

# Video mapping sobre escultura inflable

Autor: David Bedoian

[bedoiandavid@yahoo.com](mailto:bedoiandavid@yahoo.com)

## 1. INTRODUCCIÓN

Se describe el proceso de construcción de una pieza de gran volumen sobre la que se aplicarán técnicas de video mapping y reconocimientos de formas.

Se trata concretamente de la obra “Osedax” (del grupo Proyecto Biopus<sup>1</sup>), una instalación interactiva que representa un ecosistema con música y proyección de criaturas virtuales mediante video mapping. El público ingresa a una sala a oscuras y se encuentra con una escultura que representa el cadáver/esqueleto de un animal de aproximadamente doce metros. Una osamenta gigante habitada por pequeños seres virtuales, al estilo de amebas, que lo recorren (proyectados mediante mapping).<sup>2</sup>

Para la realización de este esqueleto gigante se resolvieron diferentes situaciones vinculadas a cada instancia, desde las primeras pruebas y prototipado de piezas a pequeña escala hasta llegar al montaje de la obra en escala real para su exposición. En cada etapa se atraviesa un conjunto de problemáticas constructivas determinadas por aspectos estéticos, físicos, de logística y económicos, entre otros. Cada uno de estos aspectos requieren su análisis y resolución en conjunto con aspectos informáticos, vinculados a las técnicas las técnicas de captura de video y reconocimiento de formas bitonales y realidad aumentada; como también el modo en que los usuarios podrán interactuar con la obra.



Figura 1

Instalación de la obra  
Osedax, del Grupo Biopus.

## 2. DISEÑO DEL PROTOTIPO

### 2.1. Lineamientos estéticos

La forma y apariencia de la escultura está determinada por diferentes ejes: uno estético, otro conceptual y otro vinculado a aspectos técnicos.

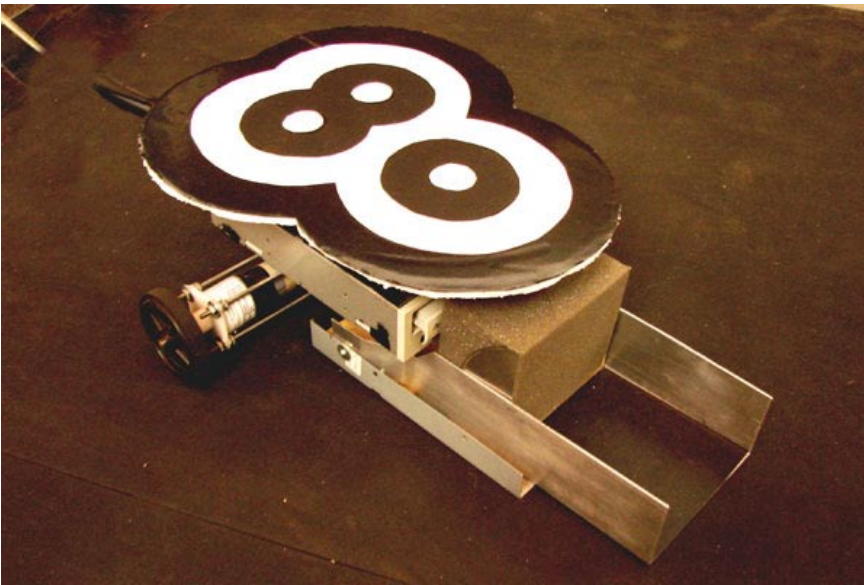
#### 2.1.1 La estética del grupo BIOPUS

Por un lado tomamos como base la estética adoptada por el Grupo Biopus en algunos de sus trabajos más recientes. Entre los rasgos característicos se destaca la utilización de figuras blancas y



Figura 2a - 2b

Ejemplos de la estética del grupo Proyecto Biopus



negras sobre fondos opuestos. Estas formas son en su mayoría circulares. Puede notarse también con regla de construcción en la formas utilizadas, que cuando las figuras utilizadas no son círculos si no que son elementos más complejos, estos elementos dejan ver como plantilla de construcción la figura circular.

## 2.1.2 La vinculación con las técnicas de video mapping

Otro eje que determinó aspectos fundamentales de la estética y la morfología está relacionado con la utilización de técnicas de captura y reconocimiento de formas mediante técnicas de visión por computadora. Esta técnica se basa en el análisis de la captura de video y reconocimiento de formas en tiempo real, existiendo diferentes procedimientos o algoritmos para realizar este análisis. Una de estas técnicas de reconocimiento de formas en tiempo real (y precisamente el que se utiliza en esta obra) lo hace por contraste bitonal.

Para el reconocimiento de formas por contraste bitonal en una captura de video se comienza por llevar la imagen capturada a escala de grises. Luego se lleva la imagen a blanco y negro. Para esto se ha establecido previamente en los parámetros de configuración un umbral para determinar qué valores de grises serán negros y

cuáles serán blancos. De esta imagen resultante se analiza cada pixel y se agrupan todos los píxeles contiguos que corresponden a una misma forma.

