

A scenic view of a brick building with a bridge over a canal, with a large text overlay. The scene is captured during sunset or sunrise, with warm, golden light illuminating the sky and the building. The bridge is a multi-arched structure made of brick, with a walkway on top. The canal is in the foreground, and there are trees and a railing on the left. The text "HDRI High Dynamic Range Image" is overlaid in white on a dark brown background.

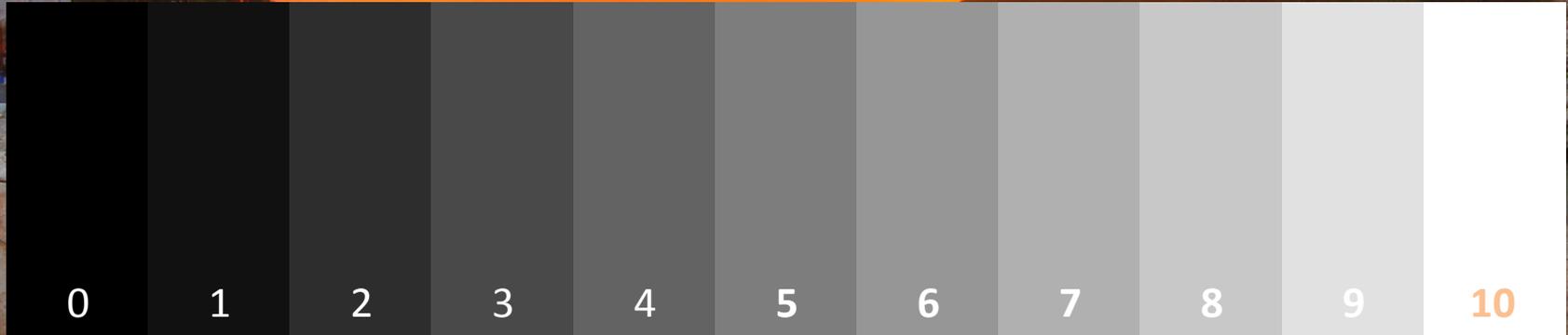
# HDRI

## High Dynamic Range Image

Presentado por: Eduardo Roa

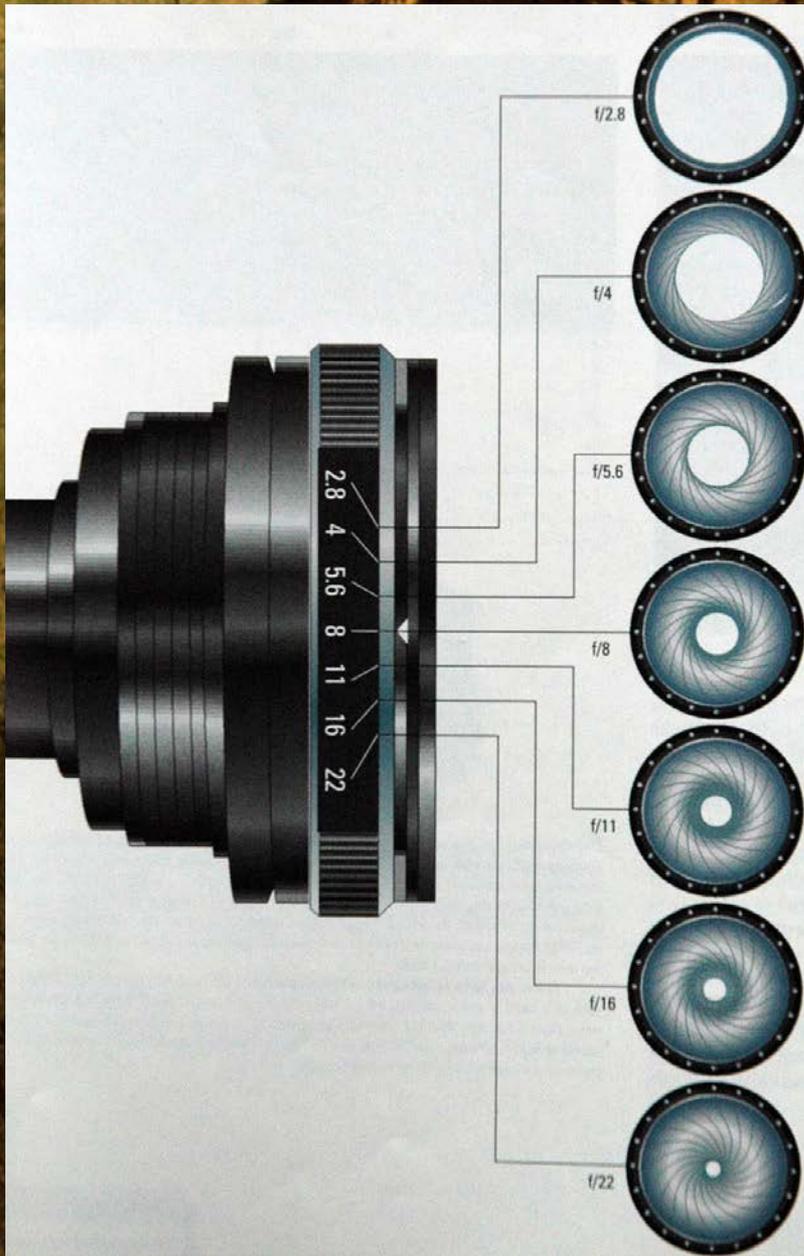
## Rango Dinámico:

