



# Arquitectura, Datos y Forma: una primera Aproximación Instrumental

Rodrigo Culagovski R.  
 Sebastián Guevara S.  
 Pontificia Universidad Católica de Chile  
 rodrigo.cr@gmail.com

The production of forms via iterative computational processes allows designers to operate on datasets that would be too large to be managed via traditional analog methods. This fact opens the door to new aesthetic and formal experimentation as well as attempts to reference or influence large scale phenomena such as geographical or network based situations. This document presents the results of a series of investigations into the creation of algorithmic and parametric methods or instruments that could inform architectural practice. The work was done by the authors within the Masters of Architecture Program of the Catholic University of Chile.

## Introducción

La producción de formas a través de la iteración de instrucciones computacionales ha permitido a los diseñadores y arquitectos trabajar sobre formas que surgen de campos de datos demasiado extensos y complejos para ser abordados mediante metodologías análogas tradicionales.

Esta posibilidad de trabajar a partir de datos ha ampliado el campo de acción posible de los arquitectos, permitiendo el trabajo sobre fenómenos de gran escala como los geográficos y los de redes.

Dentro del programa de Magister en Arquitectura de la Universidad Católica de Chile los autores han desarrollado una serie de métodos o instrumentos que podrían abrir nuevas avenidas de exploración formal y teórica. Esta investigación expone estas investigaciones y algunos primeros resultados.

## 1. Sistemas de análisis e intervención topográfica.

Se presenta una serie de operaciones proyectuales iterativas, generadas a partir de la aplicación de herramientas de análisis y modificación topográficas a contextos definidos y puntuales. Dichas herramientas analíticas definen nuevas aproximaciones formales respecto de la arquitectura y su entorno inmediato. Se pretende generar aproximaciones que tomen en cuenta una mayor cantidad de información y se adapten más fielmente a la realidad de los lugares estudiados.

En este espíritu, se generó una serie de scripts simples en Maxscript (lenguaje interpretado incluido dentro de la aplicación 3ds Max de Discreet) que permiten procesar una topografía base (representada como una malla triangulada), modificando su representación y geometría según una serie de algoritmos paramétricos.

### 1.1 Suavizar

Altura ajustada por promedio de alturas de vértices colindantes. Minimiza las diferencias de curvatura, dando un manto más continuo.

```
terreno = copy $
convertTomech terreno
vertices = terreno.verts
oldterreno = copy terreno
for i = 1 to getNumVerts terreno do
(
punto = vertices[i].pos
bordes = (meshop.
getEdgesUsingVert terreno i) as
array
conectv = (meshop.
```

```

getVertsUsingEdge terreno
bordes) as array
puntón = [0,0,0]
count = 0
for vertn in conectv do
  (
    puntón +=
    vertices[vertn].pos
    count += 1
  )
delta = (puntón/count)
oldterreno.verts[i].pos = delta
)
delete terreno
update oldterreno
select oldterreno

```

### 1.2 Cuantizar

Lleva los vértices del terreno a posiciones cuyas coordenadas sean múltiplos de factores paramétricos. Selección de qué información destruir y cual conservar.

```

terreno = copy $
convertTomesh terreno
vertices = terreno.verts
escala = 10
for i = 1 to getNumVerts terreno do
  (
    point = vertices[i].pos
    x = point.x
    y = point.y
    z = point.z
    x=ceil(x/(escala*2))*escala*2
    y=ceil(y/escala)*escala
    z=ceil(z/(escala/2))*(escala/2)
    vertices[i].pos = [x,y,z]
  )
update terreno
select terreno

```

### 1.3 Contención

Generación de nueva volumetría relacionada con un rango de pendientes construyendo un nuevo terreno que contiene o apoya el original.

```

terreno = copy $
convertTomesh terreno
caras = terreno.Faces
desplaza = 2
rango = 0.5
for i = 1 to caras.count do
  (
    normal = getFaceNormal terreno
    i
    test = abs(normal.z) < rango
    if test then
      (
        centro = meshop.
        getFaceCenter terreno i
        cara = caras[i] as

```

```

bitarray
vect = getFaceNormal
terreno i
vect.z = 0
meshop.extrudeFaces
terreno cara desplaza 0
dir:vect
)
)
update terreno
select terreno
terreno.pos = [0,0,-1]
gc()

```

## 2. Adaptación de programa generativo.

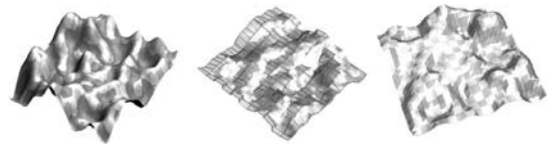


Figura 01 Suavizar / Cuantizar / Contención

Estudio de mecanismos mediante los cuales se puede generar una protoforma a partir de reglas e interacciones locales, tomando en cuenta un campo de información, en este caso topográfica. No se plantea como una simulación ni como una propuesta composicional, sino como una entrada alternativa al problema del surgimiento de la forma construida.