De este procedimiento descrito, se traslada hacia la estética un aspecto que favorecerá obtener resultados con mayor precisión: resulta conveniente que las figuras que van a ser analizadas tengan un gran contraste; idealmente figuras negras sobre fondos blancos o viceversa.

### 2.1.3 La temática y el concepto de la obra

El objeto a construir y su aspecto morfológico lo determinó principalmente la temática de la obra: Osedax. El término se refiere a unos pequeños gusanos que se alimentan de las grasas dentro de los huesos de los restos de animales marinos. En consecuencia, la escultura representa el fósil de un gran animal marino, similar al esqueleto de una ballena, que sirve de hábitat para estos seres. Para esto tomamos como referencia las fotografías de esqueletos de diferentes animales marinos, algunos de ellos prehistóricos.

### 2.2. Distribución de superficies claras y oscuras

Habiendo determinado los criterios de composición para la forma y establecida la utilización de blanco y negro para las figuras y fondos, el diseño del modelo avanza hacia determinar en qué medida y proporción se distribuirán las áreas o figuras blancas en contraposición a las zonas negras.



**Figura 5**

*Descripción de la distribución de zonas blancas y negras sobre uno de los módulos que componen la escultura, en este caso, una costilla.*





Figura 4a  
*Basilosarus*



Figura 4b  
*Dorudon.*



Figura 4c  
*Cráneo de una ballena azul.*

Por un lado, resulta conveniente disponer principalmente de zonas blancas, ya que son las zonas susceptibles de recibir la proyección de los seres virtuales<sup>5</sup> y es, por ende, donde se evidencia gran parte del comportamiento de la realidad aumentada. De todos modos, al mismo tiempo, por tratarse de un volumen de tres dimensiones, hay ciertas zonas de la forma que no podrán ser captadas por las cámaras ni recibir la proyección de los proyectores. Esta limitación surge principalmente por la perspectiva o punto de vista de la cámara (para la captura) y del cañón (para la proyección) y los alcances de la iluminación infraroja. En consecuencia y debido a esta limitación, desde el diseño resolvimos establecer estas zonas “ciegas” de color negro. De esta manera no habrá zonas blancas sin proyección o que presenten resultados indeseados en el reconocimiento de la forma.

### 2.3. Determinación de las proporciones y escala final aproximada

Otras de las pautas a tener en cuenta en la etapa del diseño tiene que ver con el tamaño final de la pieza y sus proporciones. Este aspecto está determinado principalmente por los siguientes puntos:

#### 2.3.1. Las dimensiones de la sala

Se plantea como objetivo realizar una obra de gran tamaño, capaz de resolver en un sentido escenográfico el montaje en una sala de grandes dimensiones. Dispusimos en ese momento alcanzar un volúmen de la escultura de dimensiones aproximadas a doce metros de largo, por cuatro metros de ancho, por dos metros de alto.

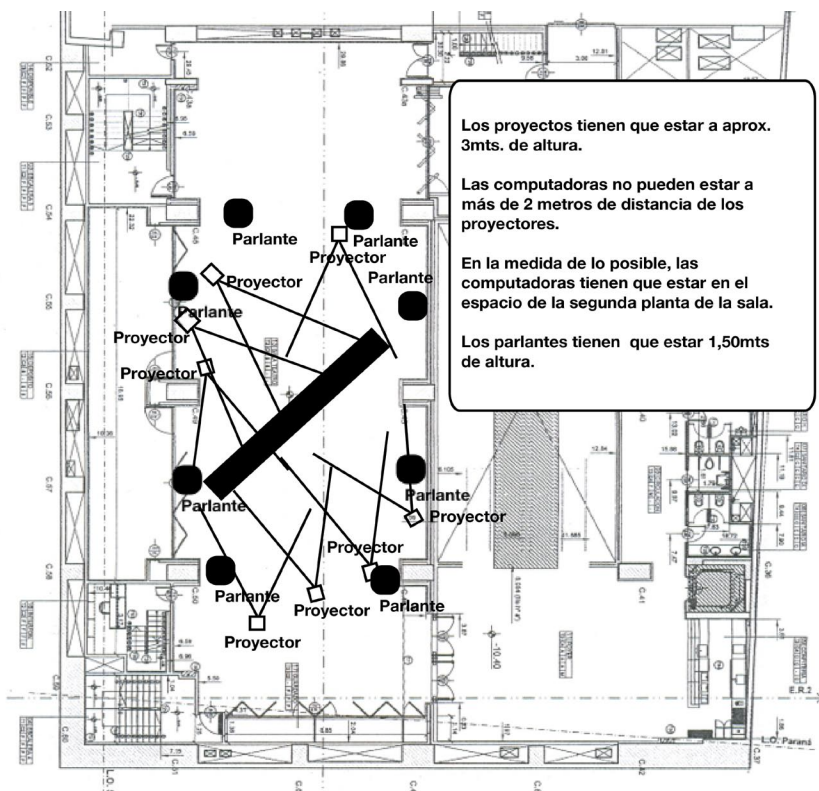


Figura 6

Ubicación de la escultura inflable en la sala.