Se puede definir como el más alto contraste que se puede encontrar en una imagen, también conocido como **Constrat Ratio**.



## Constrat Ratio:

Se puede ver como la proporción de luminancia del color blanco hacia el color negro que un dispositivo o sistema es capaz de reproducir. (Ejemplo 1:10)



## Exposición (Exposure Value):

Es una escala utilizada en la fotografía para medir la cantidad de luz que pasa a través del lente e impacta en los sensores de la cámara.

Esta medición dependerá de la apertura **f-stop** del lente y del tiempo que el obturador permanece abierto.



⊕ IPTC

⊖ EXIF

Camera Info

Shutter Speed	1/4 s
F-Number	f/2.8
ISO	
Exposure Bias Value	0.00 eV
Focal Length	7.9 mm
Flash	Flash did not fire, compulsory flash mode
Exposure Program	Manual
White Balance	Auto white balance
Metering Mode	unknown
Make	CASIO COMPUTER CO.,LTD
Model	EX-Z750
Image	
Software	1.01
Date/Time Original	08/08/2009 11:07:11 a.m.
Date/Time Digitized	08/08/2009 11:07:11 a.m.
GPS	
Latitude	
Latitude Reference	
Longitude	

⊕ IPTC

⊖ EXIF

Camera Info

Shutter Speed	1/500 s
F-Number	f/2.8
ISO	
Exposure Bias Value	0.00 eV
Focal Length	7.9 mm
Flash	Flash did not fire, compulsory flash mode
Exposure Program	Manual
White Balance	Auto white balance
Metering Mode	unknown
Make	CASIO COMPUTER CO.,LTD
Model	EX-Z750

Image

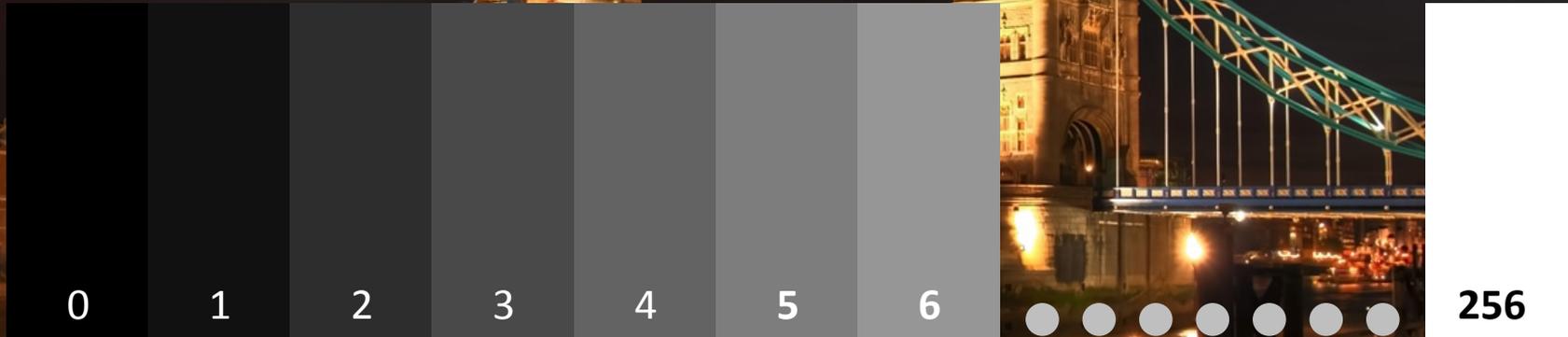
Software	1.01
Date/Time Original	08/08/2009 11:07:48 a.m.
Date/Time Digitized	08/08/2009 11:07:48 a.m.

GPS

Latitude	
Latitude Reference	
Longitude	

## LDR Imagen:

**Low Dynamic Range**, este tipo de imágenes se definen como aquellas que poseen bajo contrast ratio, las imágenes de 8 Bits por canal se consideran LDR, en este caso permiten un contraste de 1:256



Las imágenes comúnmente conocidas como .jpg, .png, .gif, etc, se consideran imágenes LDR.

