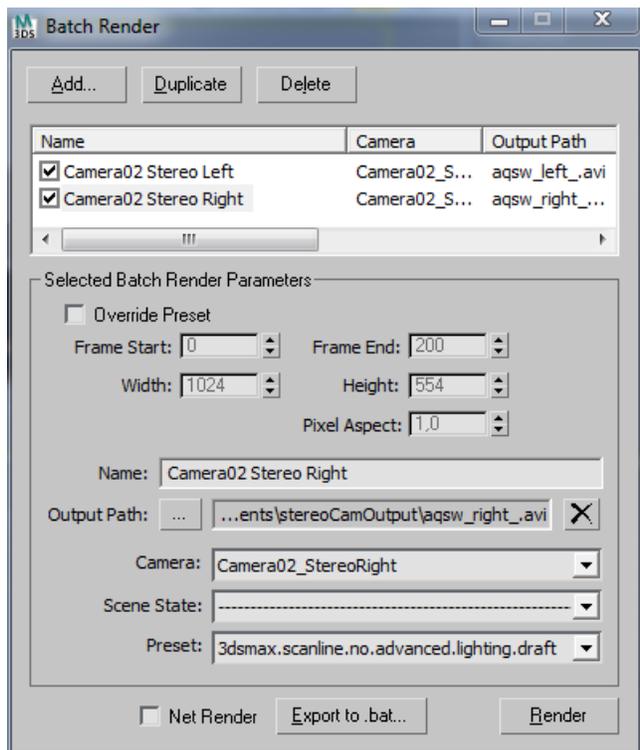
Este menú contiene opciones para habilitar y deshabilitar los colores a utilizar para una pre visualización con el método anáglifo. El botón “preview” da una vista previa del efecto sin renderizar. El código de colores es RGB lo que permite obtener 9 colores para cada lado izquierdo o derecho, entre primarios y secundarios.



### setup batch Renderer

Esta opción permite automatizar el proceso de renderización guardando los archivos de las imágenes izquierda y derecha en folders separados para su posterior edición.





Al hacer clic izq. En el botón **“setup Batch”** aparecerá la siguiente ventana con los parámetros que permiten modificar tal proceso.

### Ventana **“Batch Render”**

Botón **“Add”** permite agregar más cámaras o vistas.

Botón **“duplicate”**: permite duplicar cualquier cámara seleccionada.

Botón **“delete”**: permite borrar cualquier cámara seleccionada para el batch.

**Grupo “selected Batch Render Parameters”** la opción **“override preset”**: habilita que sobrescribir los valores del tamaño de la imagen del dialogo **“render setup”** de 3Ds Max.

**Name**: permite cambiar el nombre de las cámaras o vistas.

**Output path**: es el folder de salida de las imágenes izquierda y derecha.

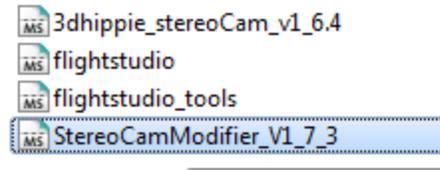
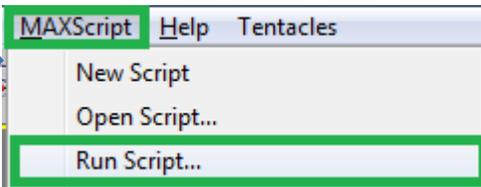
**Camera**: permite seleccionar la cámara a la que se le aplicara los parámetros scene state y Preset. **Preset**: este parámetro se refiere a pre-ajustes guardados por el usuario del dialogo **“render setup”**.



## Aplicación del script una escena exterior 3D

A continuación se explicara los pasos básicos para su aplicación a una cámara estándar tipo "free" en 3Ds Max Desing.

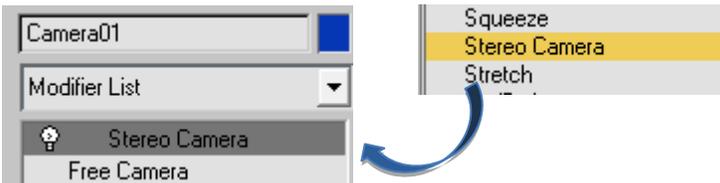
**Paso #1:** en la barra de menús principal>clic izq. Sobre MAXScript>clic izq. Sobre "Run Script".



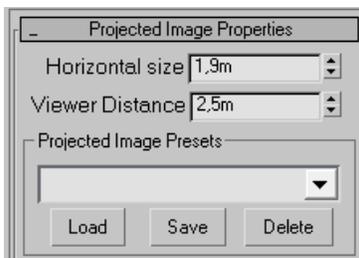
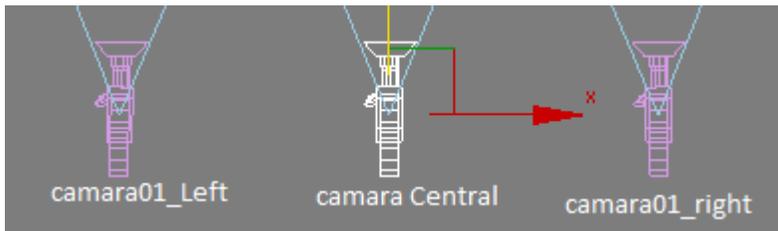
**Paso #2:** en la ventana del explorador>seleccionar "StereoCamModifier\_V1\_7\_3"> clic izq. En el botón "Abrir".

**Paso #3:** seleccionar una cámara tipo "free" creada> ir al menú "modify" del panel de comandos.  > click izq. En la lista desplegable "modifier List" 

**Paso #4:** seleccionar "stereo Camera", el cual aplicara el modificador a la cámara. Seguido de este paso aparecerá el modificador en el menú "modify".



**Paso #5:** presionar la tecla "T" para una vista en planta (top). El script automáticamente crea el para estéreo de cámaras y las nombra de acuerdo al nombre de la cámara a la que se le aplico el modificador "stereo Camera".



**paso #6:** el siguiente paso es configurar las condiciones de proyección de la imagen estereoscópica en un espacio físico.

En este caso se trata de un proyector BenQ MS502 del cual se tomaron los siguientes parámetros:

Tamaño de proyección Horizontal : 1.90 m

Distancia del observador: 2.5 m



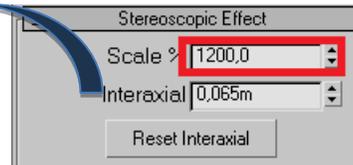
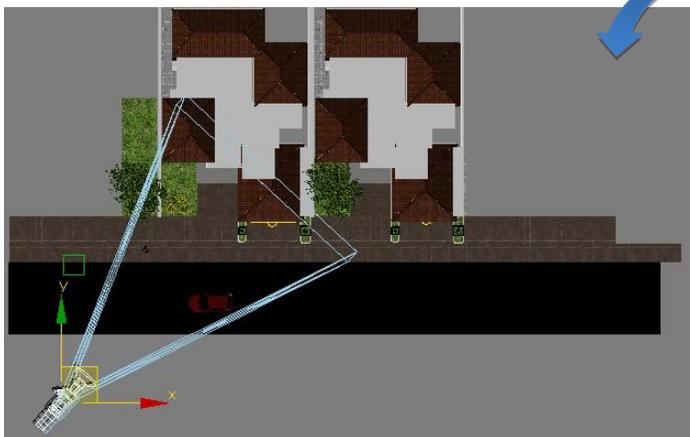
**paso #7:** clic izq. en el botón "save" del En el grupo "projected image Presets"> en la ventana "enter preset Name" colocar el nombre deseado en este caso "MS502"

**paso #8:** clic izq. en "save Preset".





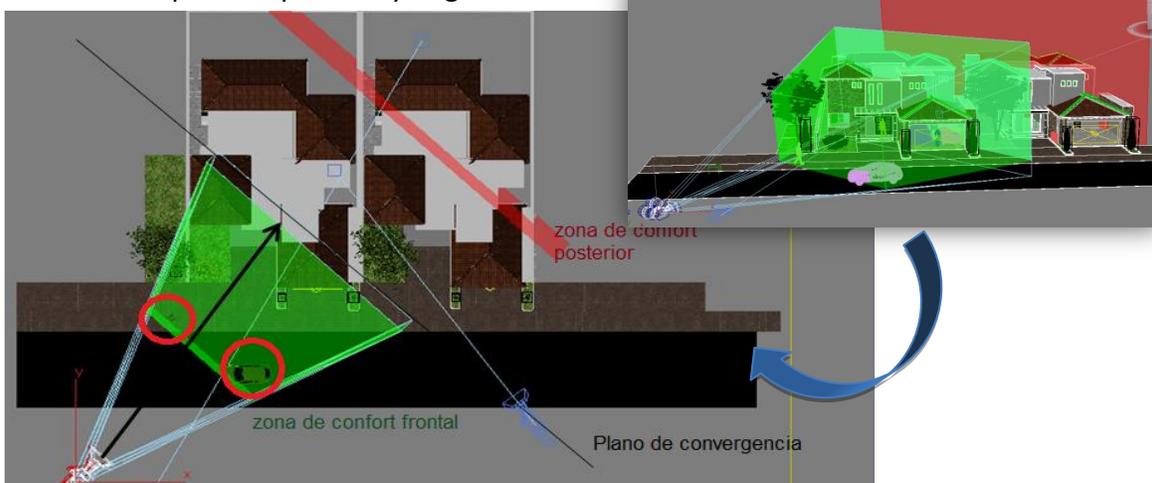
El resultado de los pasos anteriores es la reducción del frustrum de la cámara a las medidas ingresadas anteriormente, y por lo tanto el plano de convergencia ( a2.5m). El siguiente paso es escalar las medidas anteriormente ingresadas para que el plano de convergencia quede en el lugar donde se desea que los objetos se perciban atrás o adelante del observador con el plano de proyección como referencia.



**Paso #9:** Ajustar el parámetro “scale %” de acuerdo a la región de interés en este ejemplo se trata de que en el efecto estereoscópico de la sensación tanto objetos delante de la pantalla como detrás de la misma. En este ejemplo se aumento de 100% (escala real de proyeccion)a

1200% lo que equivale a que el plano de convergencia se ubique a 30m de la camara.

**Paso #10:** activar las opciones del grupo “show comfortable stereo” del menú desplegable “stereoscopic effect”. Para asegurar que todos los objetos estén dentro del rango adecuado de parallax positivo y negativo.



**Paso #11:** para visualizar los resultados en el viewport> presionar “c” de cámara> nos pondrá en la visualización de la cámara central.



**Paso #12:** en la esquina superior izquierda aparece el nombre de la cámara de la cual se tiene la vista actual en el “viewport”. Clic derecho sobre la misma y obtendremos el siguiente menú: seleccionar la que se desea.

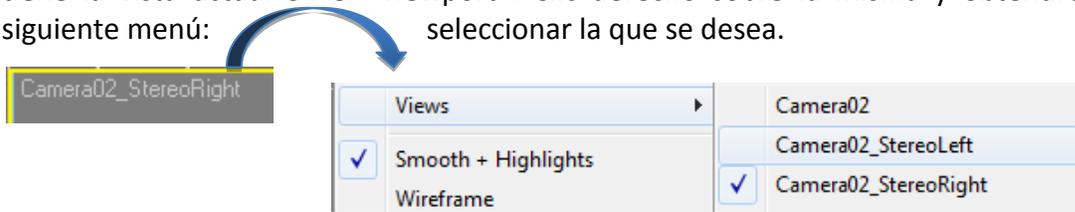


Imagen desde cámara izquierda



imagen desde cámara Derecha

El anterior procedimiento es aplicable a todas las escenas donde se utilizó las técnicas de iluminación. La única desventaja de este script es que solo funciona con cámaras tipo “free” por lo que se deberá cambiar a este tipo en el parámetro “type” de la cámara.



En la imagen de arriba se aprecia el desplazamiento Horizontal o parallax positivo y negativo, el fondo estereoscópico fue agregado en post-producción.



## Análisis Grafico de las zonas de confort



**parallax Cero:** es el plano donde convergen la cámara izquierda y derecha (color celeste) todo lo ubicado enfrente de este plano se percibirá que sale de la pantalla y todo lo ubicado detrás de este plano se percibirá como detrás de la pantalla de proyección.



**Parallax Negativo:** la zona límite del 50% de la distancia del plano de convergencia es indicada en verde. Si se toma una distancia de observación de 2,20 m el objeto más cercano, como el carro en la imagen se percibiría a 1.10 del observador hacia la pantalla.

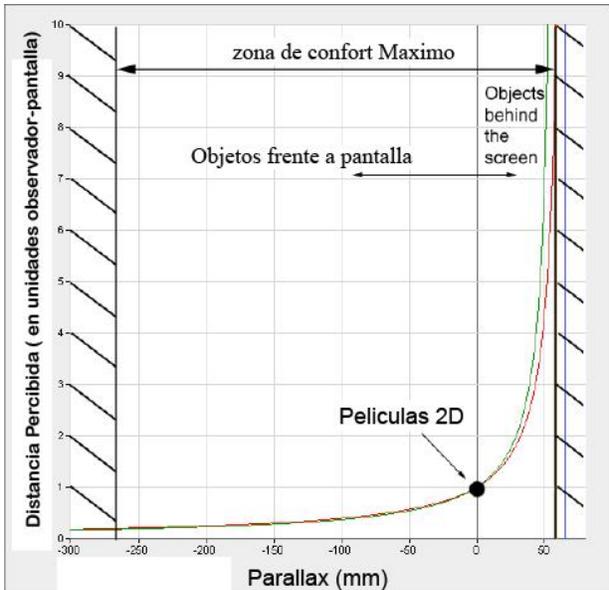


**Parallax positivo:** del plano de convergencia (en celeste) al plano máximo de parallax positivo (rojo) que es igual a 1.5 veces la distancia focal = 45 m el cual es un valor referencial óptimo investigado puesto que valores pequeños de parallax positivo logran que se perciban distancias

relativamente grandes respecto al parallax negativo. Esta característica del parallax positivo permite por medio de una gráfica de distancias equivalentes percibidas (unidad observador-pantalla) en relación al parallax representado en pantalla, siendo el máximo 65mm que representan planos en el infinito.



# Composición del Fondo Estereoscopico



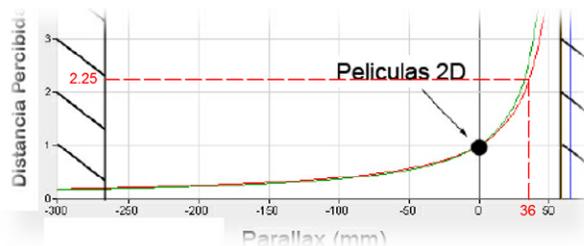
## Teoría

Anteriormente se mencionó que el parallax positivo no puede sobrepasar 65mm al ser proyectado en una pantalla por razones de confort. La grafica c) tomada de <sup>12</sup> muestra la relación entre la cantidad de profundidad percibida (en unidades observador-pantalla) y el parallax en mm proyectado en una pantalla, la cual abarca desde IMax,TV hasta dispositivos móviles. Tomando como base la separación interocular de 65mm de un adulto (en rojo) y otra separación 10% menor para niños (en verde).

De esta gráfica puede deducirse que el parallax negativo tiene un comportamiento opuesto al parallax positivo, es decir el parallax positivo con pequeños desplazamientos hasta llegar al máximo de 58mm logra la sensación de distancias hasta 7.5 veces la distancia observador pantalla. Mientras que el parallax negativo requiere grandes distancias inter-axiales para mostrar profundidades lógicamente menores a la unidad observador-distancia puesto que solo se pueden percibir objetos frente al observador a partir del plano de la pantalla. De aquí la premisa que mientras más grande la distancia de observación (consecuencia de una pantalla más grande) pero conservando el ángulo visual Horizontal se logren percibir rangos mucho más amplios de profundidad.

