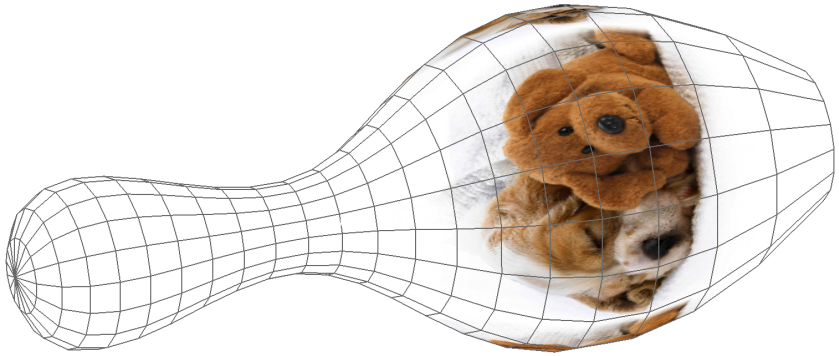


Tema 5: Texturas

José Ribelles

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universitat Jaume I

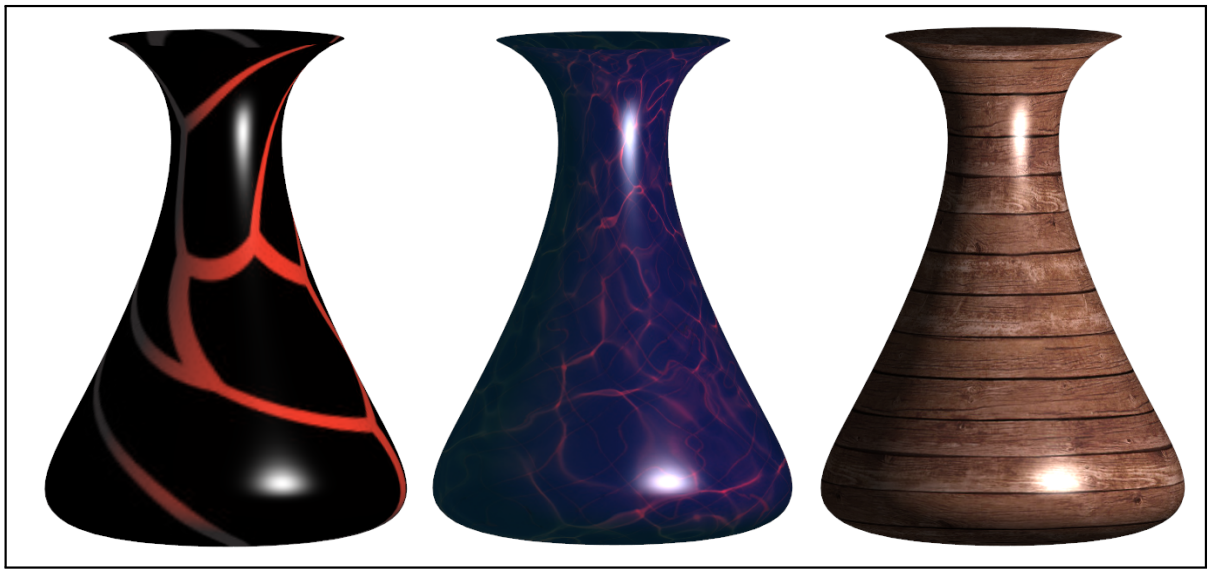
SIU020 - Síntesis de Imagen y Animación

Contenido

Hoy veremos...

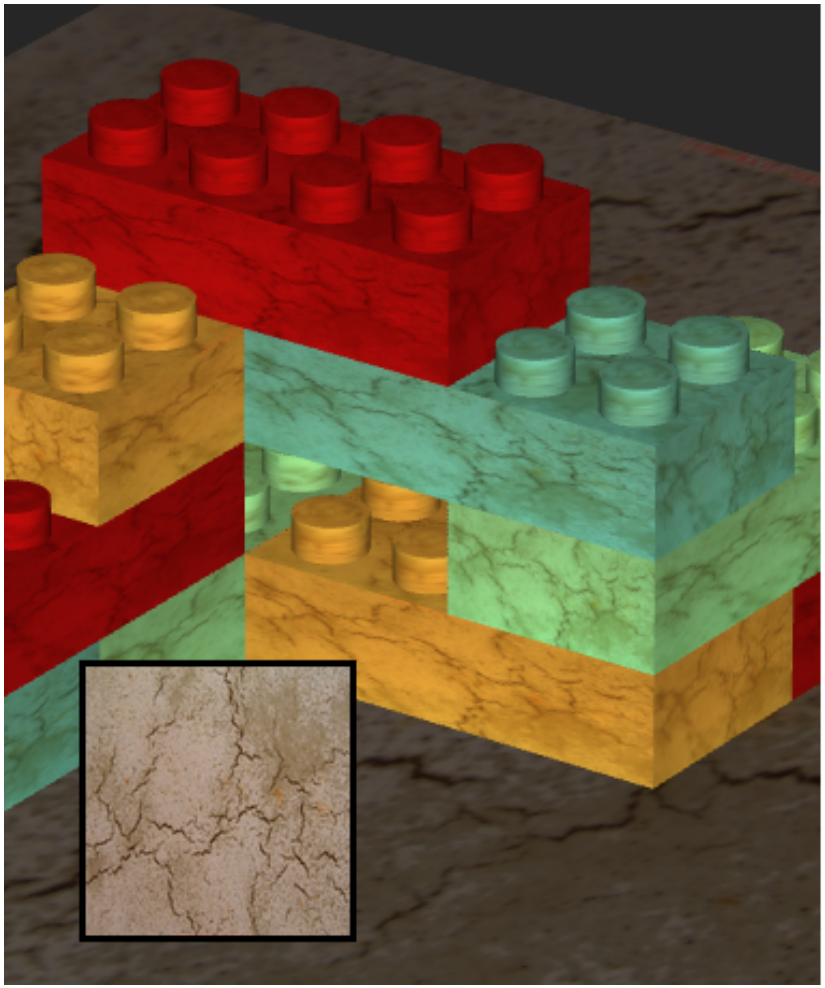
Introducción

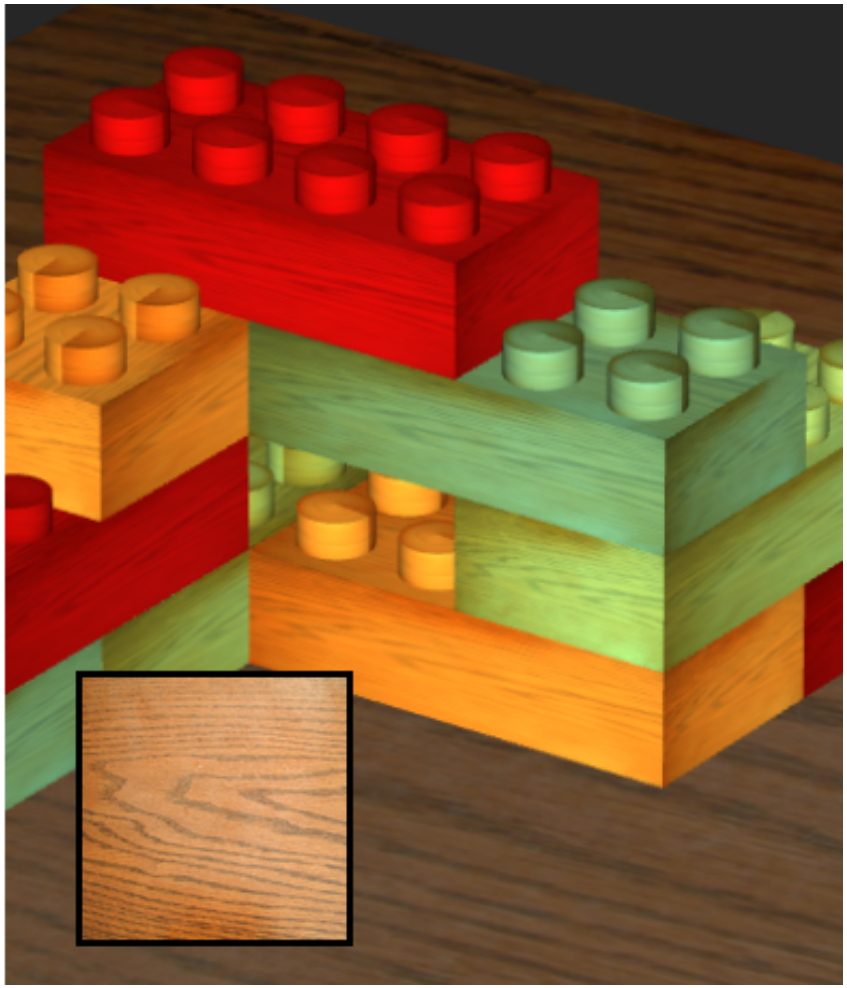
- El uso de texturas para aumentar el realismo visual de las aplicaciones es muy frecuente.
- Quizá el caso más habitual es utilizar imágenes 2D a modo de mapa de color de manera que el valor definitivo de un determinado píxel dependa de la iluminación de la escena y de la textura.