### 2.3.2. El modo de interacción

El modo de interacción planteado requiere que la escultura esté al alcance de los visitantes. El público interactúa con la obra generando zonas de conexión entre las diferentes zonas blancas de la escultura. Estas conexiones se logran aproximando elementos blancos. Los visitantes pueden utilizar cualquier elemento que la cámara vea como blanco; incluso puede ser su misma presencia, dependiendo del color de su vestimenta. Para esto se ha previsto disponer en el suelo varios elementos manipulables que acompañan la estética de la obra y que los participantes pueden tomar y utilizarlos para aproximarlos y así conectar diferentes zonas blancas de la escultura.

### 2.3.3. Limitaciones por los dispositivos de captura y proyección

Una vez más la técnica de video mapping determina nuevos parámetros a tener en cuenta durante la elaboración del prototipo. Ya que en esta técnica se utiliza la captura de video y proyección sobre la superficie de la obra, surge una limitación de tamaño relacionada al ángulo de apertura de la captura y de la proyección. Este ángulo de apertura de la cámara y del cañón, delimitan un cuadro de visión y de proyección. Por consiguiente, la escultura no podrá excederse en tamaño de la posibilidad de cobertura de estos dispositivos.

Este esquema representa la cobertura de uno de los módulos de captura y proyección de video en el eje vertical. Cada uno de estos módulos cuenta con una cámara para resolver la captura de video que será analizado por un procesador y un proyector de video, para proyectar las imágenes de video mapping sobre la escultura. La superficie que puede llegar a cubrir cada uno de estos módulos está determinado tanto por el ángulo de visión de la cámara y del proyector, como así también las dimensiones de la sala.

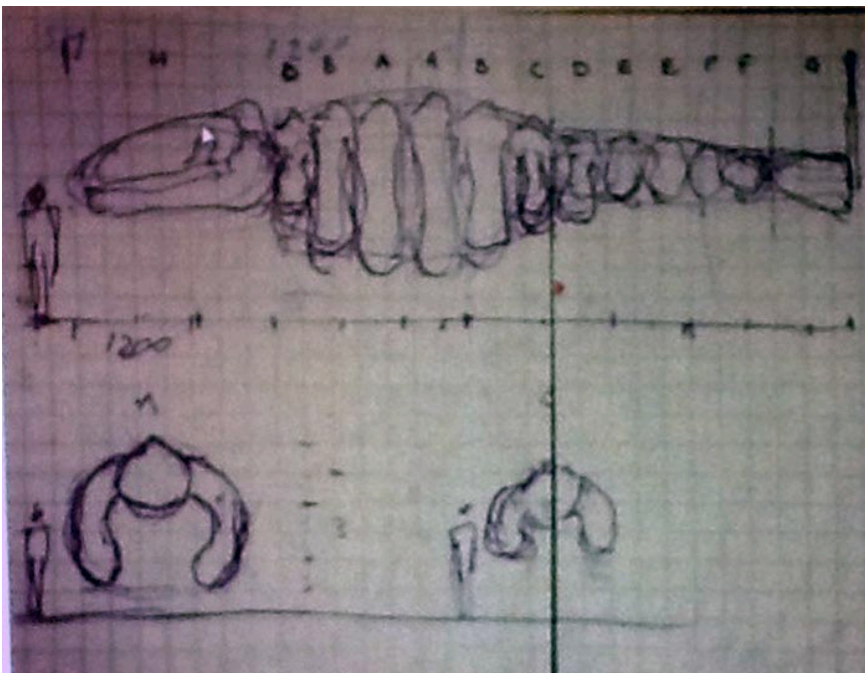


Figura 7

Boceto de la etapa de diseño, donde se plantea el tamaño de los módulos que componen la pieza en relación a la escala de una persona.