## Aplicación

Por ejemplo a una distancia de 2.50m utilizando un parallax positivo de +58mm, equivalente a 48 pixeles en una imagen proyectada con un ancho de 1.85 m con una resolución Horizontal total de 1536 pixeles. Algún objeto de la escena con ese parallax sepercibirá aproximadamente a  $(2.50m \times 7.5) + 2.50m = 21.25 m$  desde la posición de observación. A continuación un ejemplo más detallado con 30 pixeles:



**hallar la separación en mm con**

**30pxls**

**% equivalente para una resolución de imagen Horizontal de 1536pxls =**

$$(30pxls/1536pxls) * 100 = 1.95\%$$

**Milímetros equivalentes en una imagen proyectada con un ancho de 1850 mm**

$$= 1850mm * 1.95\% = 36mm$$

Distancia observador-pantalla = 2.50m

**Percepción de profundidad detrás de pantalla (en m)=** encontrando las unidades observador-pantalla con la gráfica anterior se obtiene  $(2.25 \times 2.50m) + 2.50 m = \text{aprox. } 8m$

<sup>12</sup> Benoit, Michael. "Production issues with 3D content targeting cinema, tv, and mobile devices." Université Catholique de Louvain. Pag.2-6

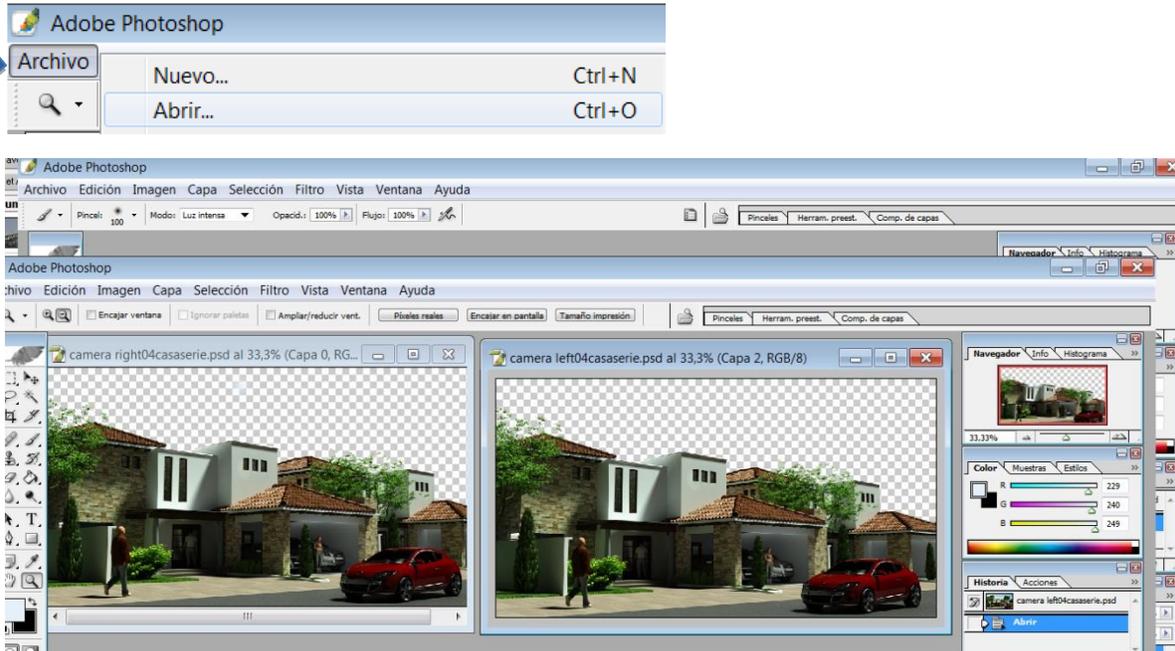


## Procedimiento con photoshop

A continuación los pasos a seguir para colocar el fondo de árboles a la escena exterior anterior aplicando una separación de 30 pixeles para lograr una profundidad total de 8m, (calculada en el paso anterior) del observador hacia el fondo con una distancia de observación previamente establecida de 2.50 metros.

### Los pasos serían los siguientes:

**Paso #1:** abrir la imagen derecha y la imagen izquierda. Para trabajar simultáneamente en las dos imágenes. Clic izq. En “archivo”>clic izq. En “abrir”> en el explorador seleccionar la imagen PNG>clic en “OK”.

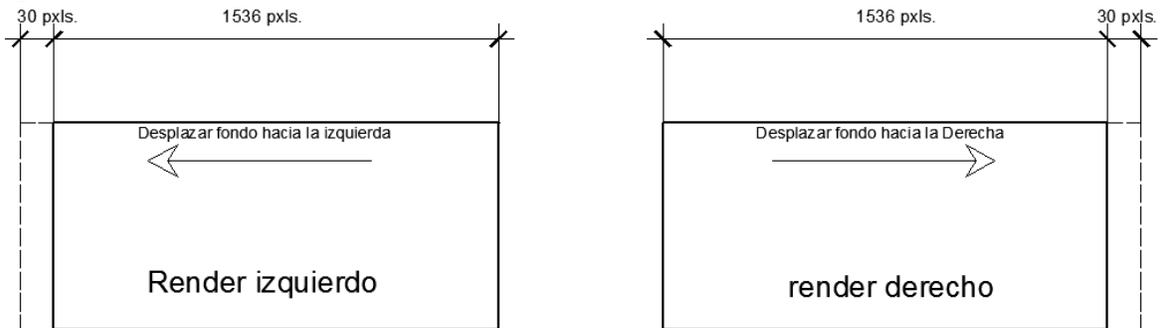


**Paso #2:** abrir el fondo a utilizar, el cual puede ser: tiff, Jpeg, PNG, entre otros formatos. Clic izq. En “archivo”>clic izq. En “abrir”> en el explorador seleccionar la imagen PNG>clic en “OK”.

**Paso #3:** en este caso como se requieren 30 pixeles de separación, se ajustara la resolución horizontal de la imagen utilizada como fondo a  $1536 + 30 \text{ pixeles} = 1566$ . Clic izq. En el menú “imagen”>clic izq. Tamaño de imagen> cambiar la anchura a 1566>clic izq. En OK.



**Paso#4:** como la imagen tiene 30 pixeles más de la resolución del render original, ajustar el fondo de modo que el render de la cámara derecha le sobren del lado derecho los 30 pxls. Y al render de la cámara izquierda le sobren los 30 pixeles del lado izquierdo logrando así conformar una separación de parallax positivo.



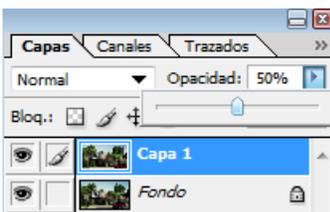
Con el procedimiento anterior se pueden crear varios planos de profundidad tan solo separando algunos milímetros gradualmente hasta llegar a una distancia infinita con un máximo de 65mm.

## Comprobación del parallax positivo y negativo

Comprobar distancias de parallax positivo y negativo siempre será útil para asegurar que el par estereoscópico cumpla con los parámetros calculados para un confort óptimo.

**Paso #1:** abrir el par estereoscópico con photoshop

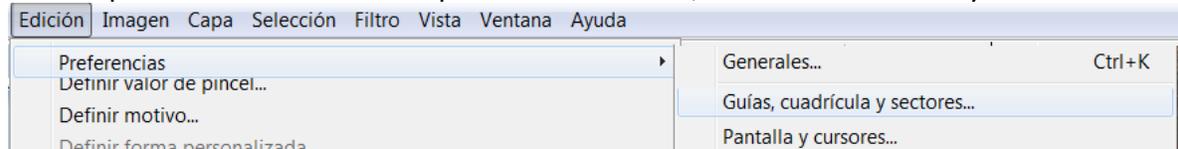
**Paso#2:** insertar como capa uno de los renders dentro del otro, para ello bastara con sostener clic izq. Sobre la imagen elegida y arrastrarla dentro de la otra imagen.



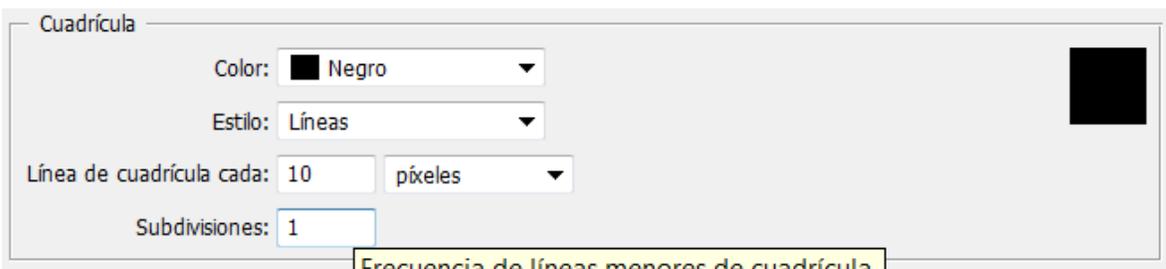
**Paso#4:** Ajustar la opacidad con la barra de herramientas de capas (si no está activa presionar F7). Deslizando el control hasta lograr el 50%.

**Paso #3:** Activar las grillas y cuadrícula con el acceso rápido Ctrl + H.

**Paso#4:** una vez activada la grilla es adecuado ajustar los valores que representa cada cuadro en la imagen, para ello, clic izq. En edición>click izq. En preferencias>click izq. En Guías, cuadrícula y sectores...



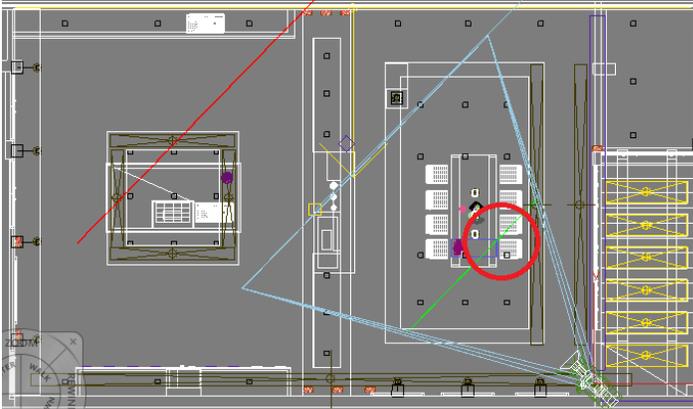
**Paso #5:** Ajustar según nuestro criterio los valores que se requieran representar en pantalla, en este ejemplo se usó el valor de 10 pxls por cada cuadro en pantalla.



Con este procedimiento se puede comprobar cualquier separación entre pixeles, y trasladarlos a un valor en mm cuando es proyectado o visualizado en una pantalla.



## Aumento de la zona de confort frontal



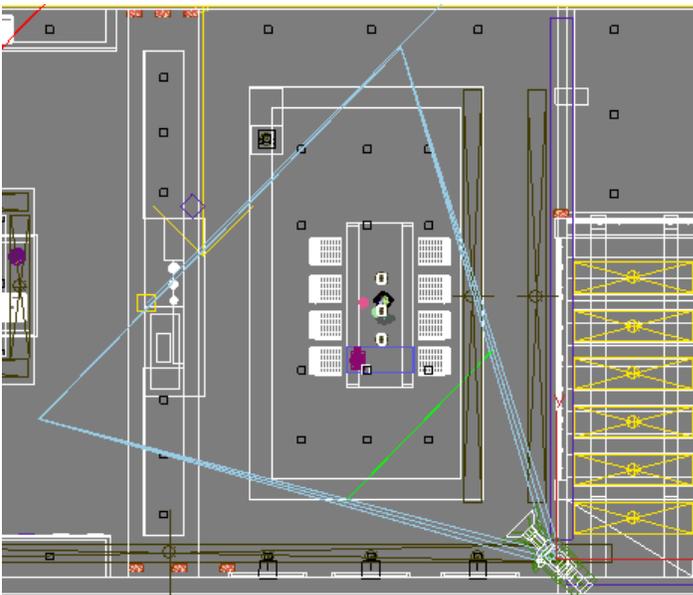
Aumentar la zona de confort de parallax negativo será especialmente útil para escenas interiores donde por razones de encuadre de la escena (ángulo visual horizontal) y la cantidad de objetos en ella, como artefactos de iluminación, mobiliario, objetos decorativos etc. estos objetos pueden estar fuera de la zona de confort de los  $-65\text{mm}$  que equivalen a observar objetos tan

cerca como el 50% de la distancia entre el observador y la pantalla.

Ejemplo:

Los pasos para crear el par estereoscópico ya se ha explicado para la escena exterior anterior utilizando el script StereoCam modifier, por lo que solo se pondrá énfasis los pasos para lograr aumentar la zona de confort.

En la imagen superior izquierda se aprecia que parte del comedor de la escena interior se encuentra fuera de la zona de confort frontal (círculo rojo) basado en un rango de parallax máximo de  $-65\text{mm}$  y  $+65\text{mm}$ .



**La solución** es disminuir la distancia interocular, que equivale a reducir la distancia interaxial de las cámaras izquierda y derecha de la escena. Por ejemplo tomando un rango de  $50\text{mm}$ - $+65\text{mm}$  por la relación de sus alturas de estos ángulos visuales se utiliza la fórmula:  $1/2A/((A+B)/2) * D * 100 = H$  donde :

H= % de la distancia de confort.

D= Distancia de la cámara hasta el plano de convergencia

A y B = distancias interaxiales

Ejemplo con los datos anteriores: A =  $65\text{mm}$ , B =  $50\text{mm}$ , D =  $8.5\text{m}$ ,

Solución:  $0.5(65\text{mm})/((50\text{mm}+65\text{mm})/2) * 100 = 56.52\%$  porcentaje del plano de convergencia hacia el observador.

Así se logra aumentar de un **50% a un 56.52%**, siendo un aumento en la distancia de confort en la escena de  $4.25\text{m}$  a  $4.80\text{m}$ , suficiente para lograr incluir dentro de la zona de confort el mobiliario antes mencionado. La segunda imagen muestra como la zona de confort frontal ( línea verde ) fue aumentada.



## Descripción de VRaystereoscopicHelper



El plugin VRaystereoscopic está diseñado para facilitar la creación de imágenes estereoscópicas con el motor de renderización VRay. será útil conocer su funcionamiento básico, puesto para presentaciones que requieran un tiempo de procesamiento corto y con una calidad estéreo aceptable es una buena opción.

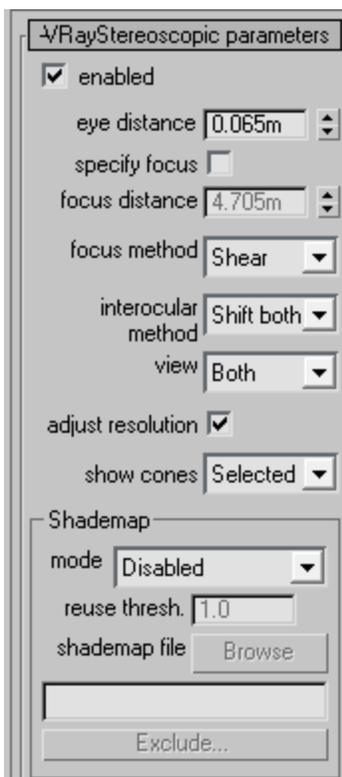
### Ventajas:

- Utilizando la modalidad “shaded map” acelera el proceso del par estereoscópico
- Formato de salida: lado a lado (SBS) o anáglifo (rojo-cian, magenta-verde)
- Ajusta la resolución automáticamente para dar una salida correcta en SBS
- Enfoca automáticamente a través de dos métodos hacia el plano de convergencia.

### Desventajas:

- No muestra las zonas de confort del parallax positivo y negativo de la escena
- La distancia entre cámaras “eyedistance” debe ser calculada manualmente.
- No cuenta con almacenamiento de “presets” para diferentes tamaños de pantalla y distancia del observador (cine, pantalla PC, televisor, proyector etc.).
- La modalidad “shadedmap” no soporta objetos refractivos/reflectivos.

El plug in está en la categoría de “helpers” o ayudas de 3Ds Max por lo que su función es la de habilitar la producción de imágenes estereoscópicas. La forma de trabajar de este Helper es creando dos cámaras virtuales en la etapa de renderización, es decir que no se aprecia en pantalla las cámaras izquierda y derecha cuando se habilita, el efecto es visible solo cuando se está renderizando las imágenes finales.



**Enabled** – activa/desactiva el VRay Stereoscopic helper.

**Eyedistance**–se refiere a la separación interocular de los ojos (estandar =0.061m) pero como esta distancia es trasladada por medio de fórmulas a una distancia interaxial entre la cámara izquierda y derecha. (ver inciso de fórmulas para estereoscopia)Este parámetro es ignorado si la cámara actual tiene un controlador VRayStereoRig (puesto que la posición de la cámara izquierda y derecha es tomada del controlador VRayStereoRig).

**Focusmethod**–especifica el método de enfoque de las dos vistas. Los valores posibles son:

**None** - ambas cámaras tienen sus puntos de enfoque directamente enfrente de ellas. **Rotation**–la estereoscopia se logra rotando las vistas izquierda y derecha por lo que sus puntos de enfoque coinciden con la distancia donde la línea de visión de los ojos convergen la cual es llamada distancia de fusión.

**Shear**–la orientación de ambas vistas permanece igual, pero cada vista de cada ojo es desplazada a lo largo de z, es decir los dos frustum convergen exactamente en la distancia de fusión.



Este parámetro es ignorado si la cámara actual tiene asignado el controlador V-RayStereoRig.

**Interocular method**—permite especificar como serán colocadas las dos cámaras virtuales en relación a la cámara central de la escena.