Introducción

A menudo la textura se combina con las propiedades del material.





Introducción

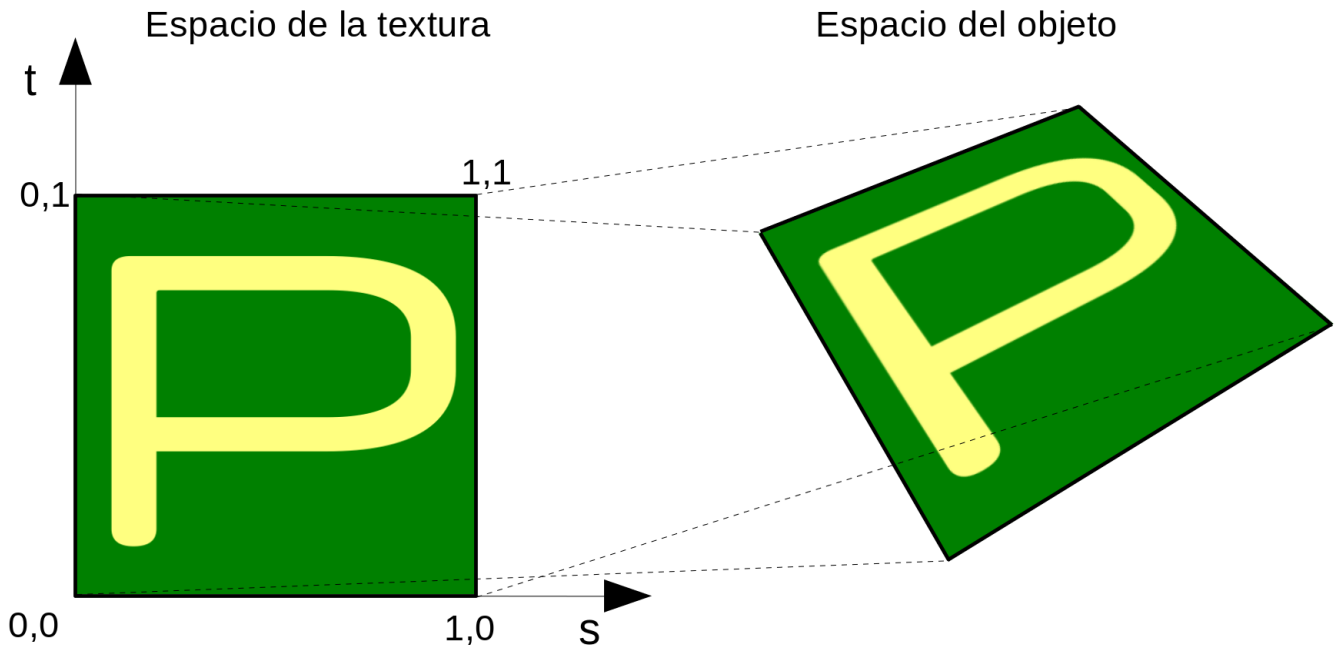
- Pero no siempre es así, por ejemplo, a veces se utiliza para modificar las normales o desplazar la geometría.

Hoy veremos...

Coordenadas de Textura

Descripción

- Las coordenadas de textura son un atributo más de los vértices.
- Es responsabilidad del programador suministrar estas coordenadas.
- El rango de coordenadas válido en el espacio de la textura es entre 0 y 1, independientemente del tamaño en píxeles de la textura.



Obtener las coordenadas de textura

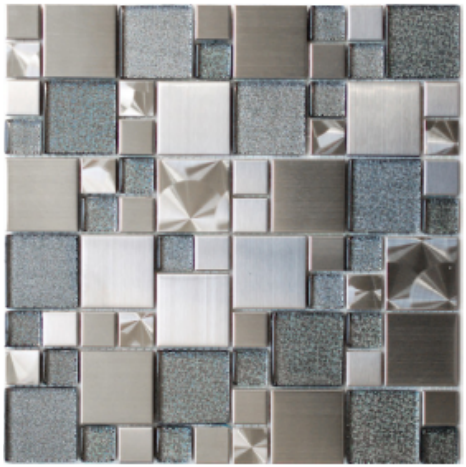
Métodos

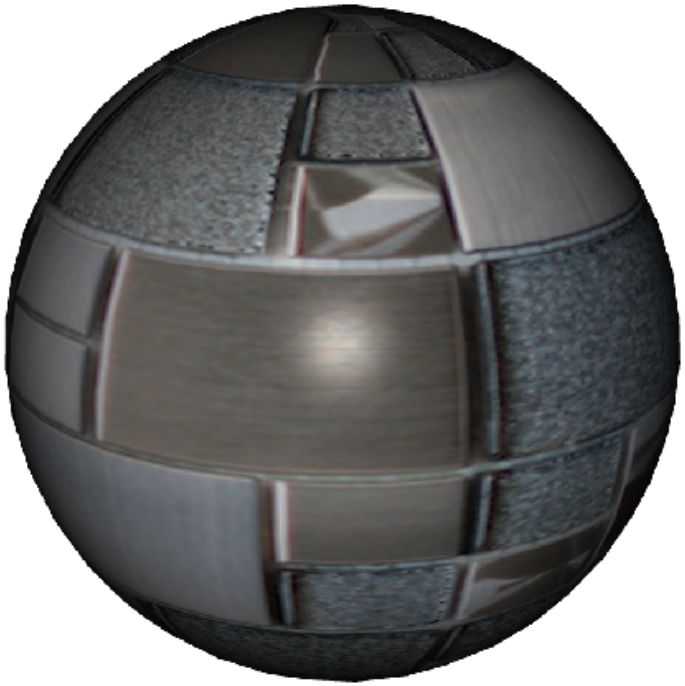
- A mano, igual que la geometría.
- Los paquetes de modelado las proporcionan y permiten ajustarlas a los artistas igual que editan la geometría.
- Las superficies paramétricas las proporcionan de manera natural.
  - Esfera:

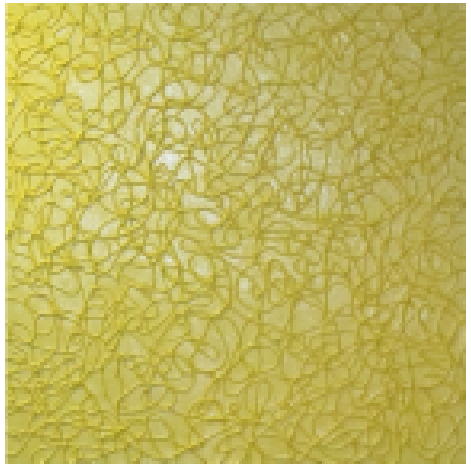
$$x = r \cdot \sin(v) \cdot cos(u) \quad (1)$$
$$y = r \cdot sin(v) \cdot sin(u) \quad (2)$$
$$z = r \cdot cos(v) \quad (3)$$