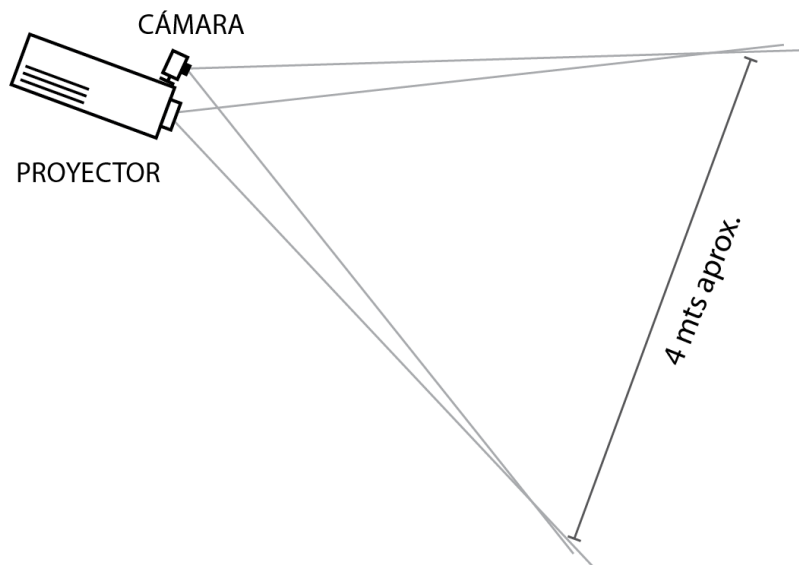


Figura 8

Esquema de cobertura de un módulo de captura y proyección de video mapping

Un mayor ángulo de visión tanto de la cámara como del proyector permitirá cubrir una mayor superficie de captura y proyección. Cabe aclarar que si la cámara y el proyector no poseen el mismo grado de visión, debe tomarse como referencia el menor de ellos.

Por otro lado, la superficie de cobertura puede ampliarse ubicando el módulo de captura y proyección a mayor distancia. Es en este caso donde las dimensiones de la sala donde se montará la obra podrían presentar una limitación. De todos modos utilizando dispositivos de captura y proyección de características estándar, demasiada distancia entre la escena y el módulo puede resultar en detrimento de la calidad, tanto de la captura como de la imagen de video proyectada.

Considerando que se utilizarán equipos de calidad estándar y previendo la ubicación de los módulos para captura y proyección a una distancia apropiada, se prevee que cada módulo puede cubrir una superficie de tres a cinco metros de ancho, por tres a cuatro metros de alto.

Cada uno de estos módulos de captura y proyección puede funcionar de manera independiente al resto. Esto resulta una gran ventaja en el hecho de que pueden repetirse cuantos módulos sean necesarios para ampliar la superficie cubierta. De esta manera, pueden disponerse varios módulos en sentido horizontal, con el fin de cubrir el largo total de la escultura, tal como se ve representado en el plano de la sala en la Figura 06.

## 2.4. Determinación de secciones y módulos

Una vez diseñado el modelo y establecidas las dimensiones finales de la obra, procedimos a identificar posibles secciones y módulos. Cuando nos referimos a secciones, estamos hablando de una porción de la escultura que puede estar compuesta por uno gran



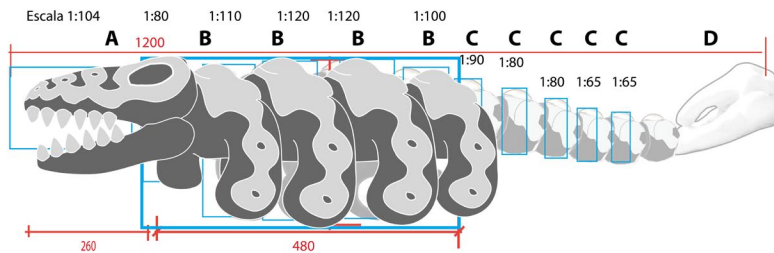


Figura 9

Esquema de módulos.

elemento o la suma de varios módulos conectados. Los módulos son los elementos que podrán duplicarse (cambiando algunas de sus propiedades, como por ejemplo el tamaño) y conformar entre varios una sección.

En este caso en particular, podemos identificar las siguientes secciones y módulos que componen la escultura:

#### 2.4.1. Ventajas de seccionar el modelo

La generación de secciones supone varios beneficios en diferentes aspectos, tanto para la etapa de diseño y producción como para la etapa de traslado y montaje.

##### 2.4.1.1. Ventajas de las secciones en la etapa del diseño de prototipo

En cuanto a la etapa del diseño del prototipo, identificar cada sección permite agrupar las partes de la obra que requieren su complejidad en particular y que puedan ser diferentes al resto de los elementos de la escultura.

Por ejemplo, una de las secciones comprende el cráneo de este animal marino conectado a uno de los módulos de costilla. Por otro lado, otra sección de la obra se compone solamente por la conexión de estos módulos costilla. En ese sentido, la sección del cráneo supone un grado de complejidad mayor y por ende una modalidad de análisis y producción del prototipo diferente a las secciones de la columna.

##### 2.4.1.2. Utilidad de las secciones para adaptación a diferentes escenarios o salas

Otra gran ventaja de seccionar la obra es la posibilidad de variar la cantidad de secciones al momento del montaje. La escultura que hemos diseñado está prevista para un largo final de unos doce metros aproximadamente. Esto puede cubrir un gran espacio escénico en el caso de contar con una sala de estas características. Pero si el montaje tuviera que darse en un espacio de menor dimensión, puede descartarse alguna de las secciones que componen la obra, ensamblándolas de manera diferente, y así obtener una escultura de menor tamaño.