Este ejercicio estudia mecanismos mediante los cuales se puede generar una protoforma a partir de reglas e interacciones locales, tomando en cuenta un campo de información, en este caso topográfica.

### 2.1 Jerarquía

Sistema jerárquico, cada nivel se descompone en subniveles.

### 2.3 Orientación

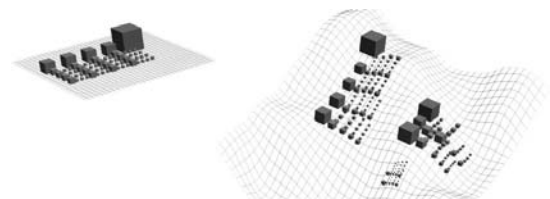


Figura 02

Sistema jerárquico que modifica su orientación de acuerdo a la dirección del terreno.

### 2.4 Aplicación



Figura 03

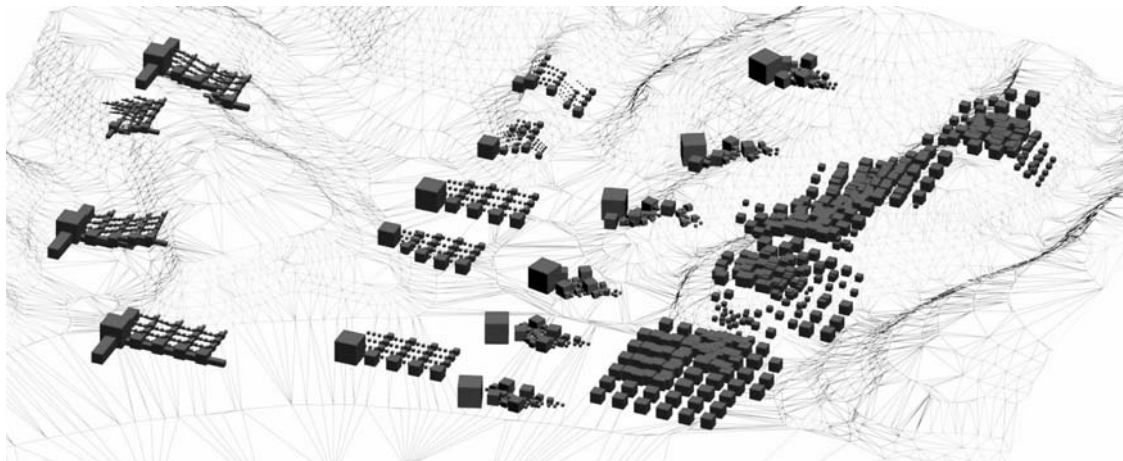


Figura 04 Aplicación en sector La Matriz

Experimentación con herramientas en topografía real del sector La Matriz de Valparaíso. Permite ver como la aplicación de reglas geométricas muy simples genera una ocupación de la topografía que evoca los patrones de ubicación reales.

### 3. Envoltente informada

Una tercera instancia de la investigación realizada tiene que ver con la capacidad de poder manipular, controlar y proyectar de acuerdo a las fuerzas que afectan a un objeto, en este caso, una envoltente.

El adoptar un método elástico (incluso topológico) respecto de la génesis de la forma de un objeto arquitectónico, implica la creación de sistemas híbridos (esto es, abiertos a mutar en su morfología) dentro de territorios definidos por fuerzas dinámicas; así como la posibilidad de generar una mayor proximidad e interacción entre territorio y objeto.

En este caso, se utiliza la fuerza eólica como la principal fuerza dinámica; destinada a modificar las formas, distribuciones espaciales y comportamientos, tanto del territorio en el cual se desenvuelve, como sobre un objeto específico (la arquitectura en este caso).

Bajo esta postura de diseño específica, el objeto arquitectónico es un ente destinado a evolucionar y mutar; debiendo ser simulado, definido, inducido y materializado a través de procesos espaciales y formales que responden a exigencias y fuerzas dinámicas externas.

La exactitud geométrica provee a la arquitectura con un aparente lenguaje universal, a través del cual ella presume poder mantenerse intacta a lo largo de la historia, del contexto y de la cultura en la cual se encuentra inserta. Una vez más, el concepto de permanencia es avalado como

finalidad última de la disciplina arquitectónica, y es la exactitud geométrica la cualidad que le imprime un sello reconocible por todos los que son espectadores de ella.

En este sentido (y en numerosas ocasiones), la arquitectura tiende a utilizar formas simples, repetibles y de fácil asociación a través de la percepción óptica; las cuales (supuestamente) hacen alusión a coordenadas espaciales y de distribuciones puras y precisas, y a un manifiesto implícito de estética y belleza.