NOTA: El ojo humano puede adaptarse a casi cualquier configuración de iluminación alcanzando un rango de 1:1.000.000.000

## RAW Imagen:

RAW es un formato de imagen que contiene los datos tal cual como los recibe el sensor de la cámara, estas imágenes no poseen ninguna corrección de color que usualmente las cámaras aplican, por ejemplo (JPG).



Las imágenes RAW suelen ser de 12 bits o 14 bits por canal permitiendo un contraste de 1:16384.

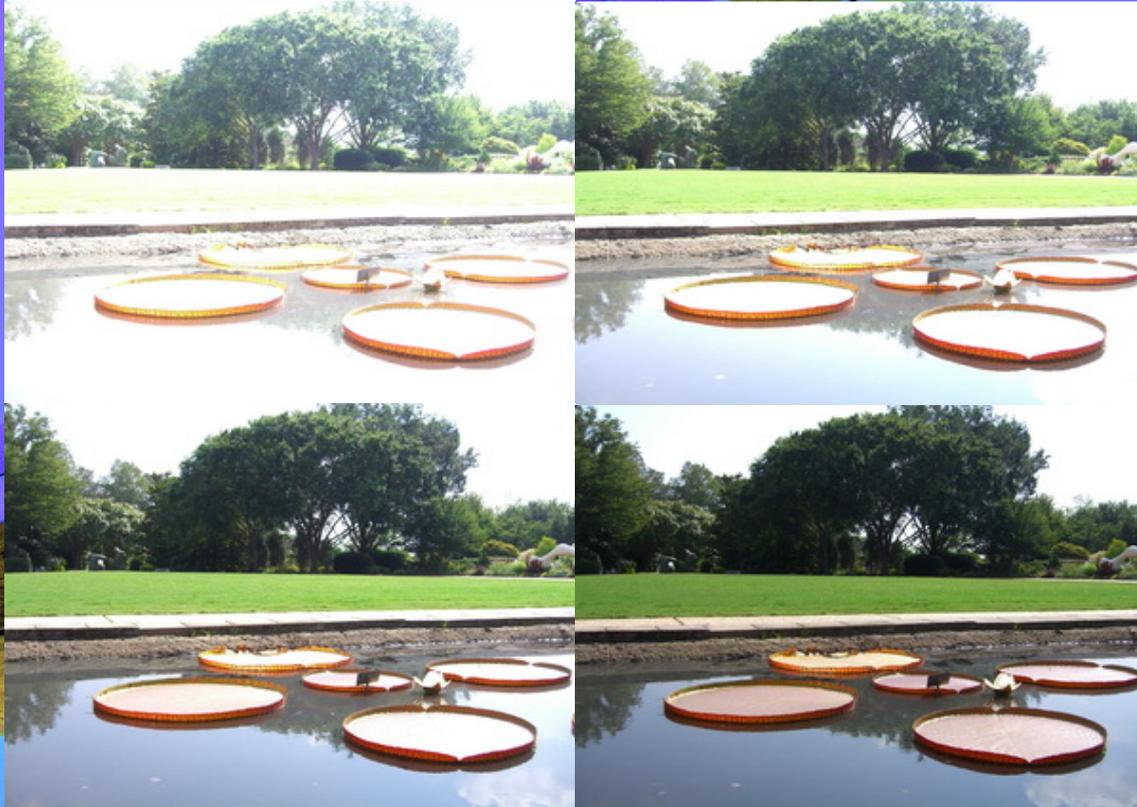
## HDR Image:

**High Dynamic Range** es una imagen que posee un alto rango de contrast ratio superior a 1:1.000.000, estas imágenes son almacenadas en imágenes de 16 bits o 32 bits por canal, en valor punto flotante (float).

**NOTA:** Las cámaras convencionales no capturan en este formato, sin embargo, en la actualidad cámaras costosas (>1000\$) pueden capturar este tipo de imagen.

## ¿Cómo obtener una imagen HDR?:

Una técnica presentada por Paul Debevec en Siggraph 07 (Recovering High Dynamic Range Radiance Maps Photographs), consiste en tomar una secuencia de fotos con diferentes exposiciones.



## ¿Cómo obtener una imagen HDR?:

Para imágenes perfectamente lineales, se puede aplicar la siguiente fórmula para obtener una imagen HDR  $L_{ij}$ :

$$L_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N \frac{Z_{ik} w(Z_{ik})}{\Delta t_k}}{\sum_{k=1}^N w(Z_{ik})}$$

Donde:

$N$  = cantidad de imágenes

$Z(i,k)$  = valor del pixel en la ubicación  $i$  en la imagen  $k$

$W(Z(i,k))$  = función de peso evaluada en el pixel  $i$ .