### 2.4.1.3. Ventajas de las secciones para el traslado y montaje de la obra

La posibilidad de desconectar entre sí cada una de las secciones de la obra resulta también en un beneficio al momento de la logística y el montaje. Por un lado, puede distribuirse el peso y las dimensiones del empaque en diferentes bultos; tantos de ellos como secciones.

También resulta en piezas más livianas y de mayor facilidad para su manipulación tanto para la etapa de producción, como para el momento del montaje.

En cuanto al mantenimiento, si alguna de las piezas de la obra resultara dañada al grado de no poder repararse, puede eventualmente tomarse la decisión de reemplazar sólo la sección que comprende la pieza dañada.

### 2.4.2. Ventajas de modularizar las secciones

Los módulos son elementos de menor complejidad constructiva, que unidos entre sí componen una sección. Una de las ventajas de encontrar en el diseño la unidad modular se ve reflejada principalmente durante el proceso de producción de la obra.

En el caso de Osedax, por ejemplo, uno de los módulos que hemos identificado corresponde a una costilla (Módulo B, de la Figura 09). Otro ejemplo de módulo en esta misma obra es la vértebra (Módulo C, de la Figura 09). Ambos módulos pueden repetirse, variando progresivamente su tamaño para conformar las secciones del cuerpo de la escultura.

Al tratarse el módulo de un elemento de menor complejidad (en relación a las secciones), su proyección en el diseño puede resolverse con reglas constructivas también más simples.

#### 2.4.2.1. Composición mediante ejes de simetría

En el caso de las costillas, su composición tiene intrínsecos dos ejes de simetría. Uno es el que divide y refleja la parte de atrás con la de adelante y otro es el que corresponde a las porciones izquierda y derecha.

Como ventaja estética, la utilización de estos ejes como referencias constructivas, principalmente el eje de simetría izquierda y derecha, permite obtener piezas acordes a la anatomía del animal que intentamos representar.

Por otro lado, la composición simétrica permite trabajar a nivel de prototipo con una de las mitades, previendo la replicación de la misma en espejo para obtener la segunda mitad. En este caso en particular, al tratarse de una doble simetría, la simplificación de diseño de prototipo se reduce a un cuarto del módulo; ya que el mis-

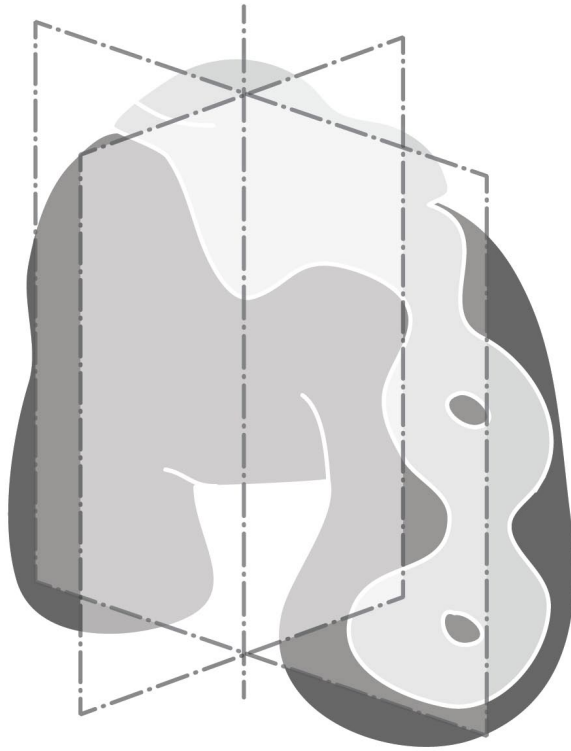


Figura 10

Esquema de representación de los ejes de simetría del módulo costilla (B)

mo podrá duplicarse en espejo para completar primeramente una mitad del módulo, y luego ambos cuartos puede duplicarse para completar la segunda mitad del módulo. Esta ventaja de replicación en espejo de cada porción del módulo se verá aprovechada en la etapa de producción de los moldes que conformarán cada pieza.

### 3. Despiece del volumen

Una vez concluido el diseño del modelo en tres dimensiones, procedimos al despiece de su superficie para el desarrollo del volumen a escala. Durante esta etapa las principales cuestiones a tener en cuenta están relacionadas con los materiales a utilizar, los fenómenos físicos que actúan relacionados con la presión del aire, las técnicas constructivas; entre otras.

La escultura del animal marino que corresponde a la obra de Ose-dax está construida con polietileno. Este material tiene varias ventajas en relación a otros materiales utilizados en la construcción de esculturas inflables:

- Puede conseguirse o encargarse en una amplia variedad de colores.
- Disponible en bobinas de diferente ancho.
- Se fabrica en diferentes espesores.

- Es un material relativamente económico.
- Utilizando una técnica de soldadura por calor, se pueden realizar costuras sin utilización de otros insumos.