Las formas que no presentan simetría, ni repetición, ni elementos o patrones compositivos reconocibles o reductibles; son consideradas comúnmente como formas inexactas. Independiente al hecho que una forma o geometría pueda responder a fuerzas externas, variables climáticas, o patrones de uso y circulación específicos que demanden de ella una deformación y adecuación; es finalmente la exactitud geométrica el parámetro (óptico) a través del cual estas particularidades íntimamente asociadas al significado y trascendencia del objeto arquitectónico, son reducidas al término de inexactitud.

Esta brecha entre una arquitectura geométrica

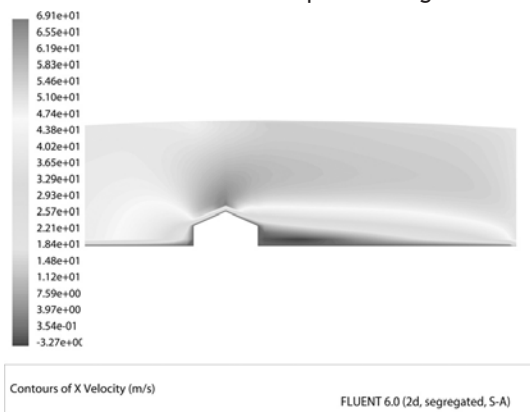


Figura 05

y formalmente finita; y la estructura implícita de un organismo natural, es posible de ser disminuida a través de la utilización de geometrías inexactas, deformables y de permanencia reducida (mutables en el tiempo).

Sin embargo, la precisión geométrica puede ser utilizada como una manera de analizar, calibrar y regular las deformaciones a realizar sobre un objeto arquitectónico inicial. Un ejemplo de esto lo proporciona el análisis a través de cortes paralelos múltiples, los cuales, mediante la precisión y repetición permiten el estudio de cualquier forma de propiedades geométricas inexactas.

A partir de la definición anterior, se genera una nueva aproximación respecto del objeto arquitectónico y su entorno. A través de procesos de iteración, es posible calibrar el choque entre fuerza y objeto, pudiendo moldear la interacción entre ambos. Es necesario en este sentido el uso de software computacionales específicos (ajenos al ámbito arquitectónico muchas veces) que posibilitan dicho análisis, el cual es posteriormente asimilado como componente de proyecto. En esta instancia son utilizados dos métodos de

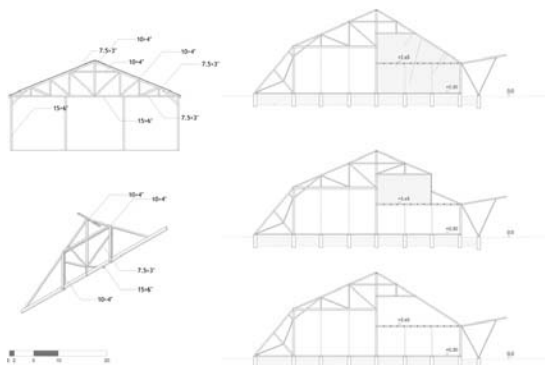


Figura 06

análisis: Análisis por Representación, y Análisis por Simulación. La diferencia entre ambos métodos radica principalmente en la certeza de sus resultados. En una primera etapa, son utilizados medios gráficos comunes para la representación de un problema o fenómeno, lo que arroja como resultante un análisis interesante en términos gráficos, pero cuya certeza es cuestionable.

Por otra parte, es utilizado el método de análisis por simulación, el cual es utilizado como calibrador y corroborante de formas de análisis previo en base a métodos de representación simple. Para dicho fin, es necesaria la utilización de herramientas y software de un grado de resolución y exactitud mucho mayor. Sin embargo, la rapidez de este tipo de análisis

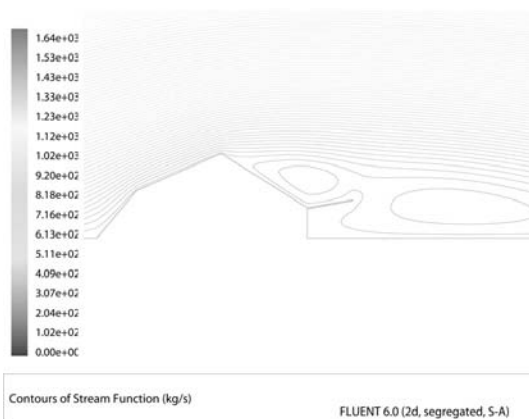


Figura 07

es bastante menor, lo que trae consigo la necesidad de un testeo previo de los modelos y objetos a someter. Para fines de esta investigación, son utilizados software propios de empresas aeronáuticas (en este caso en particular, son utilizados los software Gambit y Fluent), los cuales posibilitan grados de resolución de gran precisión respecto de la variable eólica y su relación con los objetos arquitectónicos a desarrollar.