$t$  = tiempo de exposición

$$w(Z) = \begin{cases} z - Z_{\min}, & z \leq 1/2(Z_{\min} + Z_{\max}) \\ Z_{\max} - z, & z > 1/2(Z_{\min} + Z_{\max}) \end{cases}$$

## ¿Cómo obtener una imagen HDR?:

Para imágenes no lineales, se considera una función  $f$ , que es una función característica del dispositivo, se puede aplicar la siguiente fórmula para obtener una imagen HDR:

$$L_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^N \frac{f^{-1}(Z_{ik})w(Z_{ik})}{\Delta t_k}}{\sum_{k=1}^N w(Z_{ik})}$$

Donde:

$N$  = cantidad de imágenes

$Z(i,k)$  = valor del pixel en la ubicación  $i$  en la imagen  $k$

$W(Z(i,k))$  = función de peso evaluada en el pixel  $i$ .

$t$  = tiempo de exposición

$$w(Z) = \begin{cases} z - Z_{\min}, & z \leq 1/2(Z_{\min} + Z_{\max}) \\ Z_{\max} - z, & z > 1/2(Z_{\min} + Z_{\max}) \end{cases}$$

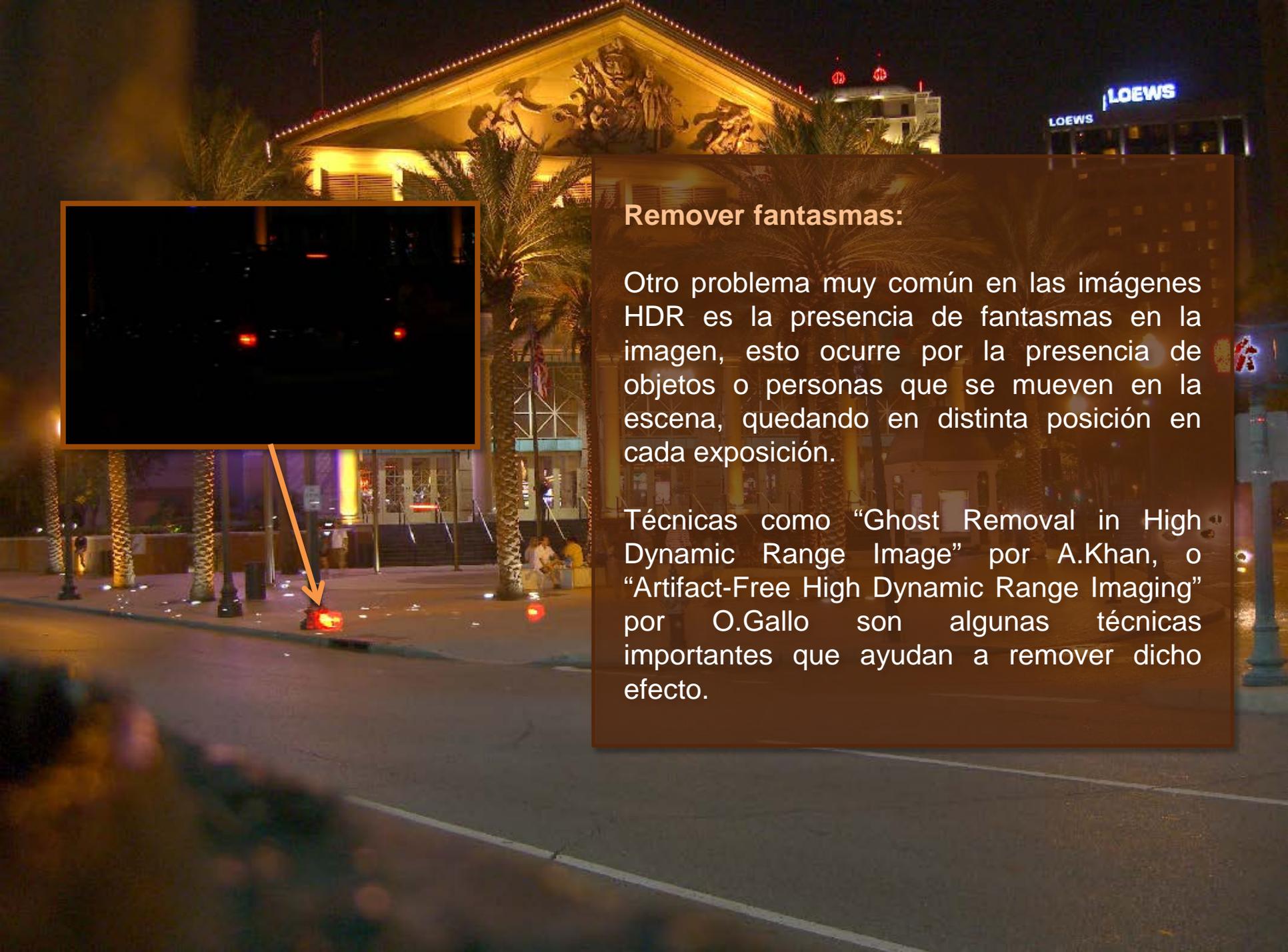
## Alineación:

Uno de los problemas comunes en estas imágenes HDR, es que las imágenes fuentes no están alineadas, lo que genera una pérdida de foco en la imagen HDR, para ello, técnicas como "Median Thresfold Bitmap Alignment", presentada por Greg Ward en el artículo "Fast, Robust Image Registration for Compositing High Dynamic Range Photographs from Handheld Exposures".