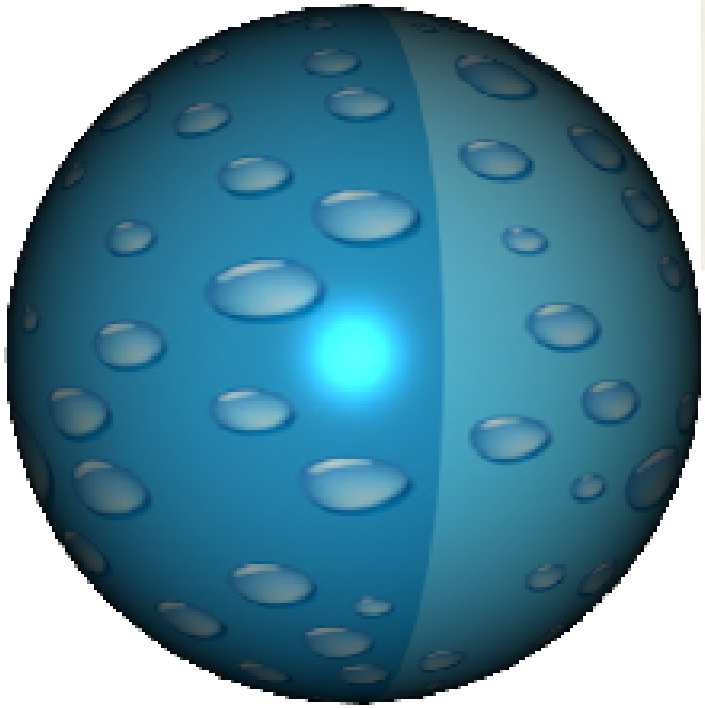
  - Toro

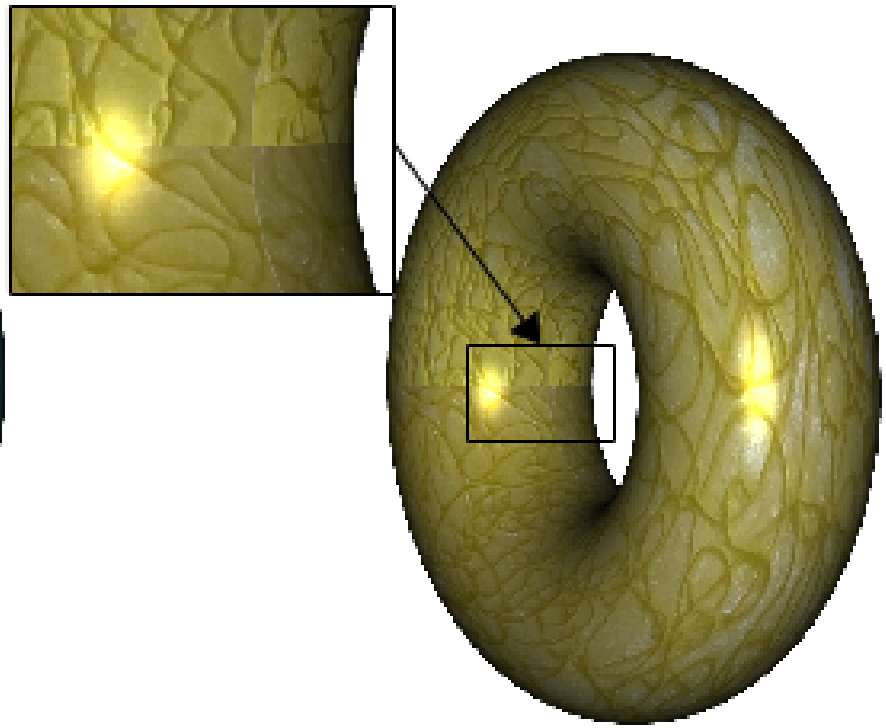
$$x = (R + r \cdot \cos(v)) \cdot cos(u) \quad (4)$$
$$y = (R + r \cdot \cos(v)) \cdot sin(u) \quad (5)$$
$$z = r \cdot sin(v) \quad (6)$$





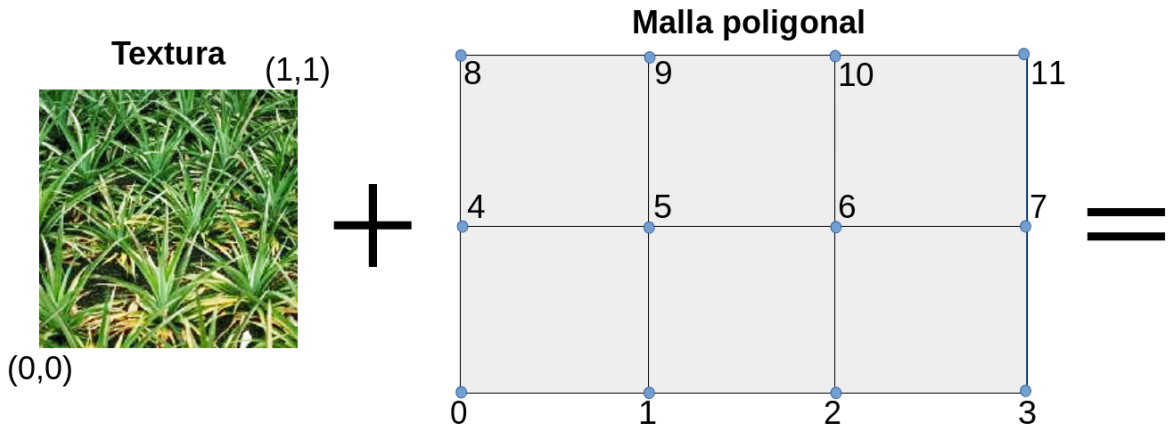






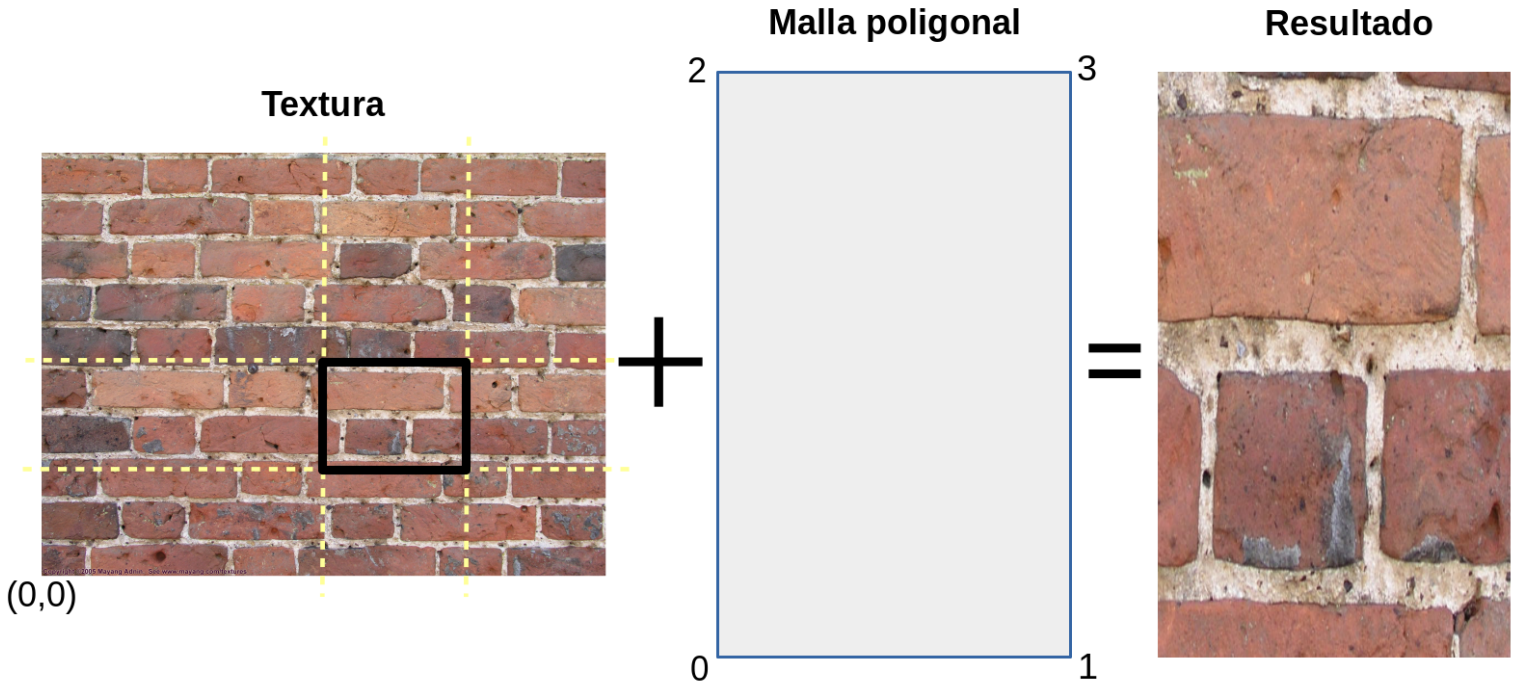
Ejercicio

Determina las coordenadas de textura de cada uno de los vértices que se encuentran numerados en la siguiente figura. Para averiguarlas, ten en cuenta el resultado que también se muestra en la figura.



Ejercicio

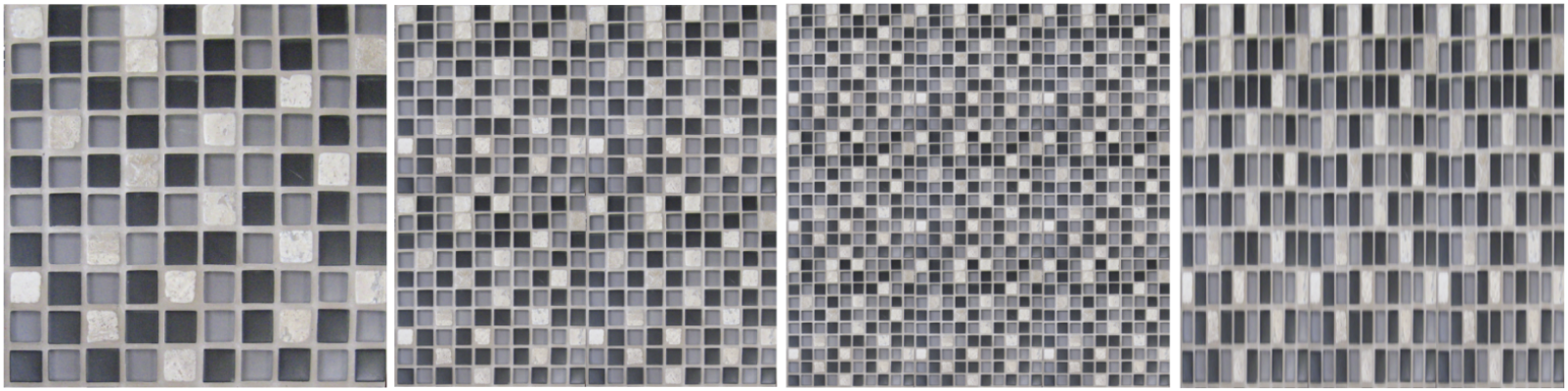
Determina las coordenadas de textura de cada uno de los vértices que se encuentran numerados en la siguiente figura. Para averiguarlas, ten en cuenta el resultado que también se muestra en la figura. En este caso, el ancho y alto del trozo de textura utilizado es de un cuarto del ancho y alto total de la textura respectivamente.