**Shift both**—ambas cámaras virtuales serán separadas en direcciones opuestas igual a la mitad de la distancia de los ojos (eye distance).

**Shift left**—las cámaras virtuales son desplazadas hacia la izquierda, por lo que la cámara derecha toma la posición de la cámara original. La cámara izquierda es desplazada a la izquierda a la distancia especificada en “eye distance”.

**Shift right**—análogo al parámetro “shift left” pero al lado contrario, es decir a la derecha.

Este parámetro es ignorado si la cámara actual tiene asignado el controlador V-RayStereoRig.

**View** - especifica cual vista estereoscópica será renderizada.

**Both**—ambas vistas serán renderizadas en formato SBS (side by side).

**Left**—solo la vista izquierda será renderizada.

**Right**—solo la vista derecha será renderizada.

**Adjustresolution**—cuando esta opción esta activada automáticamente ajustara la resolución de la imagen final renderizada. Por ejemplo si se renderiza ambas vistas a 640\*480 se renderizara una imagen a una resolución de 1280\*480 en el formato SBS.

**Show cones**—esta opción controla cuando mostrar los conos de las cámaras virtuales creadas por el controlador Stereo ring. Solo los conos de las cámaras asignadas a un viewportserán mostradas.

**Selected**—los conos solo serán mostrados cuando el stereo ring es seleccionado.

**Always**—los conos siempre se mostrarán.

**Never**—los conos siempre estarán escondidos.

### **Shademap**

El parametro “shademap” permite acelerar el proceso de renderización de imágenes estereoscópicas o bien imágenes con campo de profundidad DOF. El flujo de trabajo de “shademap” involucra dos etapas. En la primera etapa el “shademap” es generado ajustando la modalidad del “shademap” a “Render shademap”. Se necesita especificar en donde sera guardado el archivo con extension .vrst por “VRaystereoscopic”. Para hacer esto hacer click en el botón “browse”. Esto grabara un archivo que contiene importante información acerca de los puntos visibles. Después se utilizara esta información en la modalidad “use shademap ” para renderizar mucho más rápido imágenes estereoscópicas o imágenes con DOF.

**Shade map mode**—permite especificar la modalidad de operación del “shademap”.**Disabled**— no sera usada la modalidad “shademap” durante la renderización.

**Render shade map**—en esta modalidad un mapa “shade” sera creado y guardado en la dirección especificada con el boton “browse”.

**Use shade map**—en esta modalidad V-rayrenderizara la imagen usando la información previamente almacenada cuando se uso “Render shademap”.

**Reuse threshold**—es valor afecta el rendering con la modalidad “shade map2. Valores bajos haran que V-Ray use menos “shademap” y mas sombras reales. Esto ralentizara todo el proceso de renderizando, pero puede ser requerido si la renderización con los



valores iniciales produce artefactos. Cuando relativamente se usan grandes efectos de DOF, incrementando este valor puede ayudar a acelerar el proceso.

**Shademap file** - especifica el nombre del archivo en el cual la información del “shademap” sera almacenada.

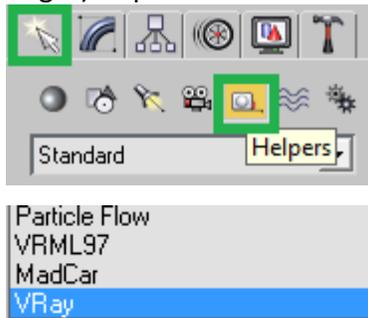
**Exclude**– permite al usuario excluir algunos objetos de la escena siendo renderizados con la modalidad “shademap”. Todos los objetos excluidos serán renderizados sin la aceleración del “shademap”. Este parámetro es muy útil en objetos asignados con materiales reflectivos/refractivos como el vidrio o espejos grandes donde el efecto estéreo se necesita.

### Notas

El “shademap” producirá un efecto estereoscópico apropiado en objetos mapeados opacos, pero no para objetos refractivos. Para hacer que funcione con reflexiones, se deberán excluir los objetos como el vidrio del “shademap”, o usar en vez de eso, mapas de opacidad.

## Aplicación de VRaystereoscopic Helper

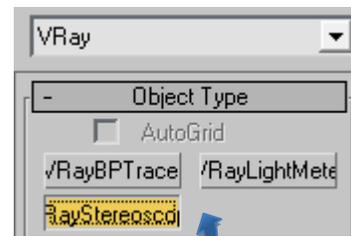
Una vez creada una cámara la cual puede ser tipo VRayphysical camera, standard (free o target) se procede a activar el VRaystereoscopic Helper.



**Paso #1:** en el panel de comandos> clic izq. sobre “create”

**Paso #2:** clic izq. sobre “Helpers”

**Paso #3:** clic izq. en la lista desplegable> clic izq. sobre “VRay”

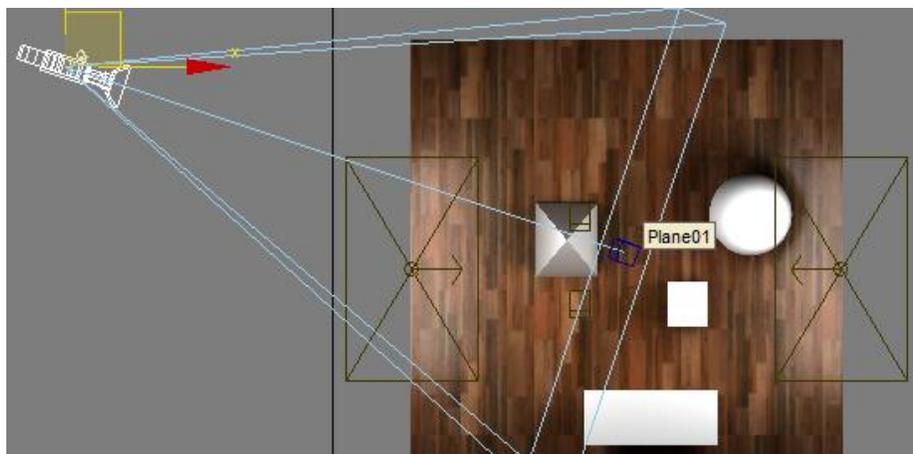


**Paso #4:** en el menú desplegable “object type”> clic izq. sobre el botón “VRaystereoscopic” Este paso hará cambiar el cursor de puntero a una cruz cuando se encuentre en el viewport.

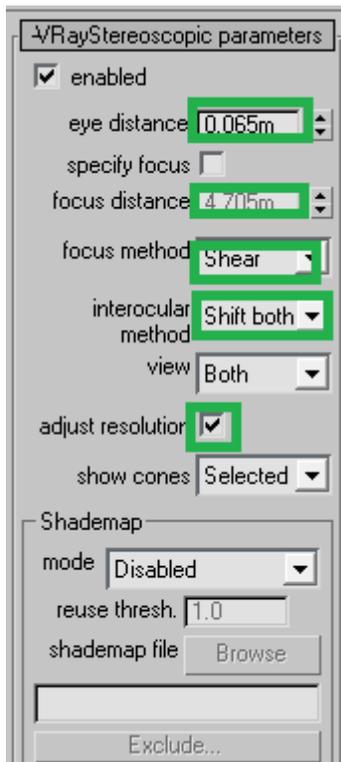
**Paso #5:** presionar la tecla “T” para una vista en planta> clic izq. en cualquier lugar de la escena donde se colocara el objeto tipo “VrayStereoscopic Helper”, siempre que este seleccionado se podrán modificar los parámetros del mismo.



### Escena para la aplicación del VRayStereoscopicHelper



**Paso #6:** Al tener creado y seleccionado el VRaystereoscopic Helper aparecera el menu que permite modificar sus parametros:



Clic izquierdo en “**enabled**” para Activar el VRaystereoscopic Helper.

Según las formulas del inciso **4.11.3** ajustamos la “**eye distance**” que es equivalente a la distancia interaxial entre camaras.

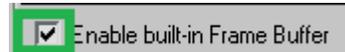
**Focus distance:** automaticamente toma de la camara tipo “target” su distancia a su objetivo.

**Interocular method:** seleccionar “**shift both**” nos renderizara en la camara izquierda y derecha en relacion a la camara de la escena. (esto es lo usual).

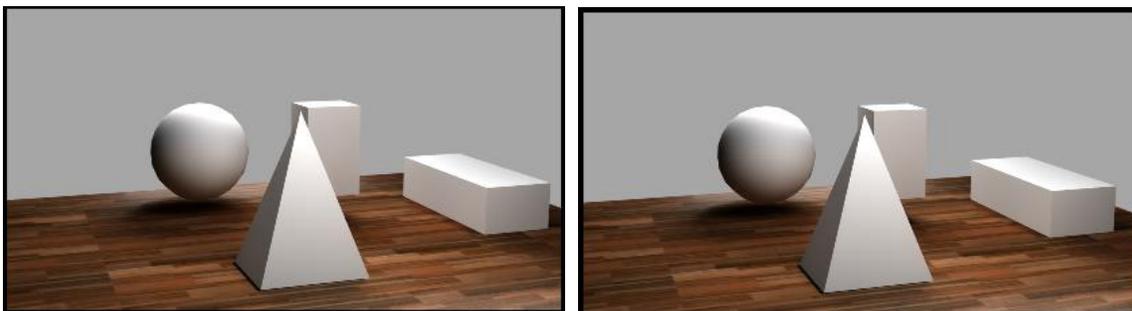
**View:** both, mostrara al mismo tiempo las imágenes renderizadas ya sea en SBS o en anaglifo (para anaglifos la habilitar opcion del VRayframebuffer).

**Shademap:** no se utilizara para este ejemplo pues esta basado en una tecnica llamada “**texture backing**” en donde los objetos son mapeados con texturas individuales de irradiancia previamente calculada.

**Paso #7:** Renderización de las cámaras virtuales>activar el Vrayframe buffer presionando “**F10**” y seleccionado el menú desplegable “**VRay: frame buffer**”>clic izq. en el check box para habilitar “enable built-in frame buffer”.



**Nota:** si no está activado el VRay:Frame buffer , no se renderizarán las cámaras virtuales, solo la cámara de la escena activa (monoscopica).



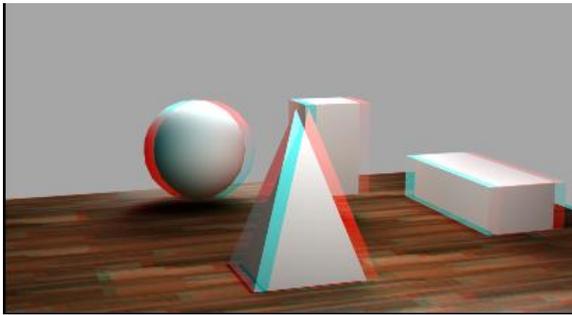
### Salida del VRay: frame Buffer en formato lado a lado (SBS)

la salida de este formato puede ser utilizado directamente con algunos programas para reproducir el efecto estereoscopico con gafas activas.tambien puede ser visto el efecto sin

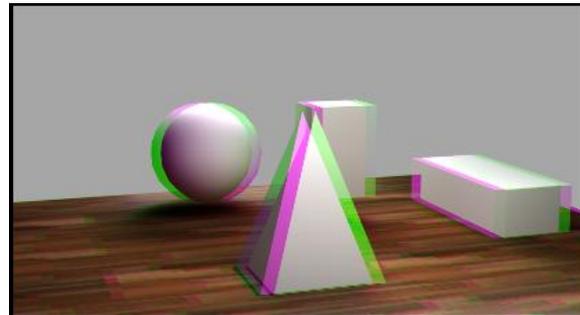


ningun tipo de aparato solo enfocando cada ojo en su correspondiente imagen, esta tecnica es llamada fusion libre.

**Paso #8:** visualización tipo **anáglifo**> clic izq. en el icono  del menú inferior del V-RayFrame buffer. Esto activa las opciones de visualización en pantalla tipo anáglifo pudiendo ser: rojo/cyan o verde/magenta.



**Rojo/cyan**

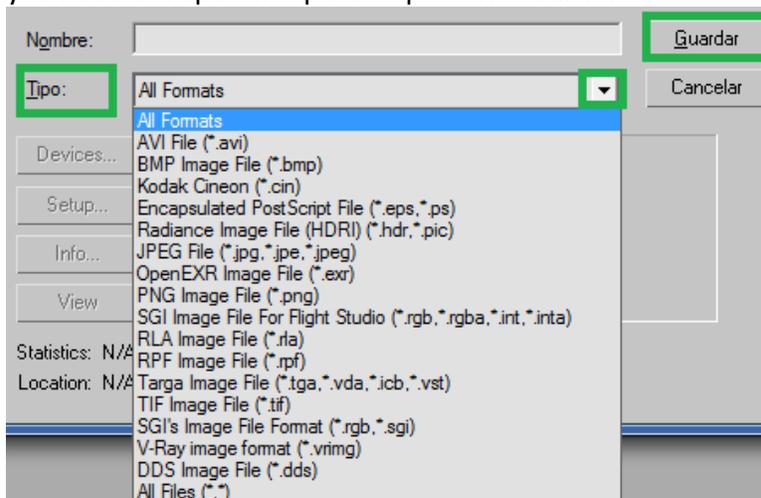


**Magenta/verde**

**Paso#9:** despues de obtener el metodo estereoscopico deseado se procede al almacenamiento de la imagen> clic izq. en el icono de “Floppy disk” donde aparece la leyenda “save Image”.



**Paso #10:** en el paso #9 se abre la ventana del explorador de windows> clic izq. en la lista desplegable “**Tipo**”> clic izq. en el formato deseado.> en el campo “**Nombre:**” asignamos un nombre a nuestro archivo. Los formatos mas comunmente usados son **JPG** y **PNG** este ultimo con la capacidad de almacenar un canal alfa el cual remueve el fondo de la escena y lo hace transparente para su posterior edicion.

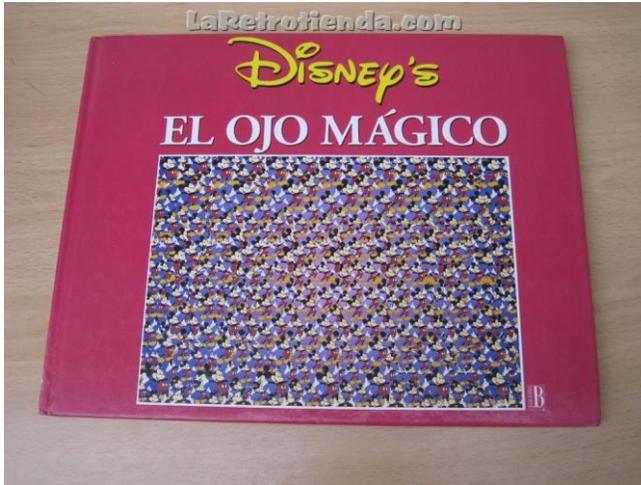


**Paso #11:** clic izq. en el boton “**Guardar**”.

Con estos once pasos se ha creado un para estereoscopico con mucha facilidad, la calidad de la estereoscopia dependera si se han respetado ciertas reglas de confort, escala, y una distancia interaxial adecuada que no esfuere los ojos en angulos divergentes.



## Creación de Auto-estereogramas de fusión libre



Las técnicas que ahora se describirán, no necesitan ningún tipo de lente, ni pantalla, ni papel especial por lo que son llamadas técnicas de “fusión libre” usadas con autoestereogramas, por lo que en los años 1990 salieron varios libros llamados “el ojo mágico” con este tipo de efecto de profundidad.

El efecto estereográfico es logrado solo con el enfoque y posición de los ojos sobre la imagen que este proyectada,

impresa o mostrada en una pantalla. Las técnicas más conocidas para lograr este efecto es la visión cruzada con un par de imágenes estéreo, y la visión paralela usada con estereogramas de puntos aleatorios RDS ( random dot stereogram) en inglés, o también con patrones repetitivos de texturas mostrado en la figura c)

### Auto estereogramas RDS

La técnica del estereograma RDS (random dot stereogram) fue inventada por Béla Julesz, quien dirigió la publicación de una investigación<sup>5</sup> que explica sus teorías sobre la visión estereoscópica humana.<sup>6</sup>

### Principio del Auto estereogramas RDS

Cualquier patrón repetitivo horizontalmente, como un wallpaper, puede ser observado con los ojos convergentes o divergentes (si el ángulo de percepción es suficientemente pequeño) dado un ciclo de repetición en un ojo es correspondiente con la repetición adyacente del ciclo en el otro ojo. el efecto es que se produce un plano estereoscópico en el nuevo punto de convergencia, en frente o detrás de la proyección física del patrón y es conocido como el "wallpaper effect" o efecto de poster (brewster, 1844). si el patrón es diseñado de tal forma que exista una pequeña desviacion horizontal en cada ciclo de repetición relativo a los ciclos adyacentes, también brewster notó que esto producía regiones dispares relativas al plano estereoscópico percibido, el cual será percibido a diferentes profundidades estereoscópicas. Con las manipulaciones adecuadas de las desviaciones relativas casi cualquier figura estereoscópica puede ser generada.<sup>7</sup>

<sup>5</sup>The MIT Press "Foundations of Cyclopean Perception".