Inclusive esta técnica se puede adaptar para en el caso que exista una ligera rotación en la imagen.

Básicamente, el algoritmo trabaja sobre las imágenes de 8-bits, tomando el canal verde, o una aproximación en escala de grises. Fijando una imagen de referencia y moviendo el resto de las imágenes a dicha referencia.





### Remover fantasmas:

Otro problema muy común en las imágenes HDR es la presencia de fantasmas en la imagen, esto ocurre por la presencia de objetos o personas que se mueven en la escena, quedando en distinta posición en cada exposición.

Técnicas como “Ghost Removal in High Dynamic Range Image” por A.Khan, o “Artifact-Free High Dynamic Range Imaging” por O.Gallo son algunas técnicas importantes que ayudan a remover dicho efecto.



Estos son los problemas principales al momento de crear una imagen HDR, sin embargo, hay otros problemas, como calcular la función  $F$  o características, eliminación de ruido, eliminar efectos como Lens Flare, entre otros, actualmente no existe todavía un algoritmo completo que solucione todos estos detalles, y siguen siendo temas de estudio en la actualidad.

La calidad de un software comercial o gratuito radica en la manera en como ataca estos problemas presentando soluciones eficientes para el usuario. (Ver Ejemplo en Luminance).



## Tone Mapping:

Una vez obtenida la imagen HDR, viene el problema de desplegar dicha imagen en un dispositivo de salida como por ejemplo un monitor LCD. Dicha imágenes HDR suelen ver un poco “brillosas” dado a que el sistema operativo y los monitores no interpretan imágenes de 32 Bits por canal.

## Tone Mapping:

El operadores de Tone Mapping siguen los principio de “Human Vision Adaptation”, es decir, sigue los lineamientos de cómo el ojo humano responde a la iluminación.

Photoreceptor Mechanism: es el mecanismo encargado de convertir la luz en señales que estimulan células receptoras.

$$\frac{R}{R_{\max}} = \frac{I^n}{I^n + \sigma_b^n}$$

R = respuesta del fotoreceptor  
Rmax = máxima respuesta  
I = intensidad de la luz  
 $\sigma$  = constante de semisaturación

## Tone Mapping:

Los modelos de Tone Mapping en su mayoría usan la ecuación expuesta en la lamina previa, para aproximar el color de la imagen final en 8 Bits. Rational Quantization Function (Schlick), Gain-Control Function (Pattanaik), S-Shaped Curve (Tumblin), Photoreceptor Adaptation Model (Pattanaik), son unos de los muchos modelos utilizados en el Tone Mapping.