Coordenadas de textura mayor que 1

Se repite la textura ...

- La parte entera de las coordenadas se ignora.
- En WebGL:
  - gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_WRAP_S, gl.REPEAT);
  - gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_WRAP_T, gl.REPEAT);

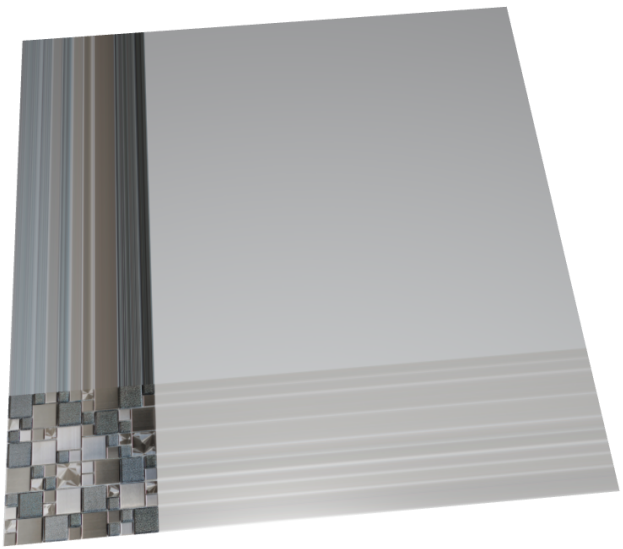


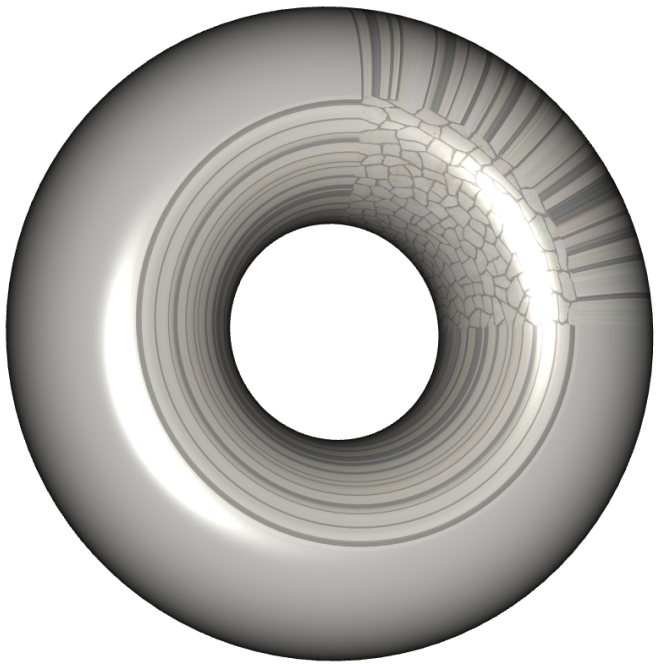
1x1 2x2 3x3 3x1

Coordenadas de textura mayor que 1

Se extienden las aristas de las texturas.

- gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_WRAP_S, gl.CLAMP_TO_EDGE);
- gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_WRAP_T, gl.CLAMP_TO_EDGE);

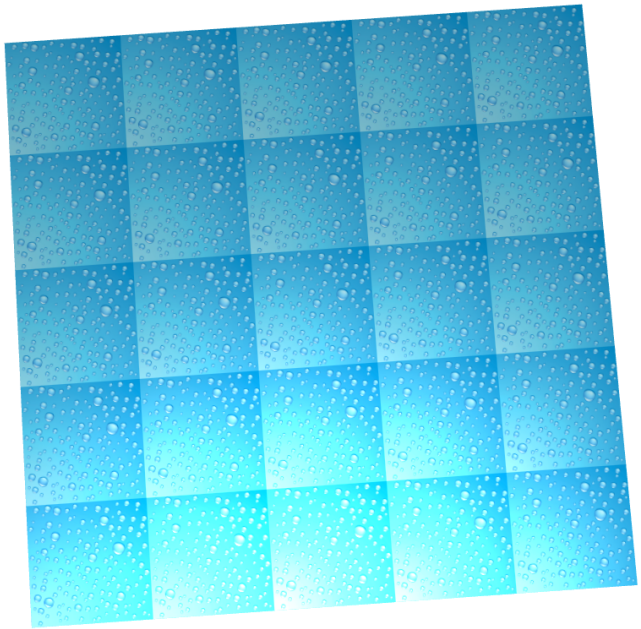


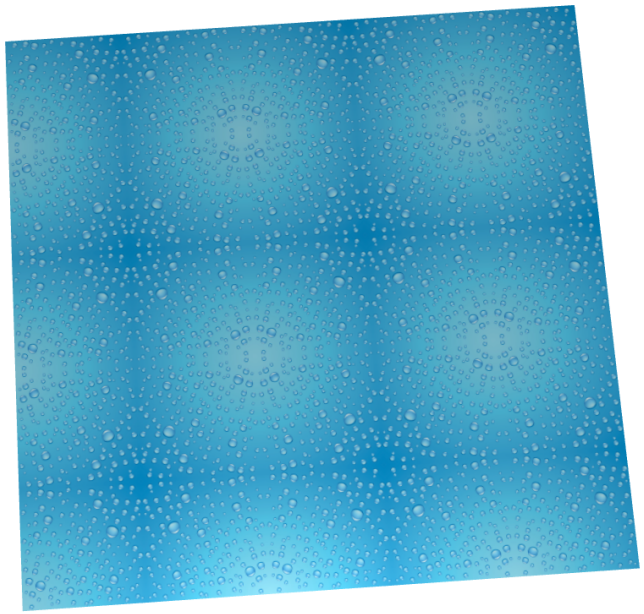


Coordenadas de textura mayor que 1

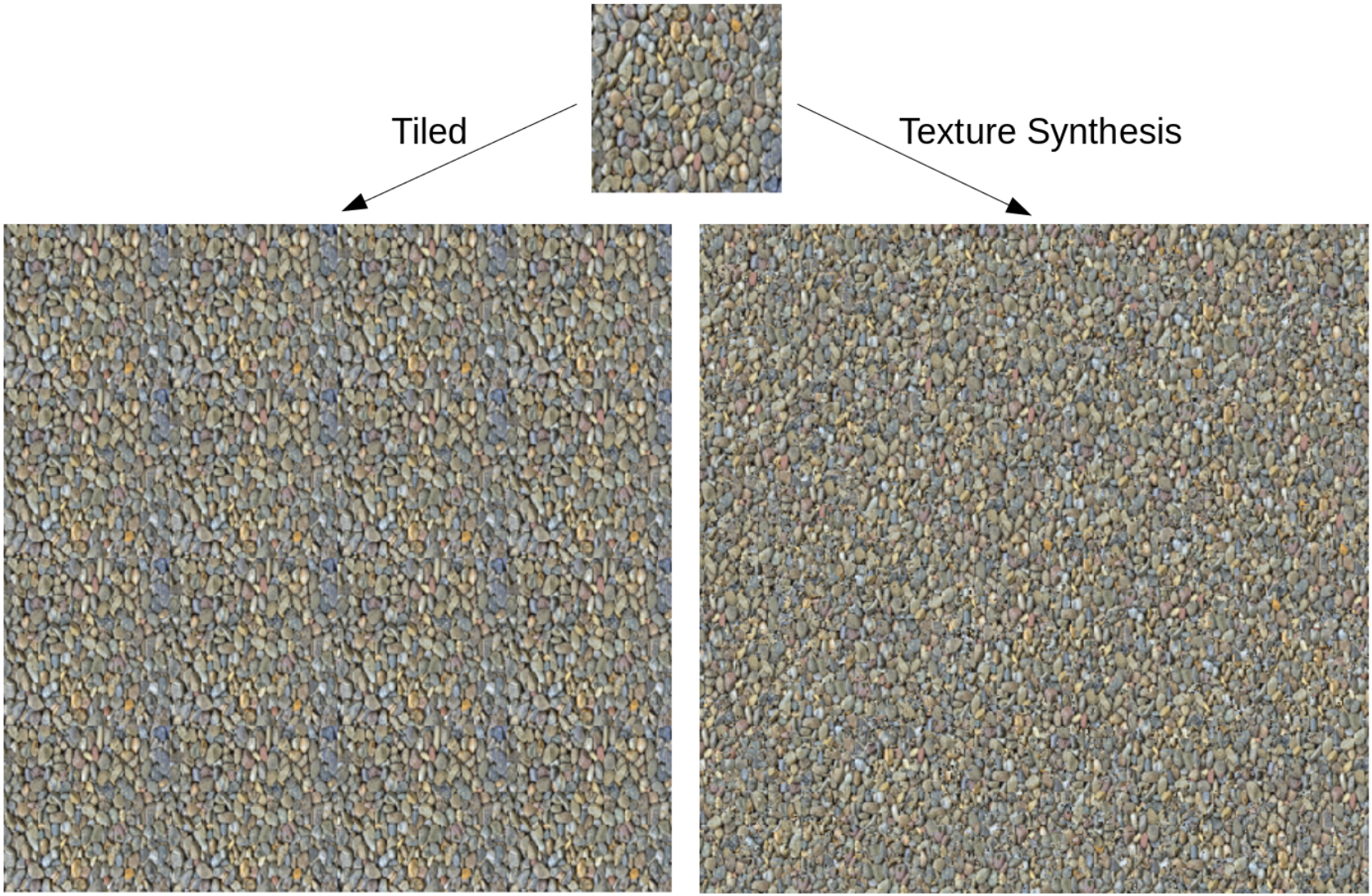
Se repiten de manera simétrica.

- gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_WRAP_S, gl.MIRRORED_REPEAT);
- gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_WRAP_T, gl.MIRRORED_REPEAT);



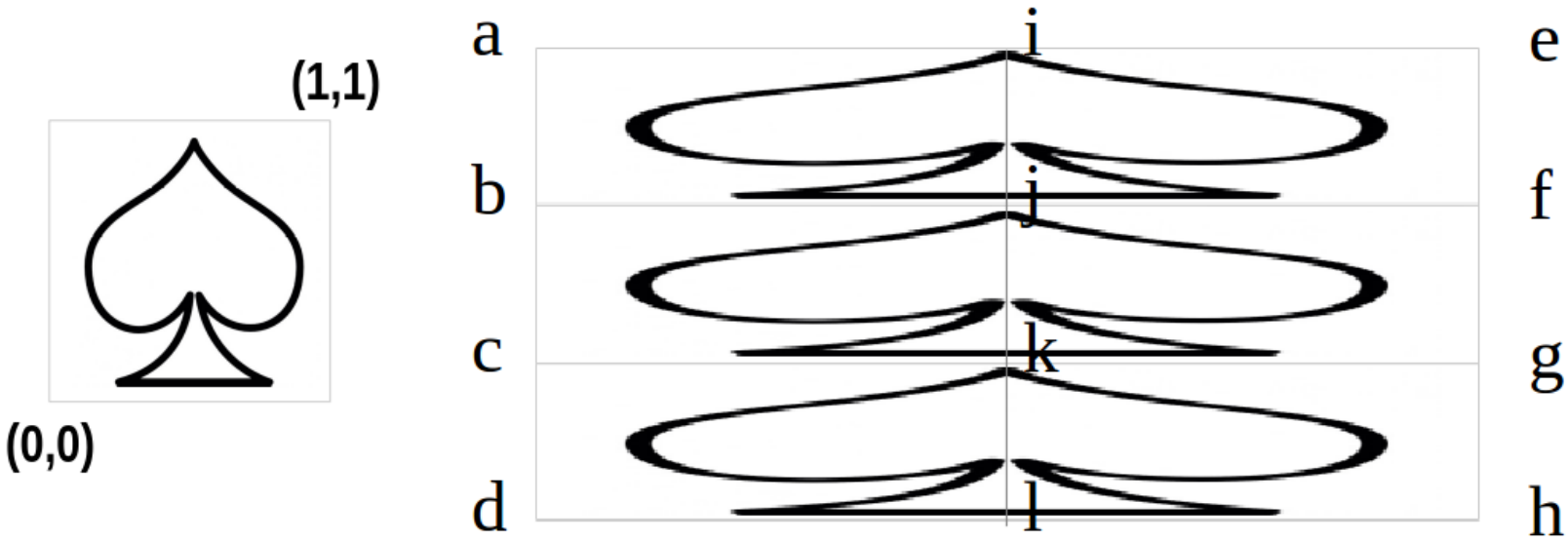


Texture Synthesis



Ejercicio

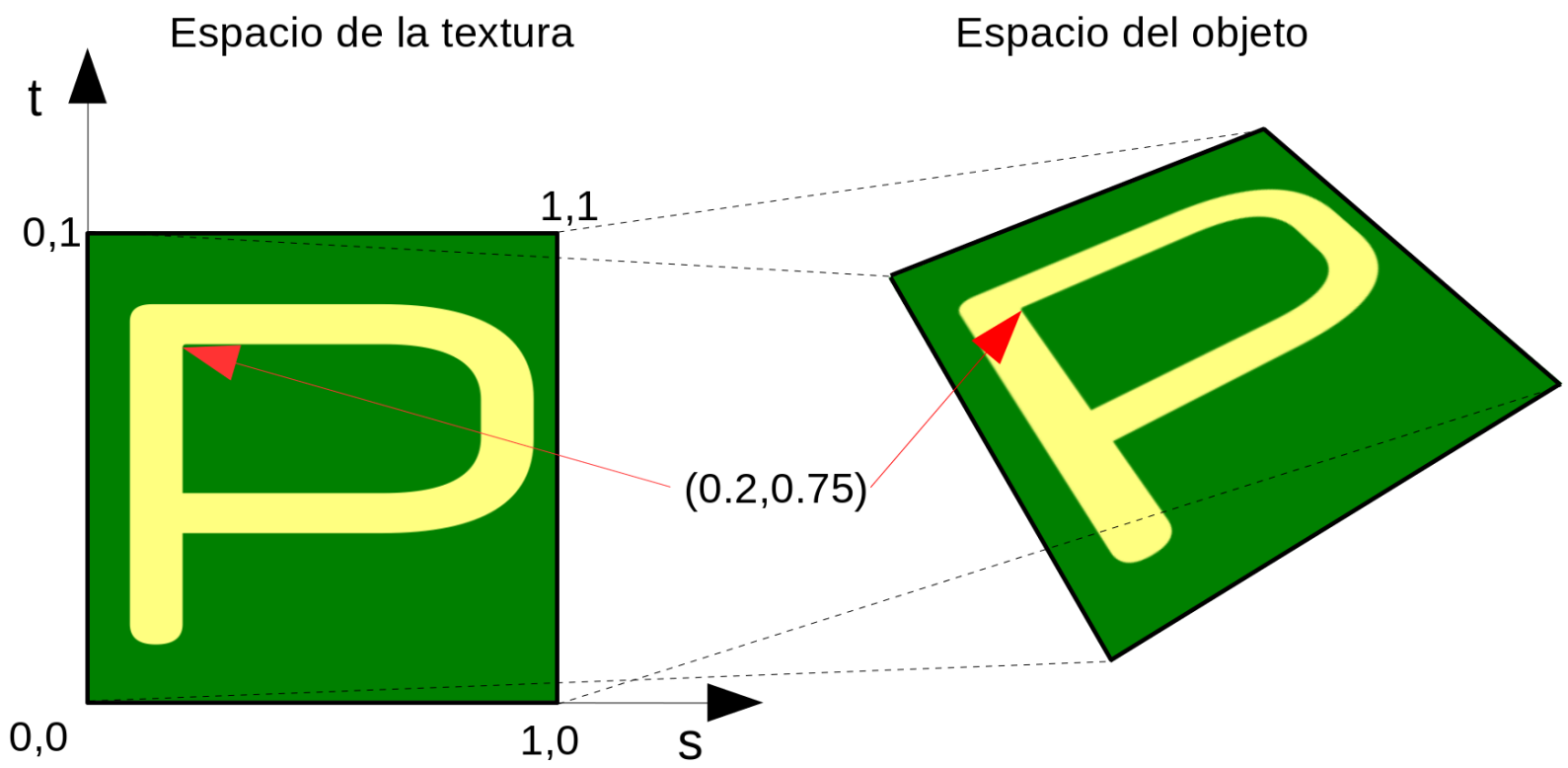
Determina las coordenadas de textura de los siguientes vértices (enumerados como a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l) de manera que la textura quede como se muestra en la figura.



Coordenadas interpoladas para cada fragmento

Descripción

- Las coordenadas de textura se proporcionan para cada vértice y son interpoladas en el *pipeline* del procesador gráfico.