<sup>6</sup>Julesz, Béla (1971). *Foundations of Cyclopean Perception*. Chicago: The University of Chicago Press.

<sup>7</sup>W. Tyler, Christopher., B. Clarke Maureen " *The Autostereogram*". smith-Kettlewell Eye Research Institute 2232 Webster Street, San Francisco, CA 94115. Pág. 16



## Técnicas para visualizar Auto-estereogramas

### Visualización por medio de la Técnica de la nariz:

**Pasos No.1:** acercarse a la imagen hasta la nariz (o si se mira en una pantalla de ordenador acercarse a ella). Una vez que se tenga delante deja la vista perdida, no fijar el foco en ninguna, es decir se debe mirar al infinito.

**Paso No.2:** Ahoramente se debe ir alejando la imagen de los ojos, ¡no tratar de enfocarla! cuando se alcance cierta distancia (dependiendo de cada estereograma) aparecerá repentinamente la imagen en relieve. Una vez que se domina esta técnica se puede perfeccionar: Mantener la imagen fija a una distancia de unos 30cm (más o menos, no necesitan regla) mirar la imagen como si se tratara de un espejo y tratar de enfocar la vista como si hubiera algo lejos a través de esa ventana. A continuación y si no aparece automáticamente la imagen, ir acercando poco a poco el enfoque (imaginar que la imagen está más cerca) y en determinado punto aparecerá la imagen.

### Visualización de RDS por la técnica Foco de luz:

Esta es más compleja que la de la nariz, pero también buena para los principiantes, se coloca la imagen de forma que genere algún reflejo, se fija la mirada en el reflejo profundamente, en cierto momento la imagen aparecerá. Esta es muy difícil de conseguir para un principiante, por lo que se puede cambiar a la técnica de la de la nariz.

## Creación del Auto estereogramas RDS (random dot stereogram)

Los auto-estereogramas permiten ver en esencia diferentes planos de profundidad pero con la limitante que solo se aprecia la forma del objeto, más no su textura ni color real, pues han sido generados por puntos al azar o texturas desplazadas horizontalmente. El proceso para su creación es el siguiente:



**Patrón** el patrón a utilizar puede ser una textura que puede contener “x” formas repetitivas, por ejemplo ondas, hojas, pelotas, huesos etc. la cual se utilizara para crear la profundidad de los planos basados en un mapa de profundidad. Estas imágenes generalmente son de muy baja resolución, pues son repetidas varias veces en el estereograma.



**Fig. No.3 Ejemplo de patrones**



### **Mapa de profundidad**

El mapa de profundidad como su nombre lo indica, nos expresa valores de profundidad A través de una escala de tonos grises, donde el blanco expresa valores cerca del observador y el negro es una profundidad infinita. En la figura No.4 se muestran ejemplos de imágenes que con su forma denotan que representan.



### **Creación de Mapas de profundidad**

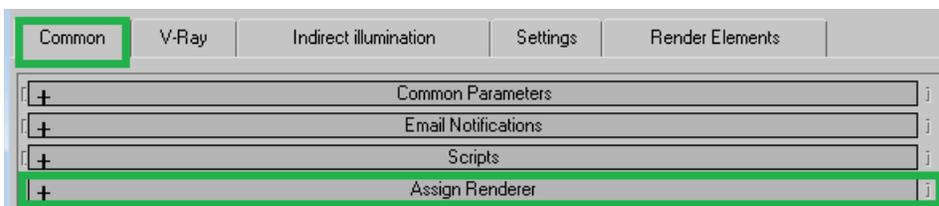
Los mapas de profundidad pueden ser creados fácilmente a través de software de modelado como por ejemplo 3D max design, pues es bien conocido que los gráficos por computadora 3D utilizan el llamado “Z-buffer” o buffer de profundidad, el cual almacena la información de la posición de los objetos en el eje “Z”. este hecho es aprovechado por el software para crear mapas de profundidad en cuestión de milisegundos, puesto que solo necesita transformar los datos almacenados en pixeles en una escala monocromática. También vale la pena mencionar que algunos programas para crear estereogramas como “stereogram explorer” pueden manejar directamente archivos .3ds los cuales contienen información geométrica en 3D (x,y,z) del objeto lo que es traducido inmediatamente a una imagen o mapa de profundidad.

### **Creación del mapa de profundidad en 3Ds Max Design**

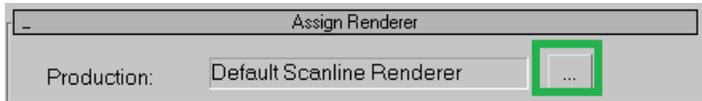
**Paso No.1:** abrir cualquier escena modelada en 3D max

**Paso No.2:** Presionar F10 o ir al menú principal> clic izq. En “rendering”> Render setup

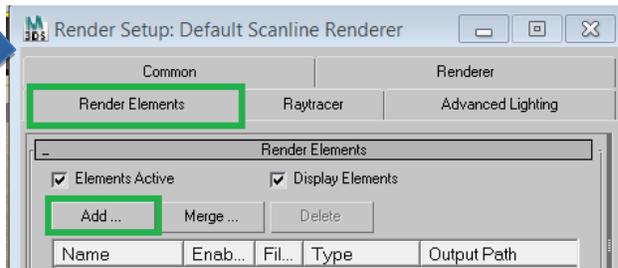
**Paso No.3 :** en la pestaña **common**> clic izq. Sobre el símbolo “+” del menú desplegable “assign Renderer”.



**Paso No. 4** en el menú desplegable “assign Renderer”> seleccionar “default scanlinerenderer” haciendo clic sobre el botón “...”

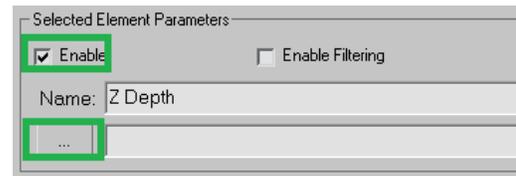
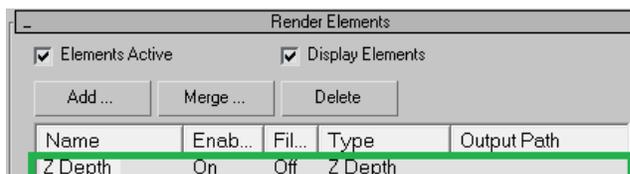


**Paso No. 5** automáticamente aparecen los menús de la ventana “Render setup: default scanline renderer”. Clic izq. En el botón “Add..”



**Paso No.6** en la ventana “render elements” seleccionar “ZDepth”>clic izq. En “OK”.

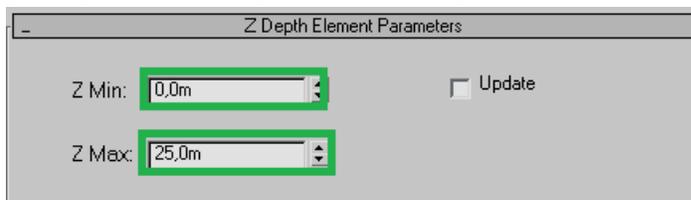
**Paso No.7** automáticamente aparece el elemento seleccionado en la ventana del paso No.5.> a continuación se cambiaran algunos parámetros según la profundidad de la escena.



**Paso No.8** en la pestaña “render elements”> en el grupo “selected element parameters”> clic izq. En la check box “enable” para habilitar el elemento antes seleccionado.> clic izq. En el botón “...” para asignar : tipo de archivo, nombre y ubicación del archivo generado si asi se desea. Si no en el frame buffer será mostrada la imagen resultando pudiéndola grabar posteriormente.

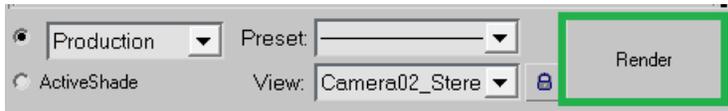
**Paso No.9** en el menú desplegable “Z-buffer” ajustar los siguientes parámetros:

Zmin: profundidad mínima a 0,0 metros y Z max: con un valor inicial de profundidad máxima a 25m que corresponde al lado más largo de la escena 3D. Si se colocan valores que no corresponden a la escala del modelo 3D se reducirá o perderá completamente la percepción de la separación de los planos en la escena.



**Paso No.10** deshabilitar cualquier iluminación en la escena. Pues no es necesario para calcular el mapa de profundidad y si está habilitada cualquier fuente de luz solo haría que el proceso tardase más tiempo innecesariamente.

**Pasó No.101** clic izq. En el botón “render”. O el atajo shift+ Q



**Resultado visto en el “frame buffer”**



Si los resultados no son los esperados, conviene modificar el Zmax en el menú “Z-buffer” para escalar la profundidad adecuadamente. El mismo proceso descrito anteriormente es aplicable con el motor VRay, pero seleccionando “VRayZ-buffer” en la pestaña “render elements”.

### **Creación Final del Autoestereograma**

Lo más difícil relativamente de sintetizar dentro del proceso de creación de un autoestereograma es el mapa de profundidad, una vez realizado el mismo se buscara una textura por el internet lo cual es lo más rápido, la cual puede ser de baja resolución por ejemplo una imagen de de 200 pxl x 180 pxl. Con 72 dpi.

Existen algunos programas gratuitos como “stereogram creator” , o comerciales como “stereogram explorer” ambos con opciones de generación por textura o por puntos aleatorios. Otros se encuentran gratuitamente para utilizarlos online. A continuación se explica el procedimiento con el programa gratuito “stereogram creator”.



## Creación de autoestereogramas con “stereogram creator”

Dentro de sus características permite indicar la distancia de observación, la profundidad máxima, la profundidad mínima, la separación en pixeles, la resolución de la pantalla o para poder imprimir el estereograma.

También permite generar diferentes tipos de estereograma entre los cuales se tiene:

- RDT puntos texturizados al azar
- Texturizados
- Puntos con color

También se puede especificar si los puntos serán a color o blanco y negro, intensidad de los puntos entre otras características. A continuación se ejemplifica el uso del mismo mediante la creación de un estereograma con textura.

**Paso No.1** seleccionar en “stereogram type”>clic izq. En “textured”

**Paso No.2** en la opción “Blur” o efecto borroso> clic izq. En “none” o ninguno.

The screenshot shows the 'Stereogram Creator' application window. The interface is divided into several sections:

- 1:** 'Stereogram Type' section with radio buttons for 'FastRandomDot', 'RandomDotTextured' (selected), and 'ColoredDot'.
- 2:** 'Blur' section with radio buttons for 'None' (selected), 'Light', 'Medium', and 'Heavy'.
- 3:** 'Observation distance (inch)' field set to 14.
- 4:** 'Width' and 'Height' fields set to 800 and 500 respectively.
- 5:** 'Depth Map' section with a 'Click to load' button.
- 6:** 'Mask / Texture Map' section with a 'Click to load' button.
- 7:** 'Generate' button at the bottom right.

A diagram on the right side of the interface illustrates the stereogram creation process, showing two eyes viewing a screen at an 'Observation distance'. It labels 'Min 3D depth', 'Max 3D depth', and 'Separation' between the eyes.

**Paso No. 3** Ajustar la distancia de observación aprox. a 30cm, los demás parámetros se dejan como están cuando inicia el programa.

**Paso No. 4** modificar el ancho y el alto de la imagen para que coincida con la resolución original del mapa de profundidad.

**Paso No. 5** clic izq. En el texto “click to load” en el parámetro “depth map” y seleccionar en el explorador el mapa generado con 3D max design.

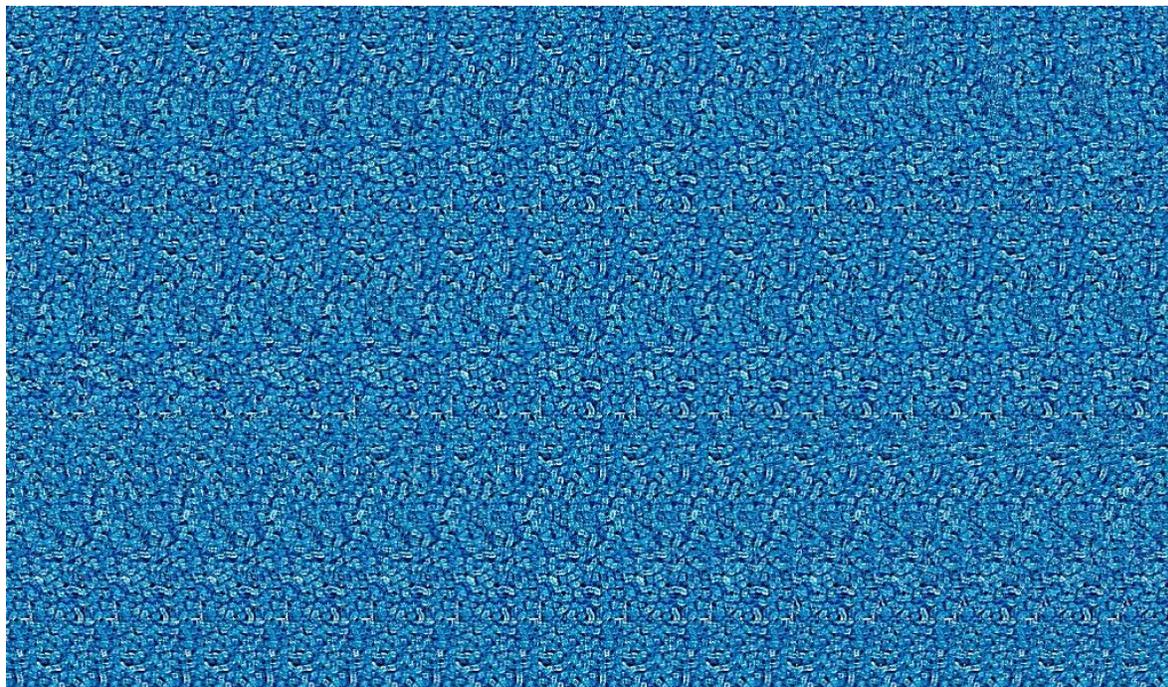
**Paso No. 6** clic izq. En el texto “click to load” en el parámetro “Mask/texture map” y seleccionar en el explorador el archivo de imagen de la textura.





**Paso No. 7** clic izq. En el botón “generate”.

### Resultado Final



## Auto-estereograma SBS

El auto estereograma SBS (sidebyside) por sus siglas en inglés, son dos imágenes colocadas lado a lado, las cuales difieren una de la otra por el punto de vista de donde fueron generadas o tomadas, cada una de estas imágenes pertenece a uno de los ojos de nuestro sistema visual. Para poder visualizar el efecto de profundidad debe utilizarse una técnica de fusión libre llamada “**visión cruzada**”.

Aunque esta técnica es muy difícil de dominar al principio, se obtienen resultados muchos más realísticos que con la técnica del autoestereograma RDS, y permite observar tanto imágenes estáticas como videos, mostrando los colores y texturas originales del par estereoscópico. A continuación se describe el procedimiento para lograr implementar esta técnica.

Además de ser usado para estereogramas este formato es ampliamente utilizado para la distribución de películas estereoscópicas de alta calidad.



### 5.1.2.1. Técnica de fusión libre” vision Cruzada”

#### ¿Cómo Lograr visualizar el Efecto 3D estereoscópico?

- 1 -colocarse centrado frente al monitor o imagen SBS, con la imagen directamente en frente de de los ojos, a la longitud del brazo.
- 2- colocarse más atrás hace que sea más fácil - pero hace tambien que la imagen se vea más pequeña.
- 3- mantener su cabeza en nivel horizontal , inclinando la cabeza impide el enfoque 3d de las imágenes.
- 4- Mientras se mantiene el par de imágenes en estéreo en el centro de la visión, poco a poco cruzar los ojos - no es necesario cruzar mucho.
- 5- El par de imágenes estéreo se iran fuera de foco y parecieran existir cuatro imágenes
- 6- Si resulta difícil de cruzar los ojos o a enfocar, puede ayudar sostener un bolígrafo o lápiz enfrente y mirar la punta con el par de imágenes estéreo en el fondo.



7- Poco a poco cruzar los ojos cada vez más - si se utiliza un lápiz como ayuda, empezar cerca de la pantalla y moverlo hacia la nariz.