Photomatrix – Details Enhanced



Foto por defecto - Cámara



HDR – Local Adaptation

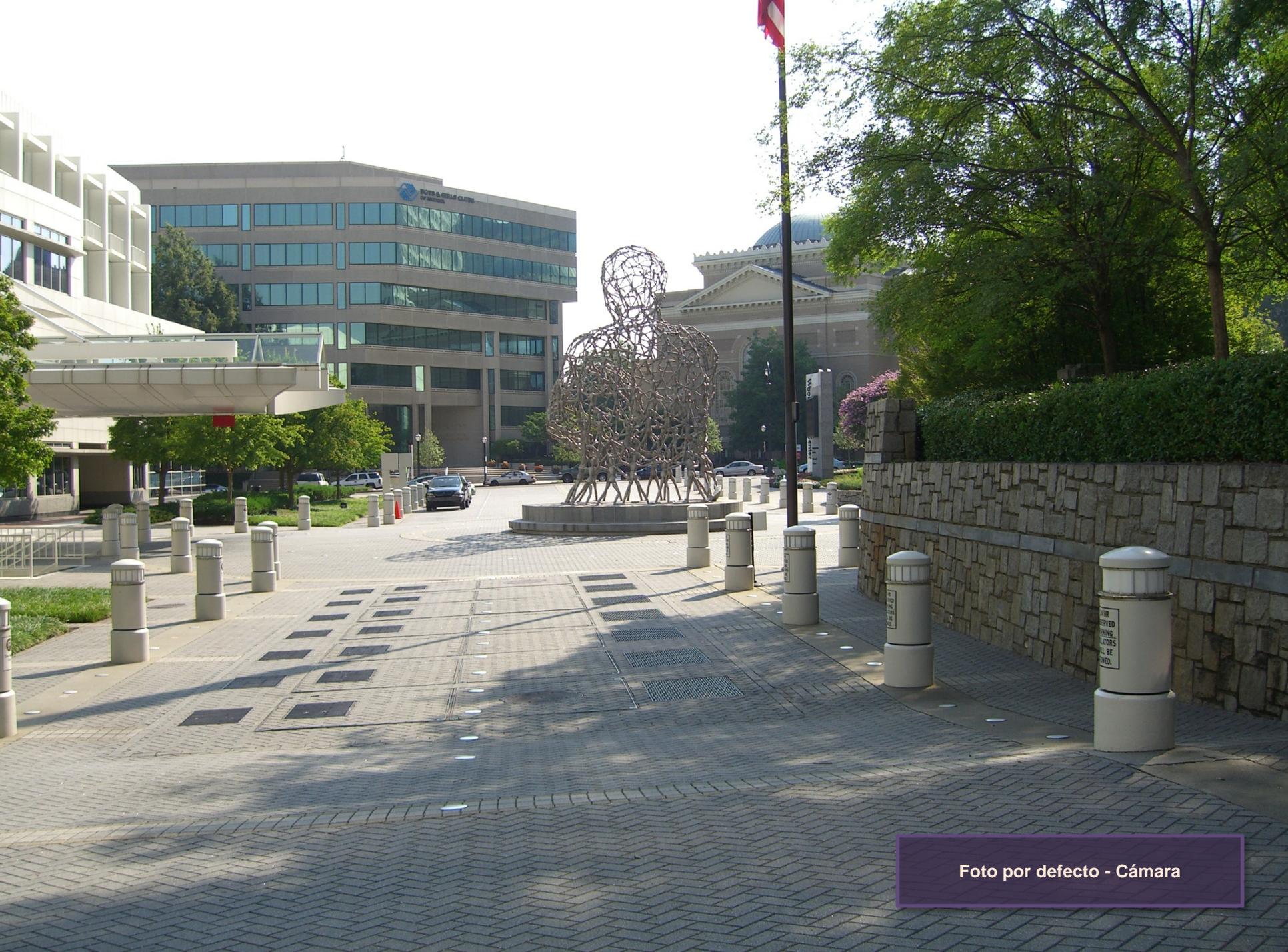
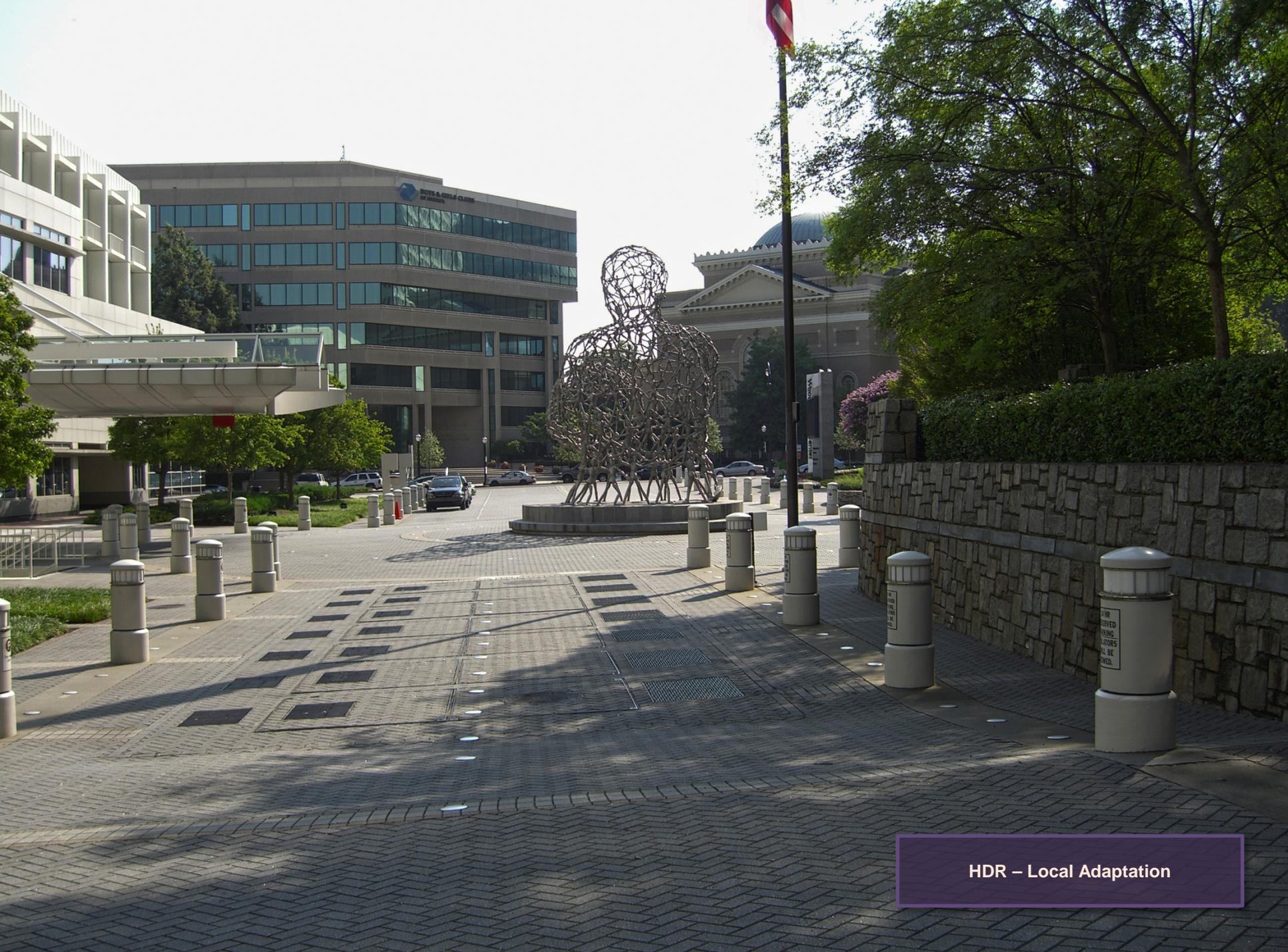