Así también este material tiene algunas desventajas:

- Es un material sin elasticidad, por lo que los planos que conforman los gajos no se adaptan fácilmente al volumen.
- Si es sometido a torsiones puede llegar a rasgarse en los puntos donde se genera la acción mecánica de las arrugas de manera repetida.
- Si se requiere material de algún color y/o espesor específico, se consigue sólo por pedido. En ese caso, debe encargarse una gran cantidad.
- En la mayoría de los talleres de producción el ancho máximo de las bobinas es de 70cm.

### 3.1. Características del material de la escultura de Osedax

Para la realización de la obra de Osedax, hemos trabajado con bobinas de polietileno de dos colores: blanco y negro. Como hemos mencionado anteriormente, esto responde no sólo a una propuesta estética, si no también a la técnica de captura de video para videomapping. Por este motivo, durante la selección del material, resultó importante realizar pruebas de captura de video. La principal condición que debe verificarse es que la cámara “vea” como negro el material negro en las condiciones de instalación de la obra. Esta prueba debe realizarse porque al utilizarse iluminación infrarroja y realizar la captura de video a través de una cámara filtrada, los resultados que se obtienen de las capturas con este dispositivo puede diferir de la percepción visual del ojo humano.

#### 3.1.1 Diseño de los gajos

El proceso que se lleva adelante en esta etapa es la obtención de los planos que luego conformarán el volumen final a escala real. Resulta pertinente un estudio topológico<sup>4</sup> de la superficie que conforma el modelo, para obtener el diseño de corte más eficiente. Se tienen en cuenta tres principales aspectos:

- El tipo de material: ya hemos mencionado que el material utilizado (polietileno) no tiene mucha elasticidad. Por este motivo, esta etapa requiere un análisis adecuado para identificar los puntos de torsión sobre la superficie del volumen, ya que el material tiende a permanecer plano. En el caso de los planos en los que se produzcan torsiones el resultado serán arrugas o pliegues.

- La presión del aire: también se debe considerar la presión interna del aire por la acción del inflado. Esta fuerza interna que ejerce el aire tiende a transformar el volumen que lo contiene hacia una forma esférica. En una esfera de dimensiones uniformes, la fuerza de la presión del aire es uniforme sobre toda su superficie. Cuando



la forma del volumen contenedor no es esférico, como en el caso de nuestra escultura, la presión no es uniforme en toda su superficie. El resultado de esta acción hace que los planos que conforman los gajos del volumen tengan la tendencia a torserse. En consecuencia, resulta conveniente prever que los gajos adoptarán esa forma y tomar la decisión de los cortes de los gajos considerando esta acción, realizando gajos más chicos o realizando un “pinzado” perpendicular a los bordes de cada gajo.

- También considerando el aspecto estético el criterio de corte de los gajos responde a ir creando las formas de figura y fondo entre blanco y negro, intercalando el color del material utilizado. Solo en algunos casos donde la figura sea muy pequeña, lo conveniente será dibujar esa figura aplicando material superpuesto posteriormente.

## 4. Armado de la pieza a escala

### 4.1. Corte de los gajos

Una vez obtenido el despiece de la superficie en formas de gajos procedimos a la realización de los gajos a su escala final. Esta ampliación a escala puede variar en la generación de un mismo módulo a otro. Esto permite obtener porciones de la obra de forma similar, pero diferente tamaño; posibilidad muy útil para la generación de varias costillas o vértebras.

La ampliación se realiza mediante la proyección de la imagen de los gajos sobre una superficie que permita colocar el polietileno para trazar sobre este las líneas de corte. Se toma como referencia una medida adjunta al momento de la captura de los gajos, como se muestra en la Figura 13 del punto anterior.

Durante este proceso resulta oportuno identificar claramente los

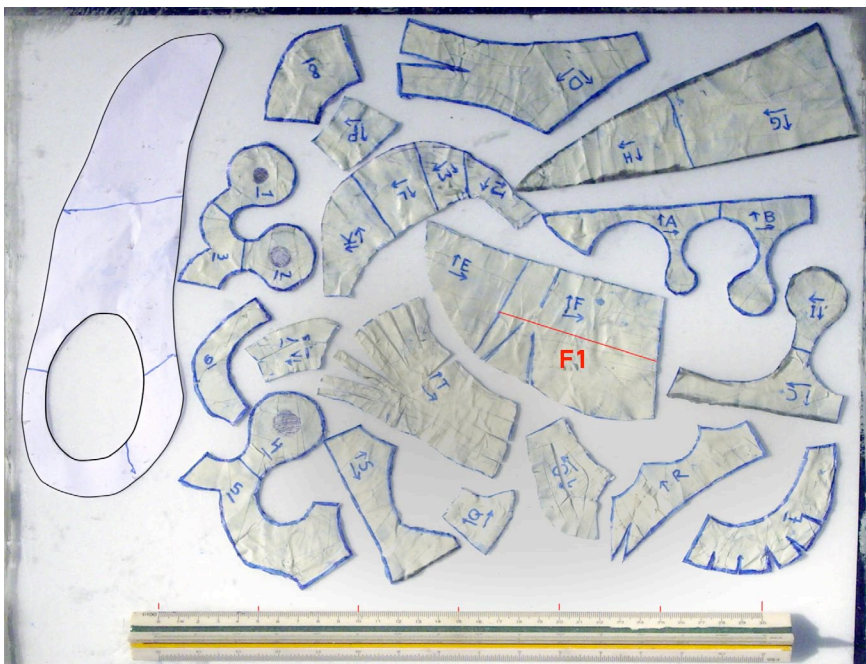


Figura 11

Diseño del prototipo del cráneo a escala 1:100, y el trazado sobre el mismo de los cortes para obtención de los gajos.