8- Continuar cruzando los ojos más, hasta el centro de dos de las cuatro imágenes se superponen y ver tres imágenes borrosas.

9- Tratar de mantener las imagen centrales juntas – mantener las juntas en su lugar y verlas como una imagen.

**10- Al mantenerlas "juntas" la imagen central debe aparecer en 3D**

11- **el enfoque** - mientras se mantiene la imagen en 3D en su lugar, relajar los ojos - sacar el bolígrafo o lápiz del campo de visión, si se esta utilizando.

12- mantener las imágenes centrales juntas en 3D y los ojos relajados, con el tiempo debería aparecer en foco, tan-bien puede ayudar tapar con las manos las imágenes que sobran, la imagen izquierda y la derecha sin tapar la del centro.



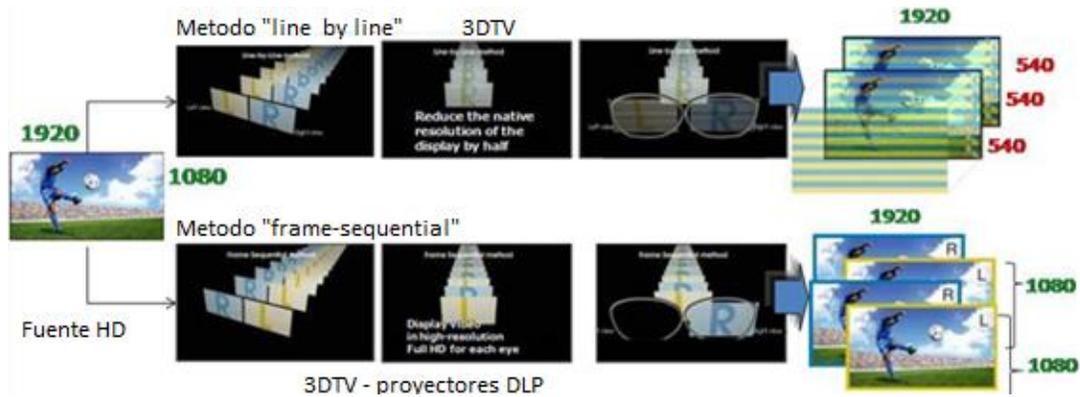
El proceso para la creación de las imágenes SBS fue explicado en el inciso 4.12 creación del par estereoscópico en 3Ds max design las cuales junto con los autoestereogramas RDS son aplicados a cada una de las escenas descritas en el inciso 4.0 de técnicas de iluminación digital.



## 6.1 Sistemas de Proyección estereográfica

Un sistema de proyección estéreo es un conjunto de elementos de hardware y software digitales que hacen posible la reproducción del efecto estereográfico a diferentes escalas. Estos sistemas se encuentran básicamente en dos categorías; la proyección activa y la proyección pasiva.

### Grafica a): Sistema activo vrs. Sistema Pasivo



### Proyección Activa

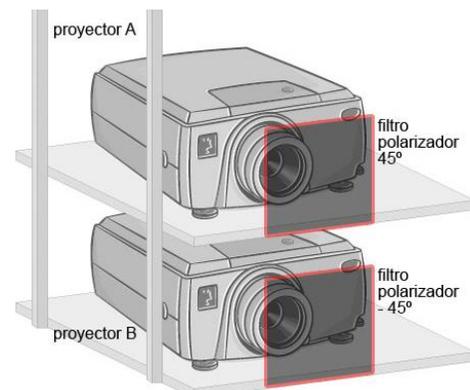
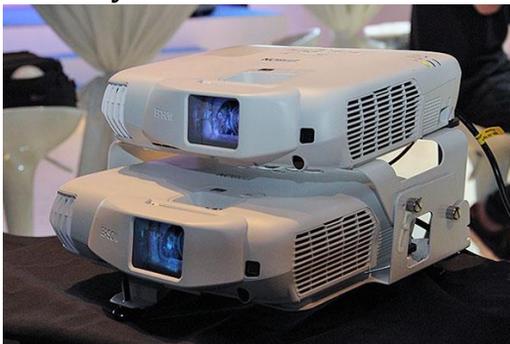
Dentro de la proyección activa están los televisores 3D con gafas obturadoras de cristal líquido, proyectores con tecnología DLP entre otros. Esta categoría se le llama activa porque reproduce secuencialmente el par de imágenes estereoscópicas a una frecuencia mínima de 120Hz. Dentro de sus ventajas se puede mencionar:

- Resolución Vertical completa Full HD
- Uso de un solo proyector DLP ( la pasiva requiere 2)
- el formato de salida de la imagen debe ser transformado en secuencial o "page flipping" en inglés.
- Mayor Brillo

Dentro de las desventajas se puede mencionar:

- los Lentes son del tipo obturadores LCD (liquid crystal display)
- es más susceptible al flickering o parpadeo
- los lentes son susceptibles a interferencias lumínicas
- los lentes son mucho más caros que unos lentes polarizados.
- Se necesita Hardware y software compatible para producir el efecto estéreo.

### 6.1.2 Proyección Pasiva



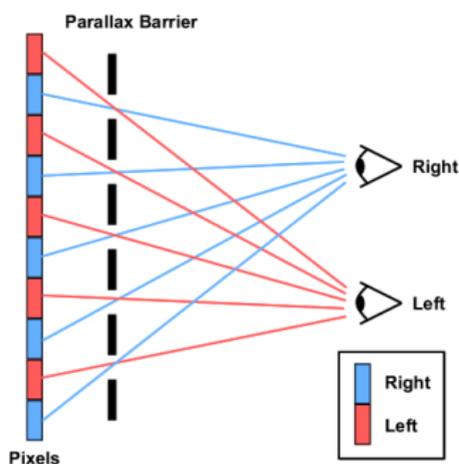
La proyección pasiva posee desventajas en sistemas de Televisión 3DTV, mas no en la proyección en pantallas de plata con 2 proyectores para este propósito, puesto que las dos imágenes se proyectan en toda su resolución sobre una sola pantalla, utilizando un filtro polarizador a 45° para un proyector y otro filtro polarizador a -45° para el otro, logrando así proyectar solo una imagen a cada ojo, que reciben la imagen por medio de lentes polarizados en ángulos diferentes. Logrando así las mismas ventajas mencionadas anteriormente para el sistema activo con algunas pequeñas diferencias. Entre las cuales tenemos:

- Necesita un Ajuste preciso para la proyección de una imagen sobre otra (base)
- Lentes muy económicos (solo se necesitan los filtros polarizadores)
- Las mismas ventajas que la activa.
- Ausencia total de flickering o parpadeo (muy confortable)

Esto no es así para las televisiones 3DTV que deben entrelazar las líneas horizontalmente y esto produce perdida de la resolución a la mitad. Por ejemplo si la imagen está en alta resolución full HD (1920 x 1080) la resolución Horizontal real disminuye a 540 por cada imagen proyectada en cada ojo.

**Tabla comparativa de sistema 3DTV activo y Pasivo**

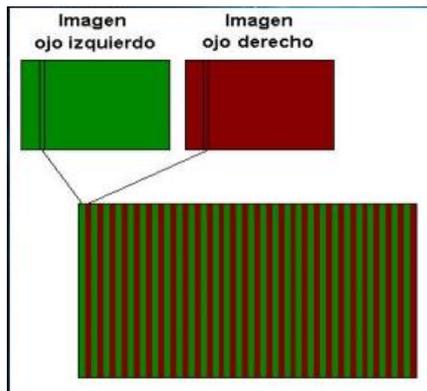
3DTV pasivo	3DTV activo y tecnología DLP
Menos de la mitad de resolución HD 3D	Toda la resolución Full HD 3D
Angulo de visibilidad vertical muy limitado	Angulo de visibilidad vertical amplio
Lentes mas económicos	Lentes mas estables y duraderos
No requieren baterías	Fácilmente recargables vía USB
El FPR reduce notablemente el brillo	El brillo permanece intacto
Tecnología obsoleta en comparación con el 3D activo	Tecnología diseñada específicamente para la calidad ideal HD 3D casera.



### Auto-estereoscopia

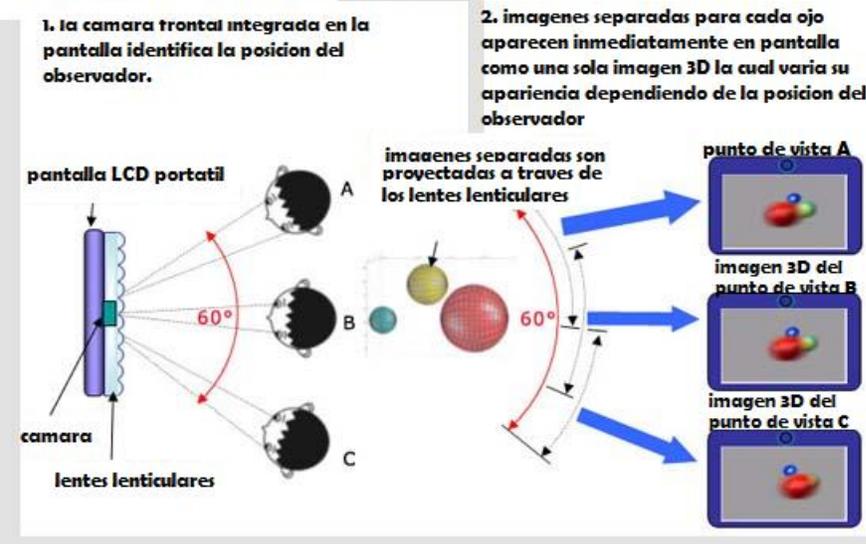
La auto-estereoscopia consiste en mandar una imagen diferente a cada ojo sin necesidad de gafas. Se consigue mediante una barrera que envía selectivamente haces de luz al ojo que toca. Dentro de los problemas inherentes de este sistema están que la posición de observación debe ser fija o incorporar un detector de posición para que el efecto sea visible en más de una posición.





La barrera de paralaje o “parallax barrier” consiste en una rejilla vertical fina puesta delante de una imagen. Cada franja transparente actúa como ventana a un trozo vertical de la imagen puesta detrás de ella. La imagen del estereograma de paralaje está hecha interpolando las columnas a partir del par estereoscópico. El espectador puede mover su cabeza de lado a lado y ver dispersos aspectos de la imagen 3D.

## pantalla Lenticular



## Pantalla Lenticular

La hoja lenticular está fabricada de un plástico transparente que consta de barras semicilíndricas una a la par de la otra en posición vertical que desvían los haces de luz de la imagen detrás de los cilindros y la envían al ojo correspondiente.

Este tipo de

tecnología es muy común observarla en vasos, portadas de Blu-ray 3D, postales etc. Y recientemente puede ser montada en pantallas LCD de monitores, teléfonos o computadoras portátiles.

## Estereoscopia en tiempo Real

La estereoscopia en tiempo real es ya ampliamente conocida desde los inicios de la realidad virtual. Las imágenes para el ojo izquierdo y derecho son generadas simultáneamente por un ordenador y transmitidas hacia un casco de realidad virtual o HMD (head mounted display). En sus comienzos la realidad virtual no contaba con la capacidad de procesamiento que actualmente se dispone para producir también la simulación realista del transporte de la luz, lo que actualmente es posible, ya que existen procesadores de video y software dedicados a esta tarea específica.



El término “tiempo real” se refiere a que las imágenes son generadas en el instante en que las necesita el observador, no importando hacia donde dirija la vista en una escena o ambiente tridimensional virtual.



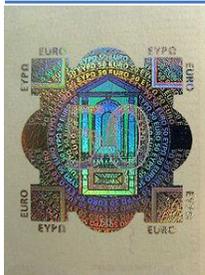
Actualmente las tecnologías de cuádruple buffer en los procesadores de video permiten a través de lenguajes para generar gráficos como Open GL y direct3D implementar visualizaciones estereográficas en pantallas que tengan la tecnología para tal propósito.



**Realidad virtual** es una ciencia basada en el empleo de ordenadores y otros dispositivos, cuyo fin es producir una apariencia de realidad que permita al usuario tener la sensación de estar presente en ella. Se consigue mediante la generación por ordenador de un conjunto de imágenes que son contempladas por el usuario a través de un casco provisto de un visor especial. Algunos equipos se completan con trajes y guantes equipados con sensores diseñados para simular la

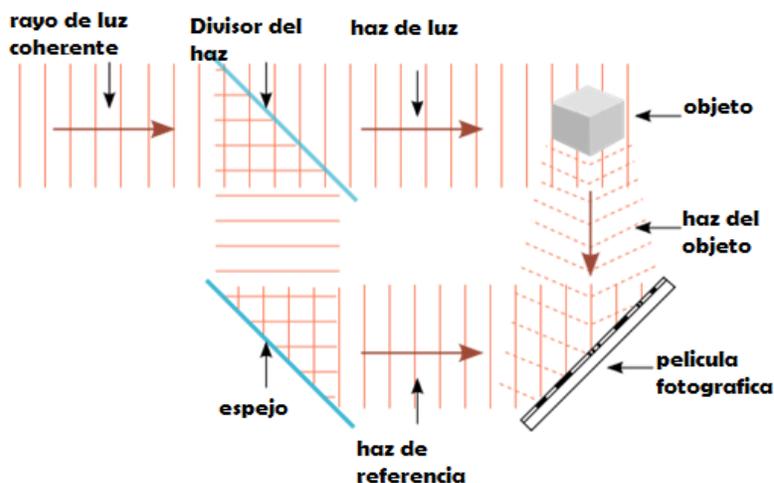
percepción de diferentes estímulos, que intensifican la sensación de realidad. Su aplicación, aunque centrada inicialmente en el terreno de los videojuegos, se ha extendido a otros muchos campos, como la medicina o las simulaciones de vuelo.<sup>1</sup>

## Holografía



La holografía es una técnica avanzada de fotografía que se basa en la creación de hologramas. Un holograma de un objeto o de una escena es un registro plano, realizado con un rayo láser sobre una película fotosensible, de la interferencia que se produce entre dos haces de luz coherentes cuando la luz de uno de los haces se refleja en el objeto. Cuando la película recibe la luz desde una perspectiva adecuada se proyecta una imagen tridimensional.

## Funcionamiento



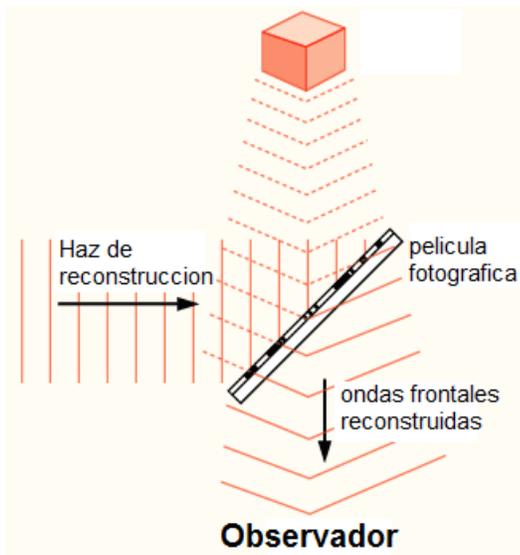
### Grabación

La luz emitida por un láser se descompone en dos haces utilizando un espejo semitransparente. Uno de los haces ilumina el negativo fotográfico de forma directa. El haz objeto ilumina el objeto o escena de interés y la luz reflejada y difractada se dirige hacia el negativo, donde se superpone con la luz del primer láser. La

superposición entre los dos haces sobre el negativo produce la impresión de una trama de franjas de interferencia. Sobre el negativo ha quedado registrado información de amplitud y fase de la escena capturada.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Farfan Rosales., Jorge Fernando (2003) "*representación virtual del espacio arquitectónico*" Universidad de San Carlos, facultad de arquitectura. pág. 279





### Reconstrucción

Para la reconstrucción de una imagen tridimensional se debe iluminar el registro holográfico con un rayo láser de las mismas características que el haz de referencia. La luz del láser se divide en dos haces: uno forma el haz de referencia, y el otro ilumina el objeto para formar el haz del objeto. El láser se utiliza porque la coherencia de los haces permite que se produzca la interferencia.<sup>3</sup>

### Dispositivo Holográfico

Un **dispositivo holográfico** (*holographic display* en inglés) es aquel que utiliza los principios de la holografía para la reproducción de imágenes tridimensionales o pseudo-tridimensionales. Es una tecnología que no necesita de aparatos externos de visión (como gafas o cascos especiales) para reproducir imágenes tridimensionales.

Otros sistemas de reproducción de imágenes tridimensionales son los sistemas estereoscópicos mencionados anteriormente.