El Shader

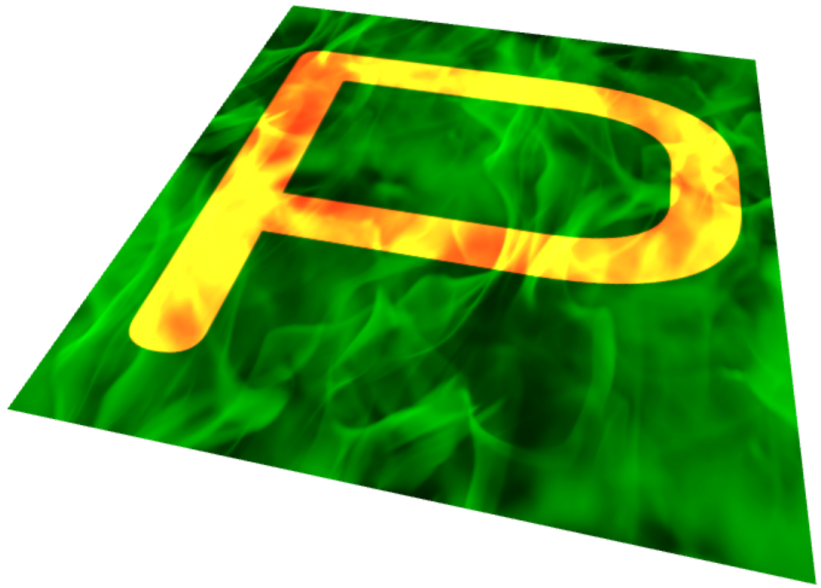
Listado 1: Shader básico para utilizar una Textura 2D

```
// Vertex shader
...
in  vec2 VertexTexcoords;  // nuevo atributo
out vec2 texCoords;

void main()  {
   ...
   // se asignan las coordenades de textura del vertice a la variable texCoords
   texCoords   = VertexTexcoords;
}

// Fragment shader
...
uniform sampler2D myTexture;     // la textura
in vec2 texCoords;               // coordenadas de textura interpoladas

void main()
{
   ...
   // acceso a la textura para obtener un valor de color RGBA
   fragmentColor = texture(myTexture, texCoords);
}
```

Multitexturas

Listado 2: Shader básico para utilizar varias Textura 2D

```
// Fragment shader
...
uniform sampler2D myTexture1, myTexture2;     // las texturas
in vec2 texCoords;     // coordenadas de textura interpoladas

void main()
{
   ...
   // acceso a la textura para obtener un valor de color RGBA
   fragmentColor = texture(myTexture1, texCoords) * texture(myTexture2, texCoords);
}
```



Hoy veremos...

Leyendo Texeles

¿Cómo obtener el valor de la textura?

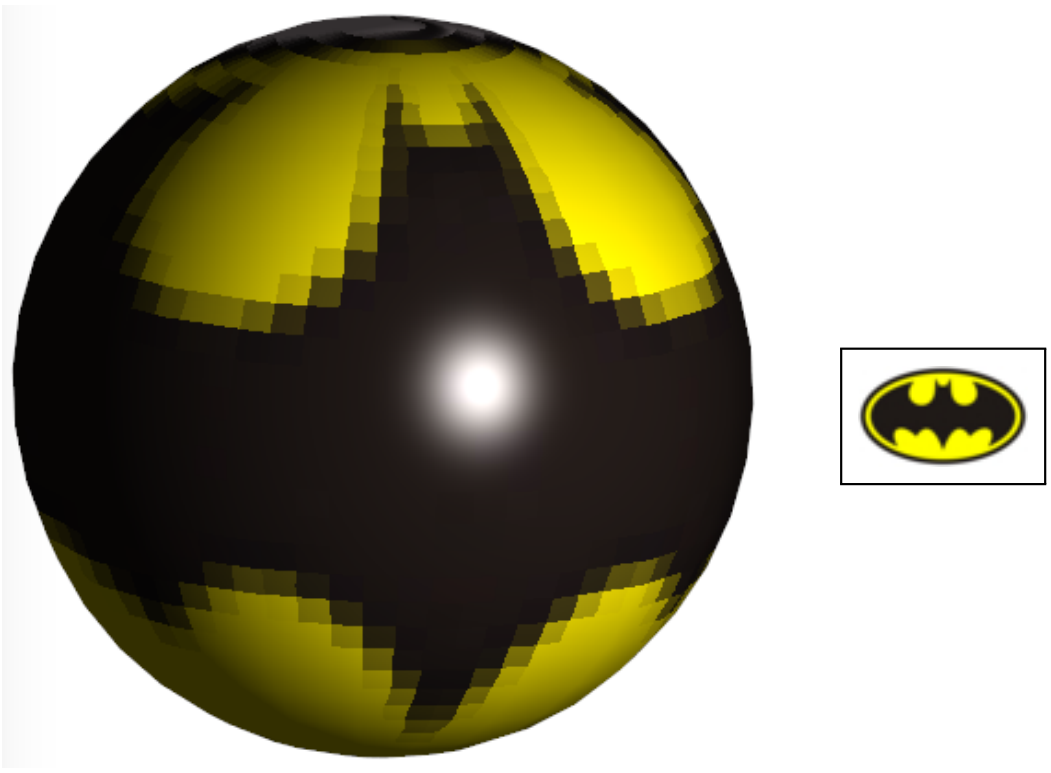
- Un Texel es un píxel de la textura.
- En una GPU moderna ($>$ 2008) se puede acceder tanto desde el procesador de vértices como desde el de fragmentos.
- Rara vez un píxel de la imagen final se corresponde con un único texel de la textura, aparecen dos problemas:
  - **Magnificación:** cuando un texel se corresponde con muchos pixeles.
  - **Minimización:** cuando un píxel se corresponde con muchos texeles.

Magnificación

Box filter

Se utiliza el *texel* más cercano. Efecto de pixelado. Muy rápido.

gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_MAG_FILTER, gl.NEAREST);

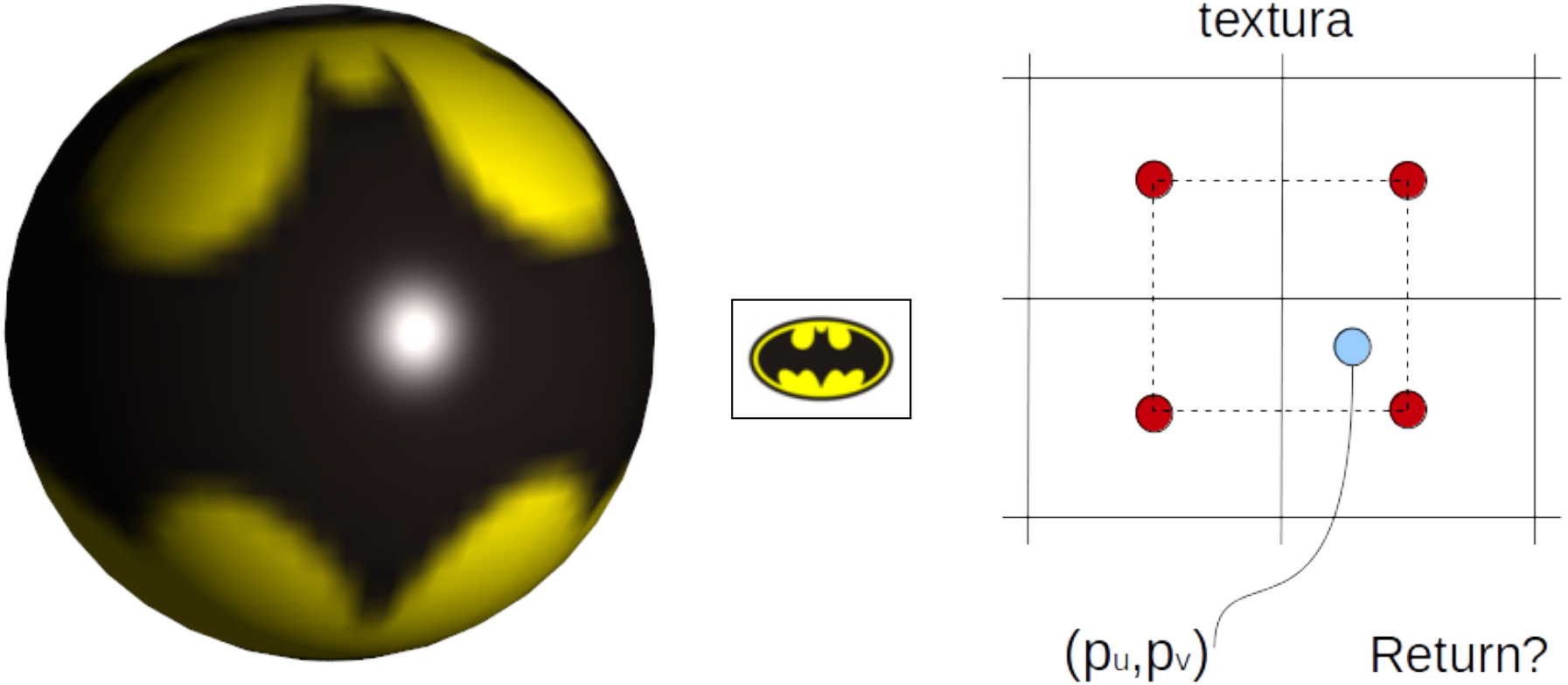


Magnificación

Bilineal filter

Utiliza cuatro *texeles* e interpola linealmente los valores. Efecto de borrosidad.

gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_MAG_FILTER, gl.LINEAR);



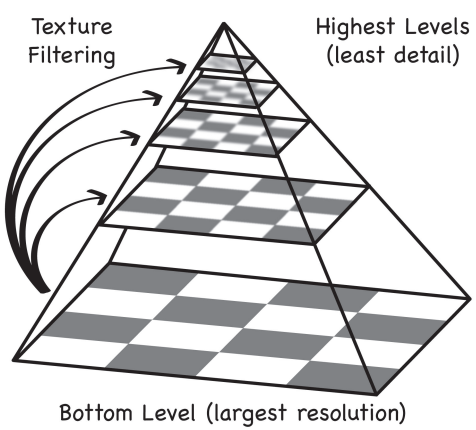
Minimización

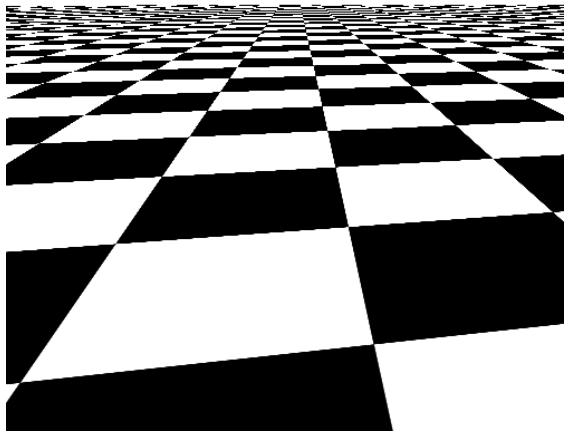
Los mismos filtros que en el problema anterior

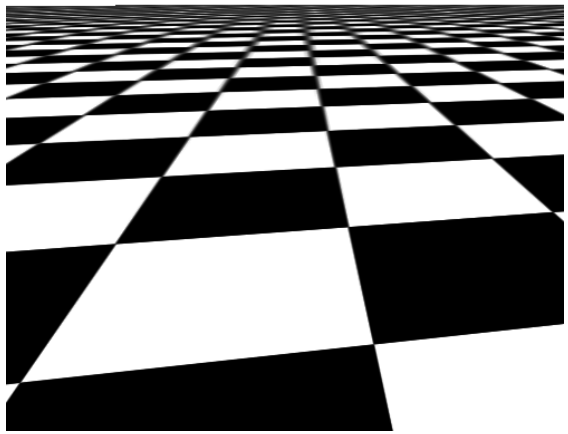
gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_MIN_FILTER, gl.NEAREST);
gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_MIN_FILTER, gl.LINEAR);

Mipmapping

Consiste en proporcionar además de la textura original un conjunto de versiones más pequeñas de la textura, cada una un cuarto más pequeña que la anterior.







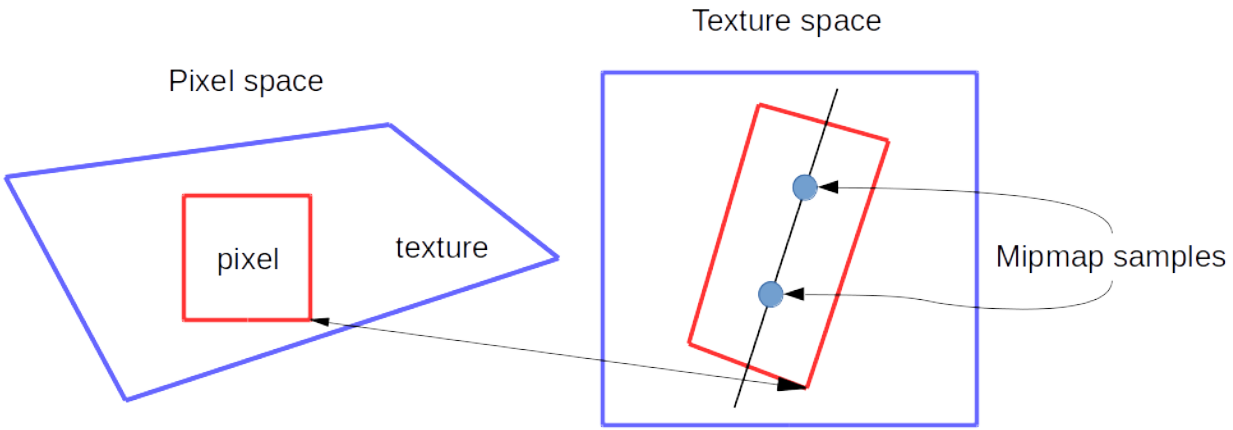
Minimización

Mipmapping

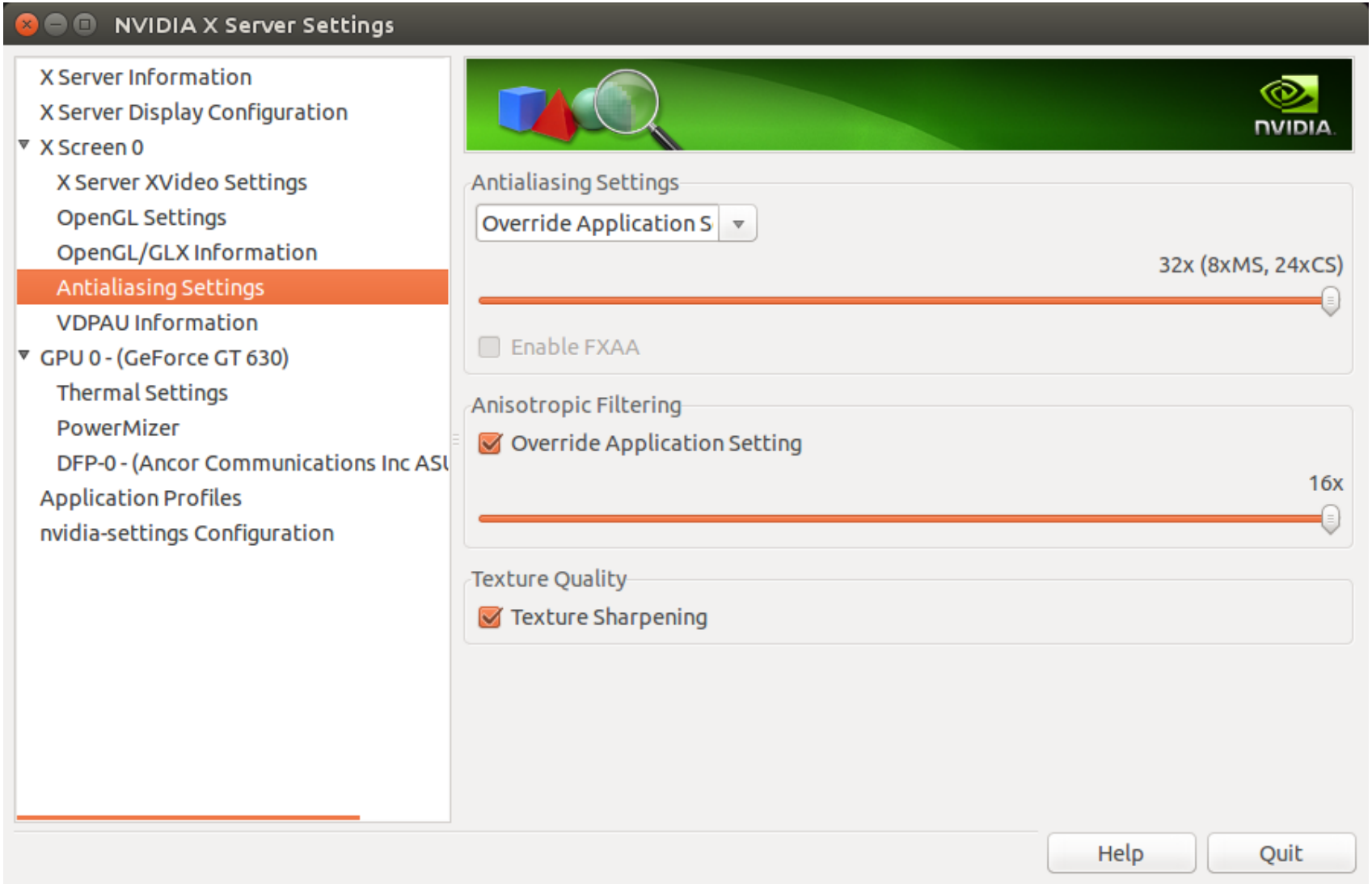
- Cada texel almacena información de cuatro texeles del siguiente nivel de más detalle.
- La GPU selecciona la textura cuyo tamaño más se acerca al tamaño de la textura en la pantalla.
- WebGL puede generar los niveles de manera automática:
  `gl.generateMipmap(gl.TEXTURE_2D);`
- Filtrado trilineal: selecciona dos texturas del mipmap, y cada una se muestrea utilizando un filtro bilineal. El color devuelto es una media ponderada de las dos muestras.
  `gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_MIN_FILTER, gl.LINEAR_MIPMAP_LINEAR);`