Figura 12

Fotografía del despiece de los gajos con la referencia de la escala para su posterior ampliación y corte a escala final.

nombres de cada gajo trazado y cortado, como así también a la escala que se realizó la ampliación. De lo contrario, resulta muy complicado identificar cada pieza para su posterior armado. Para optimizar esta tarea de identificación y clasificación, se pueden disponer los recortes sobre una pared, colgándolos con una cinta de papel que contenga el nombre del gajo. También puede utilizarse un fibrón para pizarra sobre el polietileno; luego podrán borrarse con un paño seco las anotaciones y referencias realizadas.

#### 4.2. Unión de los gajos

Como hemos mencionado anteriormente, una de las ventajas de utilizar polietileno es la posibilidad de unir las partes por medio de soldaduras con calor. De esta manera no se requieren insumos ni tiempos prolongados de secado de adhesivos.

Las soldaduras por medio de calor fusionan las dos piezas, realizando una unión muy resistente, capaz de soportar la presión interna del aire que mantiene inflada la escultura. Además, el cierre es bastante hermético, lo cual es una ventaja para mantener la escultura suficientemente rígida, conservando la presión del aire.



Figura 13

Ejemplo de ampliación que muestra la relación entre el prototipo y la pieza resultante.



Figura 14

Clasificación del material recortado.



Figura 15

Unión de los gajos por medio de soldaduras con calor



## 4.2. Flujo del aire

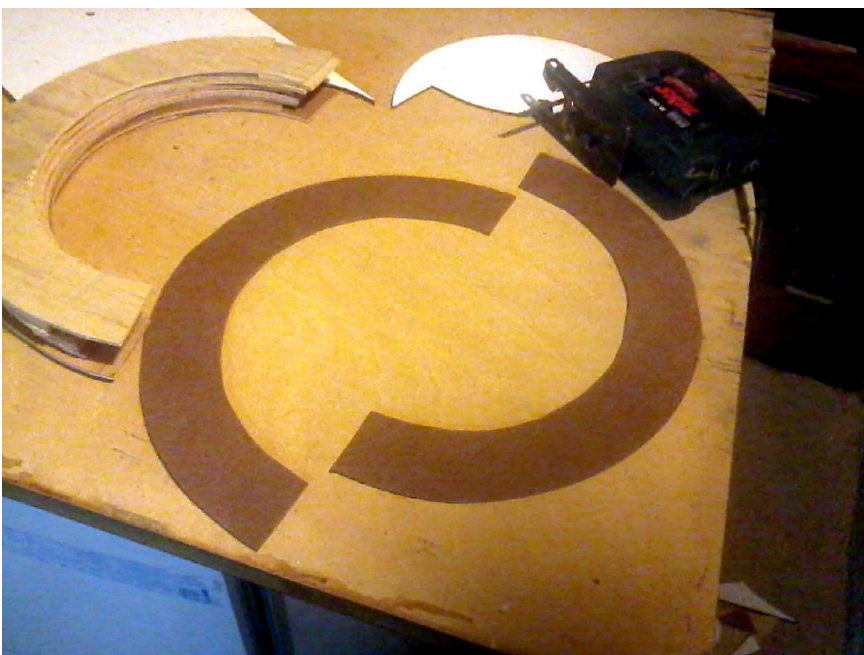
### 4.2.1. Flujo interno

Una vez concluida la construcción de los módulos y secciones que componen la escultura, procedimos a crear los ductos y conectores de aires para el inflado constante del volumen. Para poder desmontar las secciones una de otra, diseñamos un sistema de acople que permita conectarlas entre sí. Resultó importante para este punto conseguir un tipo de empalme resistente, que pueda soportar la tracción por la presión del aire y el movimiento por la acción del público. Por otro lado, en las primeras pruebas con conectores demasiados pequeños (12 cms diámetro), la presión del aire disminuía considerablemente por cada pasaje. Esto producía una tensión interna del aire mucho mayor en la sección que recibe el aire, y una tensión mucho en cada sección por cada pasaje de aire. Alcanzamos la medida óptima para un buen pasaje de aire sin pérdida de presión construyendo anillos de madera de 30 centímetros de diámetro interno.