### Aplicaciones

- En vídeos y DVD, tarjetas de crédito, productos de moda, discos compactos, billetes, productos de marca y prestigio, pasaportes, acreditaciones, certificados y títulos, carnets, medicamentos, cosméticos, perfumes, etc.
- En etiquetas autoadhesivas es usado como símbolo de originalidad y seguridad.
- Reproducción de imagen y vídeo tridimensional; múltiples aplicaciones en sectores como la televisión, el diseño industrial, la medicina, la educación, la investigación, las comunicaciones, etc.
- **Maquetas virtuales arquitectónicas**

### Ejemplos de dispositivos holográficos

El siguiente apartado mostrará información sobre diferentes empresas que han desarrollado tecnología para implementarla en **dispositivos holográficos**.

Nombre	Descripción
<b>Cheoptics 360°</b>	Es un sistema de vídeo holográfico. Consiste en un proyector formado por una pirámide invertida que es capaz de generar imágenes tridimensionales dentro de su espacio de proyección. La imagen proyectada se ve totalmente tridimensional desde cualquier ángulo de observación. <sup>4</sup>
<b>Heliodisplay</b>	Reproduce hologramas en dos dimensiones sin utilizar un medio físico, la imagen generada es interactiva, El aire se captura, se convierte de forma instantánea y se vuelve a expulsar. La imagen se proyecta sobre el aire convertido. <sup>5</sup>
Interactive 360° Light Field Display	Consta de un vídeo proyector de alta velocidad, un espejo rotatorio cubierto por un difusor holográfico y un circuito semiconductor FPGA puede renderizar más de 5000 imágenes por segundo y proyectar vistas en 360 grados con una separación de 1.25 °. <sup>6</sup>

<sup>2,3</sup>Francesc Tarrés. *Sistemas audiovisuales – 1- Televisión analógica y digital*. Ediciones UPC

<sup>4</sup>Página web de la empresa responsable de Cheoptics 360(en inglés): <http://www.vizoo.com/>

<sup>5</sup>Página web de la empresa responsable de Heliodisplay (en inglés) <http://www.io2technology.com/>

<sup>6</sup>Artículo en [http://www.core77.com/blog/object\\_culture/360\\_degree\\_light\\_field\\_display\\_7314.as](http://www.core77.com/blog/object_culture/360_degree_light_field_display_7314.as)



## CAPÍTULO VII -Costos de síntesis y Reproducción estereográfica-

---

Sintetizar una imagen estereoscópica a partir de planos en 2D es un trabajo que requiere un hardware de gama media-alta que puede ser especializado (si se requiere proyección estereográfica en tiempo real ) o no dependiendo la aplicación que se requiera darle a la reproducción estereográfica. El software para realizar tal síntesis generalmente incluye el motor de renderización lo cual economiza costos y otras veces si así se desea se deberá comprar una licencia para otro motor de renderización.

### Hardware y software

Para la creación de imágenes foto-realísticas se requieren estaciones de trabajo con las mismas características que utilizan las pc dedicadas a juegos de video. Actualmente los juegos de video requieren de una cantidad de memoria mayor y con una transferencia también de datos mucho mayor que una pc para aplicaciones de oficina.

Tradicionalmente el software siempre ha utilizado los cpus para la costosa tarea computacionalmente hablando de calcular el transporte de la luz y sus interacciones con los objetos de la escena virtual.

Por lo que Actualmente los programas están optimizados para trabajar con las nuevas tecnologías de procesadores de 2 o más núcleos como por ejemplo los corei3, corei5, y corei7 de Intel las cuales utilizan tecnología de procesamiento paralelo (threading) para cada núcleo disponible, duplicando o triplicando la velocidad del render.

También existe la tendencia a utilizar un sistema híbrido donde los GPU y los CPU trabajan en conjunto para lograr velocidades de renderización en tiempo real dependiendo de las características del hardware y del software utilizado.

Entre las tarjetas gráficas que poseen capacidades de cuádruple buffer y arquitectura de procesamiento paralelo, muy útil para renderizar y crear imágenes estereoscópicas en tiempo real están la GPU serie Quadro y las serie CUDA. Algunos programas como 3Dmax incluyen un motor de renderización como el Nvidia iRay y Mental Ray que están optimizados para utilizar estas GPU.

Otros motores como VRay también incluyen opciones de renderización en tiempo real con GPU o CPU.

### Estación de trabajo estereoscópica gama media-alta

Una estación de trabajo de gama media-alta permite que posteriormente se actualice el hardware por otro de mayores prestaciones, como por ejemplo más memoria RAM y una tarjeta gráfica más potente.

- CPU: procesadores de tercera generación corei5 a corei7, o AMD Quad Core.
- GPU: tarjeta gráfica Quadro o CUDA con cuádruple buffer con 1GB-2GB
- RAM: 6GB-8GB
- Monitor: para proyección pasiva de 23"
- Sistema Operativo: Windows 7-8 de 64 bits ( el sistema operativo de 64 bits permite más manejo de memoria, el cual depende también de la versión del



Windows para lo cual se recomienda utilizar la versión que posee más características, por ejemplo Windows 7 ultimate.

- LENTES: de filtro polarizado pasivo.

Más adelante se detalla el costo de este equipo junto con el de sistema de proyección pasiva o activa.

### Propuesta de PC Reproducción y producción de contenido 3D

Dado los parámetros anteriores se propone la siguiente estación de trabajo con las siguientes características a un precio con referencia en dólares en el mercado estadounidense sumándole impuestos aduanales y transporte para su importación a Guatemala.

Para reproducir el contenido en uno o dos proyectores se necesitara una tarjeta gráfica con 2 salidas HDMI o VGA y un software como por ejemplo stereo Movie player el cual es gratuito y lo podemos encontrar en <http://stereo.jpn.org/eng/stvply/index.html>. Además deberá tener la potencia necesaria para manejar las últimas versiones de programas de arquitectura como Revit, Autocad, 3ds max design etc. básicamente es un cpu diseñado para edición y visualización gráfica.



- AMD fx\_series\_quad\_core\_fx\_4100 Processor 3.6GHz (4MB Cache)
- 8 GB DDR3 RAM
- 1024GB 7200rpm Hard Drive
- Windows 7 Home Premium 64-bit

Costo aproximado \$750.00<sup>1</sup>

### Monitor 3D de 22" pasivo



**Product Alert:**IPS (In-Plane-Switching) is a new technology for LCD displays that offers users wider viewing angles and bolder colors by allowing more light to pass through the panel. As a result, IPS panels can exhibit a slight glow around the edges and corners (also known as light bleed), which is entirely normal.

- Full HD 1080p, 3D LED-backlit IPS monitor with 178° ultra-wide viewing angle
- ASUS All-in 3D Technology with instant 2D to 3D conversion via a designated hotkey for immersive stereoscopic 3D visuals
- Cinematic 3D home experience with an ultra-crisp and -smooth display, and audio from built-in 3W stereo speakers
- Vivid colors performance with 80,000,000:1 ASUS Contrast Ratio and Splendid Video Intelligence Technology
- Extensive connectivity with dual HDMI 1.4, single-link DVI and D-sub

Costo aproximado \$375.00<sup>1</sup>

### Tarjeta Gráfica para 3D con cuádruple buffer

Las tarjetas gráficas con cuádruple buffer permiten visualización estereográfica pasiva. En este ejemplo la tarjeta incluye arquitectura tipo CUDA que acelera los procesos de renderizado por medio de la utilización de núcleos en paralelo.

<sup>1</sup>Fuente de información de precios: [www.amazon.com](http://www.amazon.com) a los cuales se les sumaron IVA + costos de envío e Impuestos aduanales en Guatemala.

**Nota:** los costos son aproximados en dólares consultados en el mes de Julio del 2013



NVIDIA Quadro 2000 by PNY 1GB GDDR5 PCI Express Gen 2 x16 DVI-I DL and Dual DisplayPort OpenGL, Direct X, CUDA and OpenCL Profesional Graphics Board, VCQ2000-PB



- Frame Buffer Memory 1 GB GDDR5
- Memory Interface 128-bit
- Memory Bandwidth 41.6 GB/s
- CUDA Parallel Processing Cores 192
- Display Connectors DVI-DL + DP + DP

**Costo aproximado \$500.00**

**Costo total de estación de producción y reproducción estereográfica: \$1,625.00**

## Costos de software para Reproducción y producción estereoscópica

### Tabla de Precios de software

Nombre	Descripción	Costo Licencia
Stereoscopicplayer	Software para la reproducción de contenido estereográfico con técnicas anáglifas, activas, pasivas, con opción en tiempo real. Uso privado o educativo	<b>\$35.00</b>
3Ds maxDesign 2014	Autodesk® 3ds Max® proporciona una solución completa de modelado, animación, renderización y composición en 3D a los creadores de juegos, cine y gráficos de movimiento. 3ds Max 2014 aporta nuevas herramientas para generar multitudes, animar partículas e igualar perspectivas, además de compatibilidad con los sombreadores Microsoft® DirectX 11®.	<b>\$3,500.00</b>
Autocad 2014	Autodesk Autocad 2014. Permite el modelado 3D, tomando como base plantas de arquitectura entre otras características.	<b>\$4,200.00</b>
VRay 2.4versión educacional	Motor de renderización foto-realista que permite la simulación del sol, cielo, luces IES, cálculo del transporte de la luz por medios aproximados, exactos e híbridos.	<b>\$110.00</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>\$7,845.00</b>

## Costos de Producción de una imagen estereoscópica

*La idea detrás de utilizar esta técnica para producir imágenes estereoscópicas es la premisa de ser una herramienta que facilite al arquitecto la comunicación y expresión de la idea que desea transmitir, de una manera más intuitiva y comprensible de la forma, tamaño, posición, escala etc. a otros arquitectos y especialmente a las personas que tienen poco o ningún conocimiento del lenguaje bidimensional que se utiliza generalmente en la arquitectura (plantas, elevaciones, secciones etc.)*

<sup>1</sup>Fuente de información de precios: [www.amazon.com](http://www.amazon.com) a los cuales se les sumaron IVA + costos de envío e Impuestos aduanales en Guatemala.

**Nota:** los costos son aproximados en dólares consultados en el mes de Julio del 2013



Esto se traduce en una comprensión espacial del anteproyecto arquitectónico que será un factor decisivo en la aprobación y construcción del mismo, ya que no solo acerca al cliente a la percepción foto-realista, sino también a la percepción con profundidad de la volumetría del anteproyecto (siempre a una escala menor).

Lo anteriormente expuesto justifica claramente porque una imagen estereoscópica puede aumentar el costo entre un 25-50% del valor original, este mismo rango de porcentajes es proporcional al tiempo adicional requerido para la renderización de una imagen estereoscópica. Por lo que parece razonable trasladar el costo al cliente o si el proyecto lo permite dar un valor agregado a la presentación arquitectónica.

### Factores que determinan el costo de un render

Cuando el arquitecto es contratado para un anteproyecto arquitectónico debe considerar los costos en que podría incurrir al ofrecerle al cliente una presentación arquitectónica foto-realista del proyecto y el tiempo que llevara realizarla. La complejidad del proyecto algunas veces puede cuantificarse por los m<sup>2</sup> de construcción del mismo, si el modelo es repetitivo o no, el tipo de escenario solicitado por el cliente o decidido por el arquitecto para comunicar y expresar sus ideas al cliente.

Inclusive algunas veces el costo no podrá ser directamente especificado en el anteproyecto y tendrá que ser incluido dentro del costo total del anteproyecto de arquitectura si este es un proyecto de menos de 150m<sup>2</sup>.

La **resolución del render** podría llegar a ser un factor muy importante si el arquitecto o los inversionistas utilizaren la imagen para propósitos de mercadeo, llegando a incrementar de un 25% a 50% el costo total del render.

**Visitas de Campo** si son necesarias visitas de campo para capturar el paisaje natural del emplazamiento del proyecto o volúmenes cercanos al mismo, los viáticos deberán ser cobrados por aparte.

### Render Foto realista vs Físicamente realista

En esta tesis todo el proceso ha sido descrito en base a una imagen foto-realista, es decir que produce la misma respuesta lumínica al ojo como si se hubiese tomado una foto real del proyecto, mas no es útil para propósitos de eficiencia energética. Por lo que un proyecto que requiera una certificación LEED a través de una visualización que produzca resultados físicamente correctos podría llegar a multiplicar varias veces el valor del costo original.

**Tabla No.1 costos orientativos de renderización de imágenes estáticas**

Escenario	IBL o Luz diurna	Luz artificial	Resolucion base	Aspecto de la imagen	Complejidad Modelado	imagen monoscopica	Imagen estereoscopica
exterior	si	no	1024 x 768	1:16	Fachada	Q.800-Q1000	Q1000-Q1250
interior	si	si	1025 x 768	1:16	interior	Q.1250-Q1500	Q1500-Q2000
mixto o nocturno	si	si	1026 x 768	1:16	Fachada	Q.1500-Q2000	Q2000-Q2500

**Nota:** costos orientativos en la ciudad de Guatemala del año 2013.



### **Tipo de Escenario**

El tipo de escenario es uno de los principales factores que provocan que el costo de una imagen renderizada aumente. Esto es debido a la complejidad de la iluminación ya que se necesitan hacer varias pruebas antes de llegar a una solución de iluminación óptima que esté libre de ruidos, artefactos y se renderice en un tiempo rentable para el presentista y para el cliente.

### **Calidad del Render**

Muchas veces un ajuste de baja a mediana calidad será suficiente para realizar presentaciones en pantallas o utilizando proyectores de 50-70" con ruido y artefactos casi imperceptibles, lo que podría no ser suficiente dependiendo a la clase socio-económica a la que va dirigida la presentación y el medio (como por ejemplo la impresión de trifoliales) y por supuesto el costo del proyecto arquitectónico que se vende o realiza el propio cliente. Por lo que se deberá aumentar la calidad del render y por lo tanto más tiempo de cálculo para el equipo de cómputo. Por lo que será lógico aumentar el costo del render entre un **15%-25%** para lograr una impresión de alta calidad basados en los costos bases que se dan en la tabla No.1.

### **Complejidad del proyecto**

La mayor parte del tiempo (entre 75%-90%) el presentista se dedicara a modelar el proyecto y a detallarlo (interior y/o exteriormente) según sea la vista elegida por el cliente o el arquitecto que solicita la visualización.

El otro 10% -25% el presentista se dedicara a texturizar, iluminar, crear materiales si es necesario, hacer pruebas y finalmente renderizar la imagen final.

### **Cantidad de Vistas**

Si la cantidad de vistas a renderizar son más de una o dos, seguramente el cliente solicitara un precio más cómodo, lo que resulta lógico y aun factible para los costos de producción del presentista ya que utilizara materiales, luces y escenarios iguales o similares en otros volúmenes o fachadas lo que representa un ahorro de trabajo y por lo tanto deben bajarse los costos entre un 10%-25% según la complejidad del proyecto.

### **Contrato**

Por ultimo pero no menos importante en anteproyectos de arquitectura que así lo requieran por su complejidad y costos, se deberá hacer un contrato escrito que especifique en detalle el trabajo a realizar y los tiempos de entrega de los mismos, para resolver en lo posible, modificaciones, nuevas vistas, tiempos de entrega o calidad de las presentaciones, precios etc. El costo del contrato lo deberá absorber la persona que solicite los servicios de presentación, y recordar aclarar al cliente que el presentista tiene los derechos de autor sobre las imágenes creadas digitalmente.

## **Costos de Reproducción pasiva**

**3D Pasivo** consta de una pantalla con tasa de refresco mínima de 120 Hz y gafas polarizadas que filtran la luz. De igual forma se crea una imagen direccionada por ojo; a diferencia del sistema activo, cada imagen despliega a la par ambos datos y las gafas con filtrado de luz en horizontal y vertical van separando la secuencia de ases luminosos según



corresponda hacia óculo derecho o izquierdo. Una vez que cada ojo recopila su grupo de información la transmite al cerebro y recrea exitosamente imágenes con sensación de volumen. Este tipo se utiliza en los cines y permite tener equipos con precios más bajos, sobre todo para adquirir gafas adicionales que no requieren de batería o sincronizador. La reproducción pasiva de contenido en 3D requiere de que tanto la pantalla sobre la que se proyecta la imagen esta polarizada, así como la fuente que produce la imagen estereoscópica por medio de filtro polarizadores. Básicamente intervienen 3 componentes para la reproducción 3D con este método. El cual posee la gran ventaja de evitar totalmente el flickering o parpadeo en las imágenes que puede llegar a ser muy molesto.

- Pantalla de plata o “silver screen”
- Proyector dual polarizado
- Lentes polarizados
- Medio reproductor (Blu-ray, Laptop, PC, Tablet, etc.) con 2 salidas de Video HD

El ejemplo más claro del uso de esta tecnología se encuentra en los cines tipo IMAX con pantallas de plata de 22m x 28m la cual es la más grande en su tipo. Aunque es de recalcar que para las proyecciones 3D el tamaño de la pantalla es un factor importante pues mientras más grande la misma se podrá apreciar menos compresión del espacio estereoscópico.