Filtrado Anisotrópico

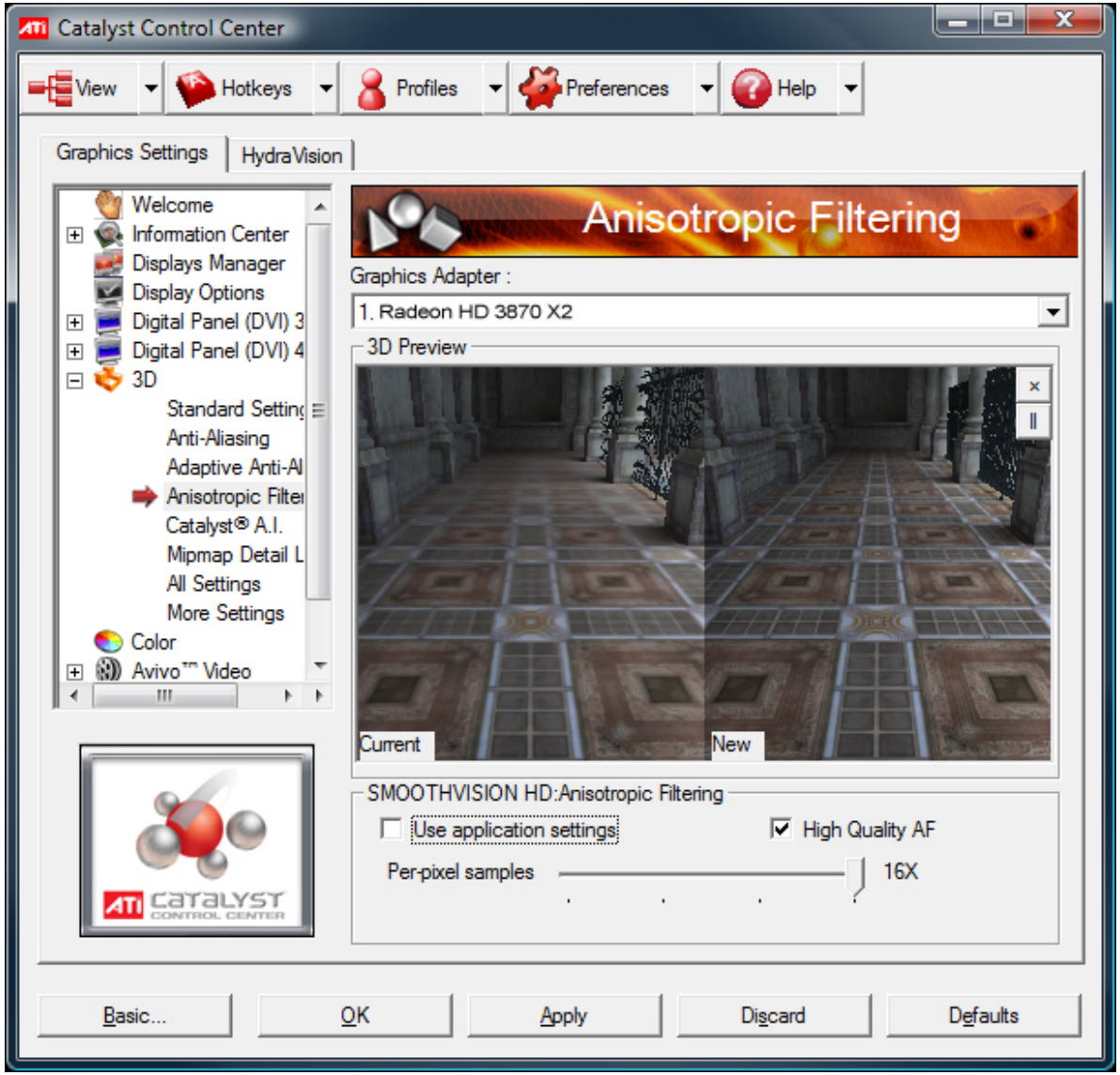
Utiliza varias muestras de un mipmap.



Nvidia Settings



Ati Settings

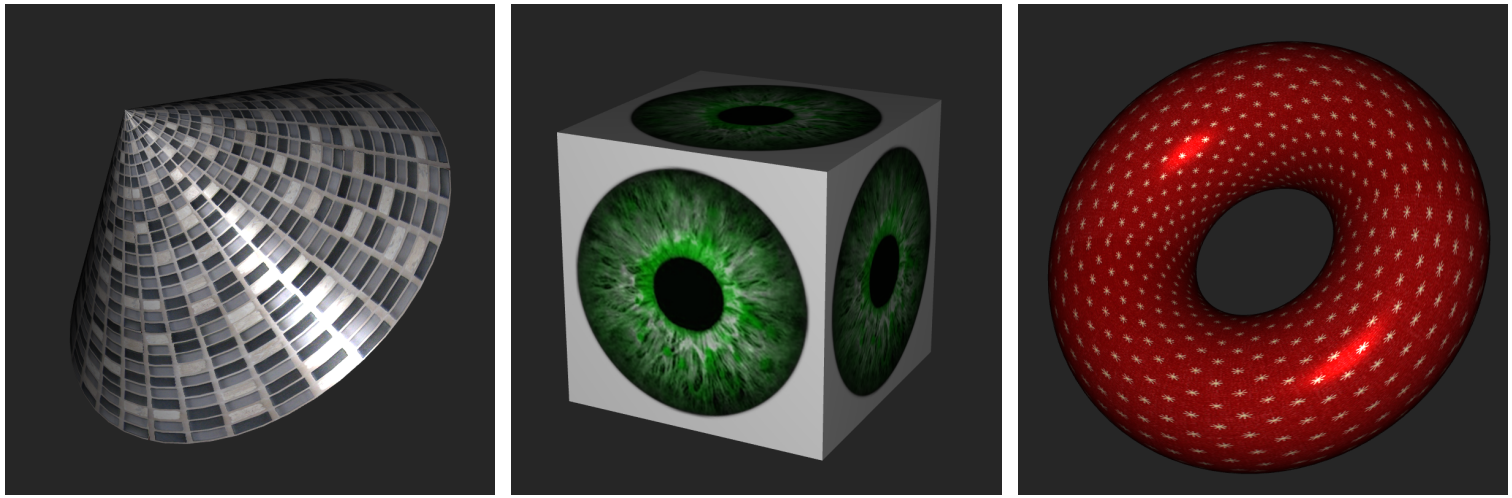


Hoy veremos...

Creación de una Textura 2D

Son tres pasos:

1. Crear un objeto textura.
2. Asignar la unidad de textura.
3. Especificar para cada vértice de la superficie sus coordenadas de textura.



Listado 3: Ejemplo de creación de una textura

```
// Crea un objeto textura
texture = gl.createTexture();
gl.bindTexture(gl.TEXTURE_2D, texture);

// Especifica la textura RGB
gl.texImage2D (gl.TEXTURE_2D, 0, gl.RGB, image.ancho, image.alto, 0, gl.RGB, gl.UNSIGNED_BYTE,
      image);

// Repite la textura tanto en s como en t
gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_WRAP_S, gl.REPEAT);
gl.texParameteri(gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_WRAP_T, gl.REPEAT);

// Filtrado
gl.texParameteri (gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_MIN_FILTER, gl.LINEAR_MIPMAP_LINEAR);
gl.texParameteri (gl.TEXTURE_2D, gl.TEXTURE_MAG_FILTER, gl.LINEAR);
gl.generateMipmap(gl.TEXTURE_2D);
```

Listado 4: Asignación de objeto textura a unidad de textura

```
// Selecciona la unidad de textura 0
gl.activeTexture(gl.TEXTURE0);

// Asigna el objeto textura a la unidad de textura seleccionada
gl.bindTexture  (gl.TEXTURE_2D, texture);
```

Listado 5: Establecimiento de la unidad a la que accede el Sampler

```
// Obtiene el indice de la variable del Shader de tipo sampler2D
program.textureIndex = gl.getUniformLocation(program, 'myTexture');

// Indica que myTexture del Shader use la unidad de textura 0
gl.uniform1i(program.textureIndex, 0);
```