Foto por defecto - Cámara



HDR – Local Adaptation



# IBL

## IBL:

Image Based Lighting, técnica que consiste en capturar una representación omni-directional de la iluminación de una escena real a través de una imagen. El uso de imágenes HDR es una manera de hacer IBL.

**RGB = (255,255,255)**

En las imágenes LDR, zonas de mucha intensidad son tomadas como “blanco” (255,255,255).



RGB = (255,255,255)

Distintas fuentes de iluminación se percibe con la misma energía en una imagen LDR.

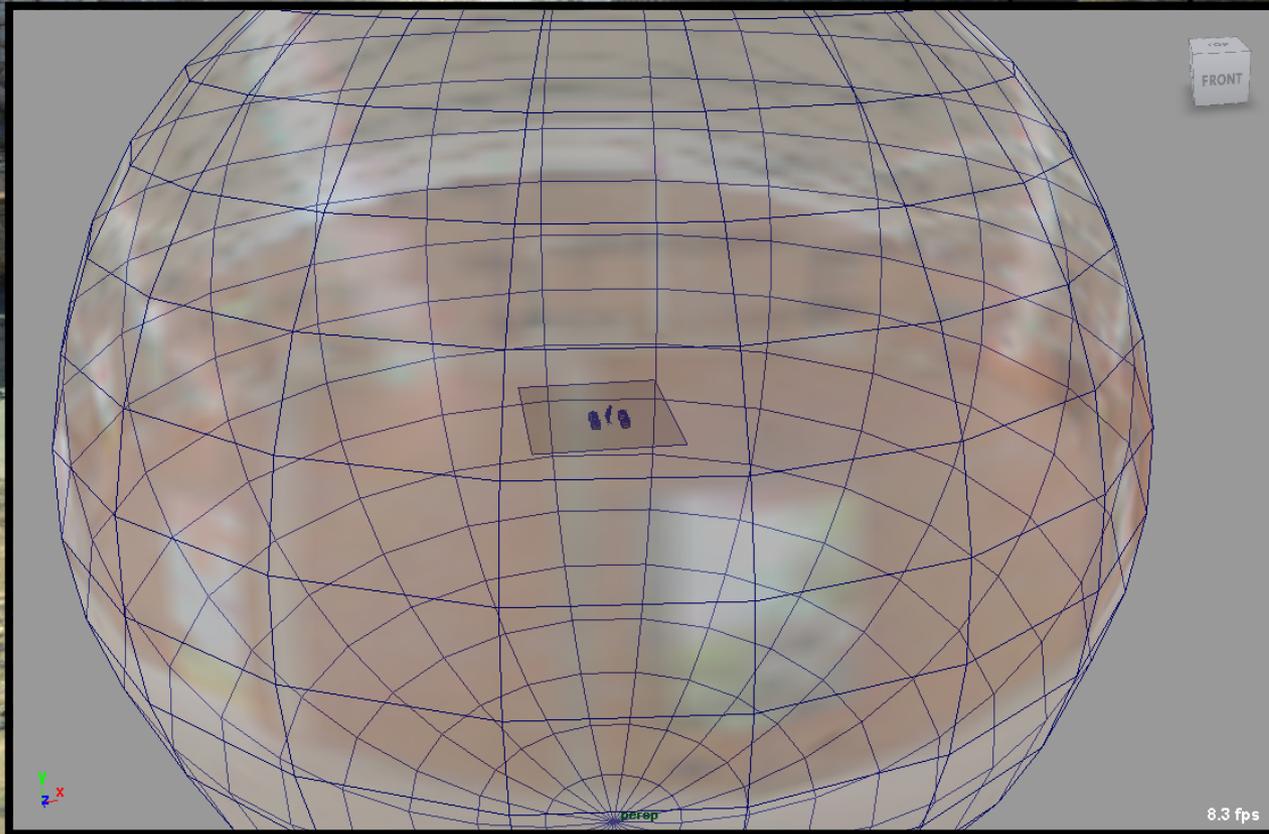


$RGB = (6.1, 6.7, 8.7) \quad L = 6.7$