**Pantalla de plata del cine IMAX<sup>2</sup>**

### **Pantalla de plata**

Para propósitos de enseñanza y visualización se recomienda el uso de pantallas de formato ancho 16:9 con un tamaño diagonal de 100"-120" por lo que en el mercado actual del año 2013 se encuentran en precios alrededor de los **\$1,125.00** la pantalla más grande de 120" de plata, con especificaciones acústicas para colocar parlantes detrás de la pantalla.

<sup>2</sup>Imagen Pantalla Imaxde :<http://imgur.com/a/ygU0l#jn2ic>



## Ejemplo:



### Elite Screens ER120WH1-A1080P2 Sable Fixed Frame Projection Screen (120 inch 16:9 AR)(AT)

#### Especificaciones:

- Material acusticamente transparente
- Superficie oscura de seda con un marco de aluminio de 2.36".
- Diseño simple con montanes deslizable sobre el muro provee una fácil instalación
- 2-años de garantía en partes.

## Proyector Dual de Alta Definición HD

DIGITAL PROJECTOR | W1070

#### Features

- Native Full HD 1080P (1920x1080) Resolution
- 2000 ANSI Lumens;
- 10,000:1 High Contrast Ratio
- DLP® Link 3D Ready & nVidia 3DTV Play
- SmartEco™ Power Saving Technology
- Dual HDMI, Built-in 10W Speaker



#### Input and Output Terminals

Los proyectores duales son 2 proyectores acoplados por una base que permite que proyecten una imagen exactamente en el mismo lugar, para lo cual se puede comprar la base por aparte y los dos proyectores de HD con conexión HDMI 1.4ª la cual es la especificación para transmitir material estereográfico en alta definición.

Dentro de las especificaciones más importantes que estos proyectores deben tener, están una resolución de 1920 x 1080 pixeles, entradas HDMI 1.4ª (high definition Multimedia interface) como se mencionó anteriormente y una tasa de refresco de por lo menos 60Hz, lo cual actualmente cumple cualquier proyector. El precio de un proyector con estas características se encuentra alrededor de los \$1,500.00 en el mercado actual, a continuación un ejemplo de este tipo de proyector en la figura del lado derecho.

**Costo total por 2 proyectores = \$3,000.00<sup>1</sup>**

## Bases para los proyectores



Las bases para proyectores deben poder ajustarse en altura, rotación vertical y horizontal pues deben proyectar hacia una sola pantalla. Existen tanto para techo como para mesa la elección depende del uso. Para aulas se recomienda la instalación de una base doble para techo.

El precio de estas bases se aproxima a los **\$300.00** Con variación de altura, rotación vertical y horizontal. Con longitud de brazo fija.

<sup>1</sup>Fuente de información de precios: [www.amazon.com](http://www.amazon.com) a los cuales se les sumaron IVA + costos de envío e Impuestos aduanales en Guatemala aproximados en el mes de Junio del año 2013.



### Filtros polarizadores para proyector

Los filtros polarizadores junto con las gafas polarizadas son los componentes más económicos de este sistema y permitiendo así aumentar la cantidad de espectadores sin ser un costo significativo para todo el sistema de proyección pasiva. Los filtros se encuentran con un costo alrededor de **\$20.00** por el par de filtros polarizadores.



### Gafas pasivas 3D

Las gafas pasivas constan al igual que los proyectores de un polarizador a -45 grados para un ojo y otro a 45 grados para el otro. Logrando así separar las dos imágenes polarizadas provenientes de los proyectores.

**el costo de las mismas se aproxima a \$20.00 por unidad**



<sup>1</sup> Tabla de Costos de reproducción 3D pasiva.

<b>Equipo para reproducción 3D pasiva, aula para 30 personas</b>	<b>Precio en Dólares \$</b>
Pantalla de plata 120"	\$ 1,125.00
Proyectores 3D con tecnología DLP, 120Hz, HD x 2 unidades	\$ 3,000.00
Base para 2 proyectores	\$ 300.00
Filtros polarizadores para proyectores x 2 pares	\$ 40.00
Lentes Polarizados x \$20.00unidad ( 30 para una aula )	\$ 600.00
CPU para Gráficos	\$ 750.00
Monitor 3D de 23" pasivo	\$ 375.00
Tarjeta Gráfica de doble salida de Video, cuádruple Buffer	\$ 500.00
<b>total</b>	<b>\$ 6,690.00</b>

Como se puede apreciar el costo final es un poco elevado debido al uso de dos proyectores y la pantalla de plata que son los elementos más caros. El monitor 3D podría ser sustituido por uno normal, pero la tarjeta gráfica es necesaria solo si se desea manipular objetos 3D con efecto estereoscópico en tiempo real.

El costo del software es aún más alto llegando a ser 60% más del costo del hardware, por lo que la inversión más alta es en los programas de modelado 3D.

### Costos de Reproducción Activa

El **3D Activo** consta de una pantalla con tasa de refresco mínimo de 120 Hz, sincronizador y gafas LCD que utilizan una batería. En este sistema, la pantalla muestra una imagen direccionada hacia el ojo izquierdo y después otra para el derecho, el sincronizador se encarga de que el LCD de los lentes se oscurezca dependiendo la imagen que corresponda a cada ojo, el cerebro fusiona esas imágenes y se crea el efecto 3D. Actualmente es el sistema más utilizado.

<sup>1</sup>Fuente de información de precios: [www.amazon.com](http://www.amazon.com) a los cuales se les sumaron IVA + costos de envío e impuestos aduanales aproximados en dólares Guatemala en el mes de Julio del año 2013.



## Tabla de costos de reproducción 3D activa

Equipo para reproducción 3D Activa, aula para 30 personas	Precio en Dolares \$
Pantalla retráctil blanca 120"	\$ 440.00
Proyector 3D con tecnología DLP, Gama alta 120Hz, HD x 1unidades	\$ 1,500.00
Base Aérea para proyector	\$ 125.00
Lentes Activos polarizados x \$50 unidad ( 30 para una aula )	\$ 1,500.00
CPU para Gráficos	\$ 750.00
Monitor 3D de 23" pasivo para profesor	\$ 375.00
Tarjeta Gráfica de doble salida de Video, cuádruple Buffer	\$ 500.00
<b>total</b>	<b>\$ 5,190.00</b>

En comparación con la reproducción 3D pasiva, la activa muestra una reducción de costos de aproximadamente del 23% debido a que solo se utiliza un proyector y la pantalla donde se proyecta las imágenes es considerablemente más económica. También la base es más sencilla. Lo que aumenta el costo de este sistema son el número de gafas activas a utilizar, puesto que su rango de precios esta de \$50.00 –\$200.00 Además que se debe prever el costo del cambio de baterías cada cierto tiempo de uso.

## otros Reproductores 3D estereográficos

### Stereo movie player

Soporta numerosos tipos de archivos estereoscópicos como lado a lado, abajo/arriba y entrelazado. Para visualizar se puede utilizar técnicas de fusión libre en el formato lado a lado. Varias modalidades de salida anáglifa monocromática o policromática, soporta también page-flipped para lentes activos. Soporta extensiones de video como MPEG, AVI, WMV gracias a que es compatible con DirectShow. Más información en: <http://stereo.jpn.org/eng/stvply/>

**Costo de Licencia: Gratuito.**

### PowerDVD 13 Ultra

Es un reproductor que soporta reproducción de blu-ray disc 3D, convierte fotos y videos 2D a 3D estereoscópico. Al igual que stereo movie player soporta video estereoscópico en formatos SBS, abajo/arriba, entrelazado, anáglifo, entre sus capacidades de 2D a 3D está la de graduar el efecto estereoscópico. Más información en. [http://es.cyberlink.com/products/powerdvd-ultra/features\\_es\\_ES.html](http://es.cyberlink.com/products/powerdvd-ultra/features_es_ES.html)

**Costo de Licencia: \$80.00**

### Total Media Theatre

La compañía arcsoft trae este reproductor con las siguientes características para contenido en 3D estereoscópico:

Reproduce películas 3D y archivos de video incluyendo películas blu-ray 3D Crea videos 3D, con películas y DVD en 2D con Sim3D™ Reproduce imagines de 2D a 3D como JPG, BMP, PNG, y TIF via Sim3D™ Se puede seleccionar el formato, lado a lado, arriba/abajo, o anáglifo. Permite el ajuste de profundidad del efecto estereoscópico.

Más información en: <http://www.arcsoft.com/totalmedia-theatre>

**Costo de Licencia: \$100.00**

<sup>1</sup>Fuente de información de precios: [www.amazon.com](http://www.amazon.com) a los cuales se les sumaron IVA + costos de envío e Impuestos aduanales por importación a Guatemala en dólares, consultados en el mes de Julio del año 2013



## Conclusiones

---

Diseñar y visualizar en el espacio digital, hoy en día posee muchas ventajas tanto para arquitectos, estudiantes y toda aquella persona que necesite expresar sus ideas gráficamente. Así mismo el acceso a la tecnología digital estereoscópica actualmente es una realidad, lo que hace que su implementación sea factible económicamente por ejemplo en aulas de universidades, escuelas y colegios de Guatemala.

La investigación que se presenta en este documento sobre el tema de la visualización digital estereográfica, no solo abarca el proceso de producción de imágenes estereoscópicas, también se mencionan las teorías que fundamentan la percepción de lo que visualizamos como “real” y es complementado con técnicas de presentación foto-realista que junto con las técnicas de estereografía digital, aumentan considerablemente el impacto visual y percepción de profundidad del observador, comprensión de las formas, tamaño, escala, posición entre otros factores.

Con el avance de los sistemas digitales informáticos y su consecuente aplicación en la arquitectura, se establecen cada vez nuevas formas digitales de diseñar en el espacio que permiten entenderlo, modificarlo y visualizarlo.

De lo anteriormente descrito surgen varias conclusiones en cuanto a la viabilidad, aplicabilidad, versatilidad y otras características del sistema de visualización estereográfica en la arquitectura:

1. El espacio arquitectónico se comprende mejor visualizándolo foto-realísticamente: es decir con indicios de profundidad pictóricos como la textura, las sombras y el color entre otros que forman parte del sistema gráfico digital de visualización.
2. El espacio arquitectónico se comprende mejor visualizándolo con el fenómeno de la estereopsis, ya que es considerado uno de los indicios más poderosos que provee información de tamaño, forma, distancia y ubicación en el espacio de los objetos.
3. Existe una compresión inherente de profundidad en comparación con la realidad que se percibe con nuestros dos ojos, pues es directamente proporcional al tamaño de la pantalla del sistema digital para la reproducción del efecto estereoscópico.
4. Crear el efecto estereoscópico es relativamente fácil, ya que las técnicas para crear el par estereoscópico no requieren un conocimiento muy especializado en el tema.
5. Con Open GL y tarjetas gráficas adecuadas existe la posibilidad de modelar y visualizar interactivamente el espacio arquitectónico en tiempo real. Sin necesidad de utilizar cascos de realidad virtual.
6. La técnica de la estereografía es aplicable a cualquier modelo virtual arquitectónico existente con la sencilla inclusión de otra cámara virtual a la escena.



Así como también a videos existentes de recorridos virtuales por medio de edición digital, también es aplicable a imágenes monoscópicas existentes.

7. Actualmente existe software disponible gratuito y comercial para la reproducción y edición de imágenes y videos estereoscópicos.
8. El Hardware y software estereoscópico actualmente es asequible, tanto para usos profesionales como para usos domésticos.
9. El efecto estereoscópico puede ser apreciado tanto en medios impresos (con técnicas de fusión libre) como por medios digitales activos o pasivos, o por medio de pantallas auto-estereoscópicas.
10. El fotorrealismo fue uno de los primeros objetivos que llevo posteriormente a la implementación del realismo físico, el cual es muy útil para análisis energético de la arquitectura. lo que conlleva modificar el aspecto formal de la arquitectura para optimizar el uso de los recursos de los mismos.
11. La gran versatilidad de los sistemas digitales en el ámbito de la visualización arquitectónica permiten crear imágenes con diferentes tipos de iluminación ambiental ya sean interiores o exteriores, permitiendo simular la posición del sol y luminarias de fabricantes en el mercado nacional e internacional. Así como también materiales con propiedades ópticas realistas, como reflexión, refracción, transparencia, textura etc.



## Recomendaciones

---

Basado en la investigación de la utilización de la estereografía en el campo de la arquitectura y tomando en cuenta las conclusiones antes expresadas se dan las siguientes recomendaciones:

1. Implementar un curso específico para el aprendizaje y aplicación de las **técnicas de visualización digital estereográfica en arquitectura**.
2. Promover actividades o programas académicos que permitan el desarrollo proyectos con intereses en común entre diferentes disciplinas como por ejemplo la arquitectura y la ingeniería en sistemas para el desarrollo de hardware y software propio enfocado a la representación del espacio arquitectónico.
3. Que se implemente en los laboratorios existentes con el equipo necesario, tanto hardware como software para la producción y reproducción de la visualización arquitectónica estereográfica.
4. La elección del hardware para las estaciones de trabajo estereoscópicas debe tomar en consideración la capacidad de actualización, puesto que actualmente tanto el hardware como el software avanzan rápidamente cada año.
5. Tomar en cuenta aquellos temas mencionados o que se mencionaran, los cuales pueden llegar a ser motivo de estudio en particular de futuras investigaciones de tesis que bien podrían ser:
  - Los sistemas BIM (Building Information Modeling) que permiten el modelado integral de toda la información en los edificios.
  - Simulaciones físicamente correctas para análisis energético en la arquitectura.
  - Sistemas interactivos estereoscópicos en tiempo real
  - Colaboración a distancia utilizando sistemas estereoscópicos.
  - Realidad virtual foto-realista
  - Técnicas de visualización Digital en arquitectura con diferente software a los antes tratados en tesis anteriores.
6. Colaborar y promover programas de desarrollo del uso de la tecnología digital con universidades nacionales e internacionales para lograr un ambiente que propicie la capacitación de los profesionales y estudiantes de la facultad interesados en desarrollarse más ampliamente en el tema de la visualización arquitectónica digital para acceder al mercado laboral nacional e internacional.
7. El uso de la tecnología digital exige el aprendizaje continuo de nuevas herramientas que muchas veces facilitan ciertas tareas y ahorran mucho tiempo, tanto para el estudiante de arquitectura como para el profesional. Esto ha sido evidente en la evolución de la estereoscopia, las técnicas de texturizado digital, algoritmos del transporte de la luz entre otros. Por lo que se recomienda frecuentemente verificar las nuevas características de los programas cuando salen nuevas actualizaciones o nuevos programas.