Como puede notarse en las Figuras 16a y 16b, el anillo de empalme está construido por dos piezas de madera. Esto permite que estas piezas se plieguen sobre sí mismas cuando la escultura se desinfla para su embalaje. Es es un detalle no menor, ya que son las únicas piezas rígidas de toda la escultura; pero de esta manera se conserva la posibilidad de la reducción del volumen al momento del doblado para su embalaje y traslado.

### 4.2.2. Conexión de la turbina

Por el hecho de que la escultura no es totalmente hermética el aire que mantiene la presión interna de la pieza tiende a escapar, lo que resulta en cierto ablandamiento de la superficie y un aplas-



**Figura 16 a**

*Diseño de los empalmes que permiten conectar y desconectar las secciones entre sí.*





Figura 16 b

*Anillo conector aplicado a la cara correspondiente de la sección. El diámetro interno es de 30 centímetros, lo que permite un buen pasaje del aire sin pérdida considerable de presión.*

tamiento de la estructura general. Por este motivo, la presión se mantiene constante enviando continuamente aire por medio de la turbina que se utiliza para el inflado.

El inconveniente con esto es que el funcionamiento constante de la turbina durante la instalación produce una importante contaminación sonora en el ambiente. Para atenuar este efecto, resolvimos ubicar la turbina lo más alejado posible de la escena. El aire es enviado desde la turbina hacia la escultura mediante un tubo construido con polietileno negro, el mismo material utilizado para la escultura.

Idealmente lo conveniente sería poder ubicar la turbina fuera de sala donde se encuentra instalada la escultura. Pero si esto no fuera posible y sumado a posibles características acústicas inapropiadas de la sala, pueden reducirse unos decibeles de ruido ambiente construyendo una jaula que actúe como trampa sonora alrededor de la turbina. Para esto pueden utilizarse materiales aislantes acústicos, como cartón, madera, lana de vidrio, espuma de goma, etc.

## 4. Embalaje

Como hemos ya mencionado a lo largo del proceso de diseño y construcción de la pieza, una de las principales ventajas de la técnica de producción de la escultura es su practicidad en lo conserniente a la logística de almacenamiento y traslado. En el caso particular de Osedax se trata de una obra de aproximadamente 12 metros de largo, 4 metros de ancho por 3 metros de alto. Todo este volumen es capaz de ocupar un espacio escénico mucho mayor. Pero todo este volumen puede ser reducido a un bolso de 1 metro por 80cm por 40cm aproximadamente. Y todo esto con un peso no superior a 25 kilogramos.



Figura 17

Escultura embalada para su traslado.



Figura 18 a y b

Montaje de la obra. En la primera imagen se puede ver la escultura inflable con iluminación ambiente de sala. En la segunda imagen se muestra el resultado de la aplicación de animaciones mediante proyección de video.

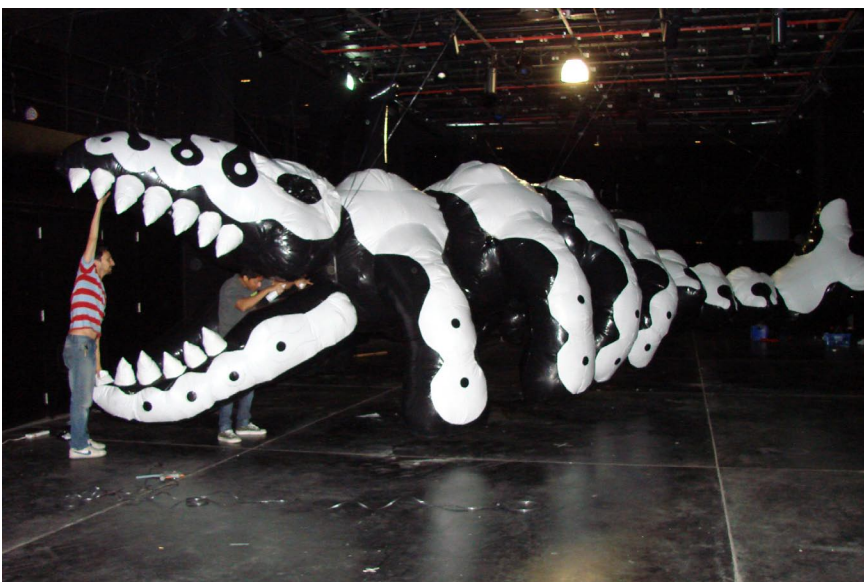


Figura 19

Momento de terminación de detalles. En este caso, se aplican las piezas que conforman los dientes.



Figura 20

Referencia de la escala final de la obra.

## Referencias

1. Proyecto Biopus es un grupo de artistas que investigan el arte interactivo, explorando nuevas formas de interacción entre la obra y el público.
2. Tomado del sitio oficial del grupo Biopus: <http://www.biopus.com.ar/obras/osedax/>
3. Esto es mediante la técnica de video mapping o realidad aumentada
4. Stewart, Ian: Conceptos de matemática moderna. Alianza Universidad, 1988. p. 171.