$RGB = (11.35, 12.17, 13.11) \quad L = 12$

## IBL:

Básicamente la técnica consiste en crear una esfera que simule el ambiente alrededor de los objetos, a esta esfera se le aplica una imagen HDR con el entorno fotografiado.



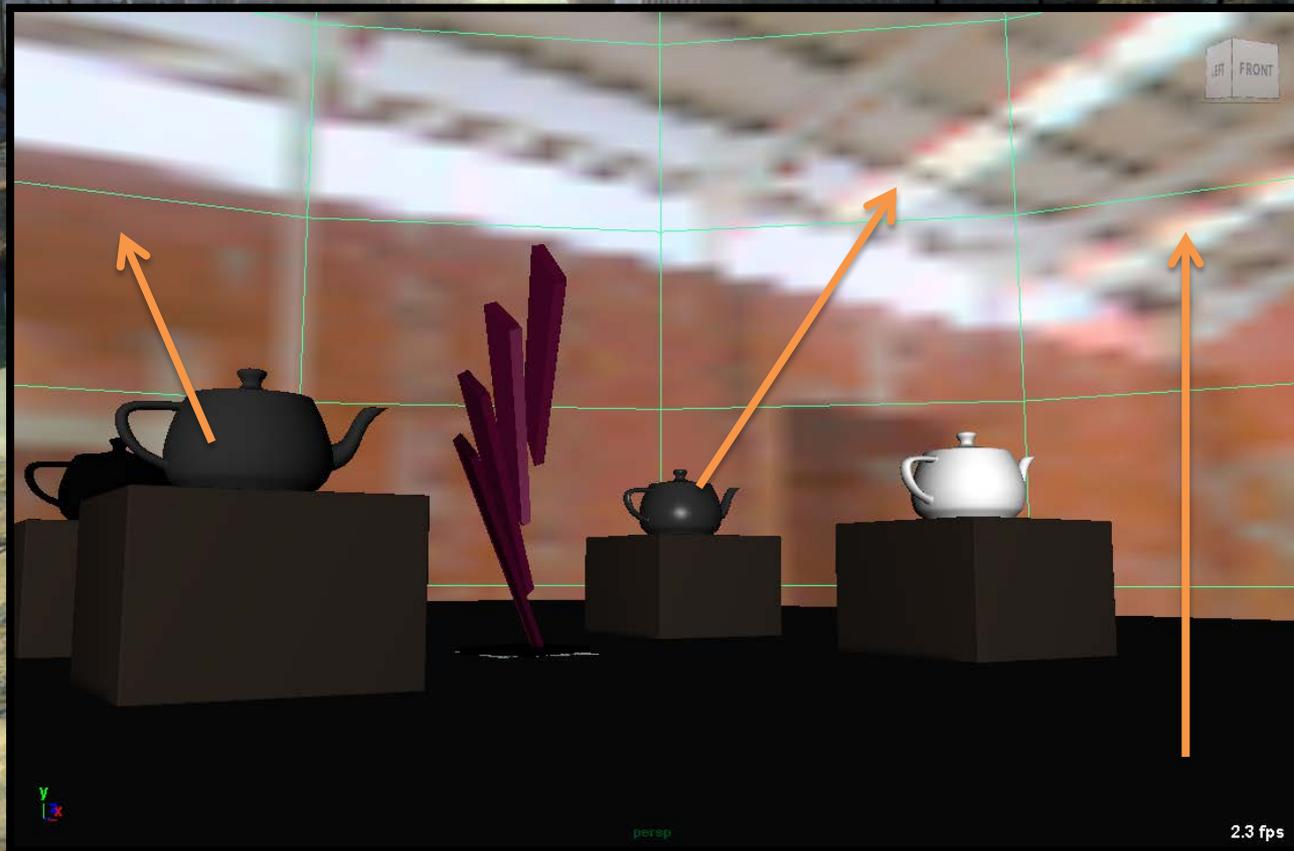
HEALTH 71

SUIT 1

AMMO 4 0

## IBL:

En el proceso de revelado (rendering) rayos son disparados de los objetos de la escena y estos impactan en la esfera, tomando la información de color y de luminancia.



HEALTH 71

SUIT 1

AMMO 4 0



IBL - HDR



IBL - LDR

**GRACIAS**