## Bibliografía

---

- 1- Abrash, M.,1995" *BSP Trees*", Dr. Dobbs Sourcebook, 20(14), 49-52
- 2- Alexei, Efros,2006 "*Image based lighting Computational Photography*",CMU.
- 3- Andre, A.D., Wickens, C.D., Moorman, L. AND Boschelli, M. 1990. "*SID International Symposium Digest of Technical Papers.*" 21, 347-350.
- 4- Arthur, K., Booth, K., and Ware, C. 1993. "*Evaluating 3D task performance for fish tank virtual worlds.*" ACM Transactions on Information Systems." 11, 3 (July), 239-265.
- 5- Baker, M.P. D. Hearn, 2006"Gráficos por computadora con OpenGL" indiana university-purdueUniversity, Pearson Educación S.A., Madrid. pag.918
- 6- Barbara Hitchcock ,Deborah Klochko.1999" *Innovation/Imagination : 50 Years of Polaroid Photography*" 120 pages / Harry N Abrams
- 7- Benoit, Michael. "production issues with 3D content targeting cinema, tv, and mobile devices." UniversitéCatholique de Louvain. Pag.1
- 8- Bertol, Daniela. 1997 " *Designing Digital Space.*" Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.,. 327 Págs
- 9- Blinn JF.1977 " *Models of light reflection for computer synthesized pictures*". Proceedings of SIGGRAPH'77, 1977. p. 192-198.
- 10- Braunstein, M.L. 1976." *Depth perception through motion.*" New York: Academic.
- 11- Braunstein, M.L., Anderson, G.J., Rouse, M.W., and Tittle, J.S. 1986. " *Recovering viewer-centered depth from disparity, occlusion and velocity gradients.*" Perception Psychophys. 40, 216-224.
- 12- Bridges, A.L. and Reising, J.M. 1987. " *Three-dimensional stereographic pictorial visual interfaces and display systems in flight simulation.*" SPIE Proceedings. 761, 102-109.
- 13- Brown, M.E. And Gallimore, J.J. 1995. " *Visualization of three-dimensional structure during computer-aided design.*" International Journal of Human-Computer Interaction. 7, 37-56.
- 14- Bruno, N. and Cutting, J.E. 1988." *Minimodularity and the perception of layout.*" Journal of Experimental
- 15- Christensen Per H., LischinskiDani, Stollnitz Eric, and Salesin David H.1997" *Clustering for glossy global illumination.*" ACM Transactions on Graphics, 16(1):3-33, January
- 16- Cohen F. Michael ,Shenchang Eric Chen, John R Wallace and Donald P Greenberg.1988 " *A progressive refinement approach to fast radiosity image generation*" ACM SIGGRAPH Computer Graphics , Vol 22 Issue 4.
- 17- Cohen F. Michael and Greenberg, Donald P.1985 " *The Hemi-cube - a radiosity solution for complex environments*" ACM SIGGRAPH Computer Graphics ,Vol 19 Issue 4.
- 18- Collins Steven, 1998. " *Monte Carlo Methods and the challenge of photo-realism in computer graphics*" image synthesis group, trinity college Dublin. Conference Proceedings, Volume 23, Spring Joint Computer Conference, pp. 329-346
- 19- Daly.S. 1993" *The visible differences predictor: an algorithm for the assessment of image fidelity*". Digital Images and Human Vision. MIT Press, Cambridge MA,.Pag. 179-206.
- 20- E. H. Adelson, and J. R. Bergen,1991 " *The plenoptic function and the elements of early vision*", Computational Models of Visual Processing, Edited by Michael Landy and J. Anthony Movshon. The MIT Press, Cambridge, Mass. Chapter 1.
- 21- E. P. Lafortune, Y. D. willems, " *Bi-directional path tracing*" Departament of computer science,LeuvenBelgica. Pag.2-5
- 22- FerwedaA.,James." *the varieties of realism in computer graphics*".Cornell University.
- 23- Foley, James D.; van Dam, Andries; Feiner, Steven K.; Hughes, John F. (1995)," *Computer Graphics: Principles and Practice*", Addison-Wesley, pp. 701, ISBN 0-201-84840-6
- 24- Froner,B.;Holliman,Nick.2005 " *Implementing an Improved Stereoscopic Camera Model*". Departament of computer science. university of durham, united Kingdom. pag.8 The Eurographics Association.
- 25- Fuchs, H., Kedem, Z., and Naylor, B.,1980 " *On Visible Surface Generation by A Priori Tree Structures*", Conf. Proc. of SIGGRAPH '80, 14(3), 124--133
- 26- García Oscar, Guevara Alex. 2004 " *introducción a la programación grafica con OPEN GL*". Escuela técnica superior de ingeniería y electrónica informática, La salle, pág. 6,7,10,11,69.



- 27- García-Consuegra, 1998. "Informática gráfica" Colección Ciencia y Técnica No. 19 Ediciones de la universidad de castilla-la mancha- cuenca,
- 28- Gay, Aquiles y Samar, Lidia (2004)," El diseño industrial en la historia", Córdoba: Ediciones. Página 137.
- 29- Goldstein ,E. Bruce "Sensación y Percepción" editorial Thompson 720 pág.
- 30- Goral C. M., Torrance K. E., Greenberg Donald. P., and B. Battaille.1984 "Modelling the interaction of light between diffuse surfaces". In Computer Graphics (ACM SIGGRAPH '84 Proceedings), pages 212–222, 1984.
- 31- Gordon, D., and Chen, S.,1991 "Front-to-back display of BSP trees", IEEE Computer Graphics and Applications, 11(5), 79--85
- 32- Hagen,M.1986. "Varieties of Realism". cambridge University Press.
- 33- He X. D., Torrance K. E., F. X. Sillion, and Greenberg Donald. P.1991 "A comprehensive physical model for light reflection". In Computer Graphics (ACM SIGGRAPH 91 Proceedings), pages 175–186, 199.
- 34- Hearn m. Donald, Baker Pauline "Gráficos por computadora con Open GL" Indiana University - Purdue University, Pearson educación s.a. 2006 918 pág.
- 35- Howard, I.P., Rogers, B.J. 1995 "Binocular Vision and Stereopsis",Oxford University Press.
- 36- Hubel,S. David H., Martínez-Conde,M. Pérez P. Villegas "Ojo, Cerebro y Visión" 233 Pág.
- 37- Hubona Geoffrey S. "The Relative Contributions of Stereo, Lighting and Background Scenes in Promoting 3D Depth Visualization "Virginia Commonwealth University, School of Business, Department of Information Systems,
- 38- Hubona Geoffrey S. "The Relative Contributions of Stereo, Lighting and Background Scenes in Promoting 3D Depth Visualization" Virginia Commonwealth University, School of Business, Department of Information Systems.
- 39- Immel, David S.; Cohen, Michael F.; Greenberg, Donald P., (1986) "A radiosity method for non-diffuse environments" , Siggraph1986: Pag. 133-142
- 40- Jarosz; Wojciech, 2001" irradiance caching and Derived Methods "Disney research, zurich, Switzerland, Chapter 3. Pág.23
- 41- Jensen, HenrikWann and NielsJ\_rgen Christensen. 1995 "Photon maps in Bidirectional Monte Carlo Ray Tracing of Complex Objects". Computers and Graphics 19 (2), pp. 215-224,
- 42- Jensen, HenrikWann and NielsJ\_rgen Christensen: "Global Illumination using Photon Maps". Department of Graphical communication, the technical university of Denmarc (2), pp. 1
- 43- Jensen, Henrik Wann.2000 " A Practical Guide to Global Illumination using Photon Maps" Siggraph Course 8 Sunday, July 23, Organizer Stanford University Pág. 44
- 44- Julesz, Béla.1971. "Foundations of Cyclopean Perception." Chicago: The University of Chicago Press.
- 45- Kajiya, James T. 1986, "The rendering equation", Siggraph 1986:pag. 143
- 46- Kaufmann ,Morgan. 1989 "An introduccion to ray tracing" copyright by ninth printing 2002
- 47- Lipton, I. (1997): " Stereo-vision formats for video and computers graphics", StereoGraphics Corporation.
- 48- Lischinski, Daniel.,Tampieri Filippo, and Greenberg, Donald P.1993" Combining hierarchical radiosity and discontinuity meshing." In Computer Graphics (SIGGRAPH'93 Proceedings), pages 199–208,
- 49- MacLachlan, C. and Howland H.C., "Normal values and standard deviations for pupil diameter and interpupillary distance in subjects aged 1 month to 19 years", Ophthalmic and Physiological Optic Journal, Volume 22, Issue 3, p175-182.
- 50- Murdock ,Kelly L. 2011. "3ds Max 2012 Bible", John Wiley & Sons, Inc. copyright 2011.
- 51- N.E. Thing Enterprises & Rachel Cooper. 1996 - 2013 "Magic Eye How to See 3D" <http://www.vision3d.com/index.shtml>.
- 52- Navarro Jover, José Manuel, Rey Solaz Beatriz "Diseño Asistido Por Ordenador Con Autocad" Editorial Universidad Politécnica de Valencia. 225 pág.
- 53- Oxford English Dictionary,1989.",Second Edition. "Parallax".
- 54- Oxford English Dictionary. 1968. "Mutual inclination of two lines meeting in an angle"
- 55- Palmer, Stephen E. (1999) "depth perception" university of California, Berkeley. pág. 4



- 56- Pellacini, F. and Ferwerda, J.A. 2002 "FDPs: Functional difference predictors: measuring meaningful image differences". Technical Report 2002-04, program of computer graphics, Cornell University.
- 57- Phong, B. T. 1975 "Illumination for computer generated pictures." *Communications of the ACM*, 18(6):311-317.
- 58- Psychology: General. 117, 161-170.
- 59- Robert L. Cook, 1984. "Distributed Ray Tracing", Computer division Lucasfilm Ltd. Pág. 2-14
- 60- Rodriguez, Gerardo "Manual de Diseño Industrial" Curso básico, UAM-A CG.
- 61- Roth, Scott D. (February 1982), "Ray Casting for Modeling Solids", *Computer Graphics and Image Processing* 18 (2): 109-144,
- 62- Scheel Annette, Stamminger Marc, Seidel Hans-Peter, 2001. "Thrifty Final Gather for radiosity" max-planck-institut for computer science, pag. 2-12.
- 63- Shirley P. 1991. "Physically Based Lighting Calculations for Computer Graphics." PhD thesis, University of Illinois.
- 64- Siegel, R. and J. R. Howell. 1981. "Thermal Radiation Heat Transfer." Washington, DC: Hemisphere Publishing.
- 65- Sobey, Anthony. "Software Engineering and Sunsted, Tod. 3D computer graphics: Moving from wire-frame drawings to solid, shaded models".
- 66- Sutherland, Ivan E., 1963 "Sketchpad: A Man-Machine Graphical Communication System," AFIPS
- 67- Sutherland, Ivan E., 1968 "A Head-Mounted, Three-Dimensional Display," AFIPS Proceedings of the Fall Joint Computer Conference, Part I, pp. 757-764
- 68- Sutherland, Ivan E., 1974 "A Characterization of Ten Hidden-Surface Algorithms", *Computing Surveys*, Volume 6, Number 1, pp. 1-55
- 69- Tarrés, Francesc. "Sistemas audiovisuales – 1- Televisión analógica y digital." Ediciones UPC
- 70- The MIT Press "Foundations of Cyclopean Perception".
- 71- Turner; Whitted, 1980 "An improved Illumination Model for shaded Display" Bell Laboratories, Holmdel, New Jersey. Pag. 343-349
- 72- Tyler, C.W. 1974. "Spatial limitations of human stereoscopic vision." *SPIE*, Vol. 120, Three-dimensional imaging.
- 73- Vanecek, G., 1991 "Brep-index: a multidimensional space partitioning tree", *Internat.J. Comput. Geom. Appl.*, 1(3), 243-261
- 74- Varios Autores "Tecnologías Libres para Síntesis de Imagen Digital Tridimensional" servicio de publicaciones on-line lulu.com.
- 75- Veach Erick, Guibas Leonidas J. 1998 "Metropolis light Transport" computer science department, Stanford University, pag. 1-12
- 76- W. Tyler, Christopher., B. Clarke Maureen "The Autostereogram". smith-Kettlewell Eye Research Institute 2232 Webster Street, San Francisco, CA 94115. Pág. 16
- 77- Ward G. J. 1992. "Measuring and modelling anisotropic reflection". In *Computer Graphics (ACM SIGGRAPH 92 Proceedings)*, pages 265-272,
- 78- Westin S. H., Arvo James. R., and Torrance K. E. 1992 "Predicting reflectance functions from complex surfaces." In *Computer Graphics (ACM SIGGRAPH92 Proceedings)*, pages 255-264.
- 79- Woop, Sven; Schmittler, Jörg; Slusallek, Philipp (2005), "RPU: A Programmable Ray Processing Unit for Realtime Ray Tracing", *Siggraph* 2005 24 (3): 434

### Tesis de grado y Doctorado:

- 80- Fernando, Ávila. 1992 "*Técnicas de presentación arquitectónica*", Tesis de Grado, Facultad de arquitectura, Universidad de San Carlos, Pag. 54
- 81- Farfan Rosales, J. Fernando. 2003 "*representación virtual del espacio arquitectónico*" Universidad de San Carlos, facultad de arquitectura. pag. 279
- 82- Veach Eric. 1997 "*Robust Monte Carlo Method for light transport*", Ph.D. dissertation, Stanford University.



## Páginas consultadas en internet:

1. <http://www.imax.com/es/corporate/history/>
2. [http://www.nvidia.com/page/corporate\\_timeline.html](http://www.nvidia.com/page/corporate_timeline.html)
3. <http://www.nvidia.com/content/PDF/kepler/NVIDIA-Kepler-GK110-Architecture>
4. <http://www.ilm.com/movies/timeline>
5. <http://www.amazon.com>
6. <http://www.amd.com/corporate/history/>
7. <http://www.dci.org.uk> (digital cinema initiatives)
8. <http://www.ibm.com/ibm/history/history/history>
9. <http://www.amd.com/us/aboutamd/.../timeline.aspx>
10. <http://www.tc.umn.edu/~yahnk001/film/cinema.htm>
11. <http://www.filmsite.org/filmh.html>
12. <http://www.softimage.com/home/Press/>
13. <http://www.ausbcomp.com/a3dug/3December2012/TimeSchmime09.pdf>
14. [http://www.sgi.com/company\\_info/overview.html](http://www.sgi.com/company_info/overview.html)
15. <http://windows.microsoft.com/en-US/windows/history>
16. [http://www.opengl.org/wiki/History\\_of\\_OpenGL](http://www.opengl.org/wiki/History_of_OpenGL)
17. <http://windows.microsoft.com/es-XL/windows7/products>
18. <http://usa.autodesk.com/maya/>
19. <http://www.softimage.com/home/Press/>
20. <http://usa.autodesk.com/3ds-max/>
21. <http://www.maxon.net/es/products/cinema-4d-studio.html>
22. <http://www.blender.org/>
23. <http://www.realsoft.com/>
24. <http://www.rhino3d.com/>
25. <http://www.sketchup.com/>
26. <http://www.povray.org/>
27. <http://definicion.de/software/#ixzz2LsduDnqq>
28. <http://centros5.pntic.mec.es/ies.arquitecto.perdis/percep/convergencia.html>
29. [www.ibm.com/ibm/history/history/history](http://www.ibm.com/ibm/history/history/history)
30. Artículo sobre dispositivos holográficos (en inglés):  
<http://www.gadgetvenue.com/archives/2007/04/13/the-best-holographic-displays/>
31. Página web de la empresa responsable de Cheoptics 360(en inglés):
32. Página web de la empresa responsable de Heliodisplay (en inglés) <http://www.io2technology.com/>
33. Artículo sobre Interactive 360° Light Field Display (en inglés)
34. Artículo sobre Hologramas:  
[http://www.core77.com/blog/object\\_culture/360\\_degree\\_light\\_field\\_display\\_7314.as](http://www.core77.com/blog/object_culture/360_degree_light_field_display_7314.as)
35. artículo sobre  
cpu:[http://msdn.microsoft.com/enus/library/windows/desktop/dd318339\(v=vs.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/enus/library/windows/desktop/dd318339(v=vs.85).aspx)
36. artículo sobre Quad buffer: [http://www.nvidia.es/object/quadro\\_stereo\\_technology\\_es.html](http://www.nvidia.es/object/quadro_stereo_technology_es.html)
37. diseño Hyundai: <http://worldwide.hyundai.com/WW/Innovation/Design/DesignProcess/index.html>

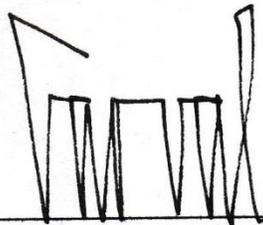




**“TÉCNICAS DE VISUALIZACIÓN DIGITAL ESTEREOGRÁFICA EN  
ARQUITECTURA”**

**IMPRÍMASE**

**“ID Y ENSEÑAD A TODOS”**

f.   
Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo  
**DECANO**

f.   
Arq. Fernando Ávila Estrada  
**ASESOR**

f.   
Alvaro Enrique Peralta Ramírez  
**SUSTENTANTE**

Guatemala, octubre 08 de 2013.

Señor Decano  
Facultad de Arquitectura  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Arq. Carlos Valladares Cerezo  
Presente.

Señor Decano:

Atentamente, hago de su conocimiento que con base en el requerimiento del estudiante de la Facultad de Arquitectura: **ÁLVARO ENRIQUE PERALTA RAMÍREZ**, Carné universitario No. **2000 22823**, realicé la Revisión de Estilo de su proyecto de graduación titulado: **TÉCNICAS DE VISUALIZACIÓN DIGITAL ESTEREOGRÁFICA EN ARQUITECTURA**, previamente a conferírsele el título de Arquitecto en el grado académico de Licenciado.

Y, habiéndosele efectuado al trabajo referido, las adecuaciones y correcciones que se consideraron pertinentes en el campo lingüístico, considero que el proyecto de graduación que se presenta, cumple con la calidad técnica y científica requerida, por lo que recomiendo darle continuidad a los trámites correspondientes, antes de que se realice la impresión de dicho documento de investigación.

Al agradecer la atención que se sirva brindar a la presente, me suscribo respetuosamente,



Licda. Maricella Saravia  
Colegiada 10,804

Lic. Maricella Saravia de Ramírez  
Colegiada 10,804

Maricella Saravia de Ramírez  
Licenciada en la Enseñanza del Idioma Español y de la Literatura  
Especialidad en corrección de textos científicos universitarios

Teléfonos: 3122 6600 - **5828 7092** - 2232 9859 - 2232 5452 - maricellasaravia@hotmail.com