El proceso comienza con el testeo de un perfil

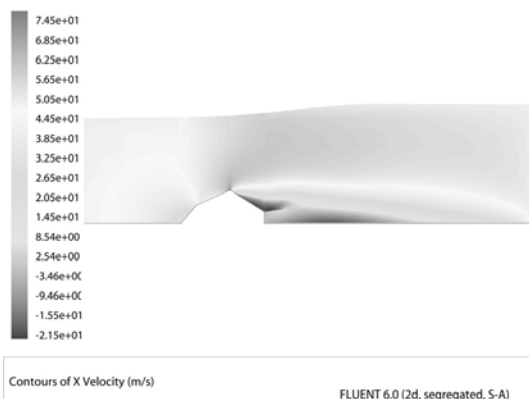


Figura 08

base (en este caso, un perfil de vivienda elemental), el cual es sometido al análisis por simulación, obteniendo resultados en forma de dato numérico y gráfico (a través de gráficos térmicos de velocidad).

Una vez obtenidos los resultados (en diversos formatos de medida) se estudian las anomalías y fortalezas de cada uno, dando paso a la etapa proyectual. Dentro de esta última se opera de modo iterativo, es decir, prueba y error. Se generan una serie de modificaciones en el perfil testeado inicialmente, las cuales son testeadas y simuladas bajo los mismos parámetros, hasta obtener un resultado favorable (en este caso, un caso favorable será el disminuir las velocidades de choque y turbulencia entre fuerza y forma)

Una vez seleccionado el perfil que mejor se

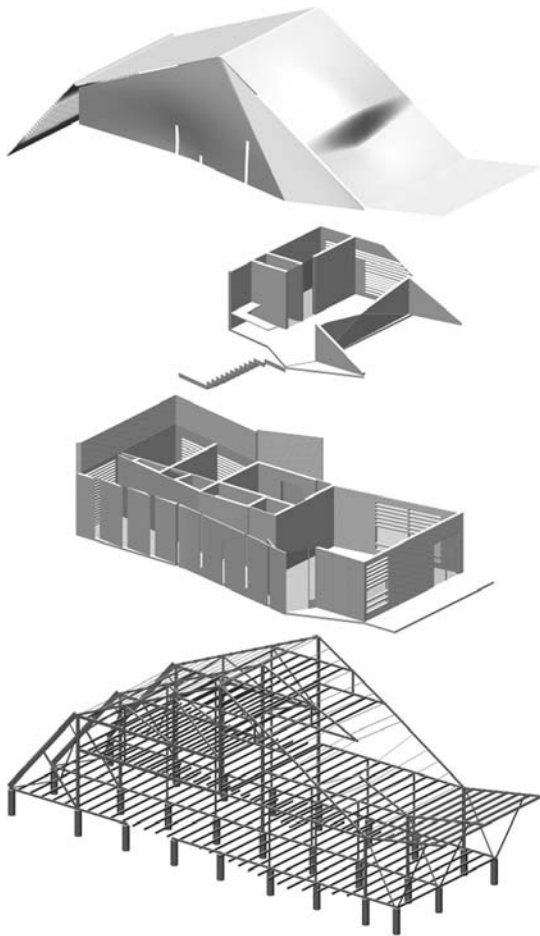


Figura 09

comporta frente a la variable a la que fue enfrentado, éste se desarrolla como componente de un objeto de mayor complejidad, esto es, una vivienda ú otro objeto de índole arquitectónica.

De este modo el mecanismo iterativo de simulación posibilita una deformación controlada, eliminando en gran parte formalizaciones aleatorias que no responden a esfuerzos reales, sino a caprichos proyectuales. Es posible entonces lograr una mayor

aproximación entre fuerza y forma, mediante procedimientos computacionales de gran complejidad y precisión, los que permiten desarrollar intervenciones formales a través de su análisis y simulación en relación a variables dinámicas poco predecibles.

#### Conclusión

Más allá de los procedimientos específicos aplicados, el interés pareciera estar en la formulación de nuevas posibilidades metodológicas de aproximación a los problemas espaciales y arquitectónicos. Se ve que la computación nos da la posibilidad de operar sobre situaciones de alta complejidad y densidad de información, como es la topografía, de una forma a la vez interactiva y simple pero también rigurosa y cuantificable.

Este paisaje de información, además de ser una representación más cercana de la realidad, abre nuevos campos de exploración formal y teórica presentando configuraciones a la vez nuevas y familiares, que se equilibran con precisión entre lo que hemos conocido desde siempre y lo que jamás habíamos visto.

#### Agradecimientos

Pablo Saric y Sergio Araya, por su guía y apoyo.

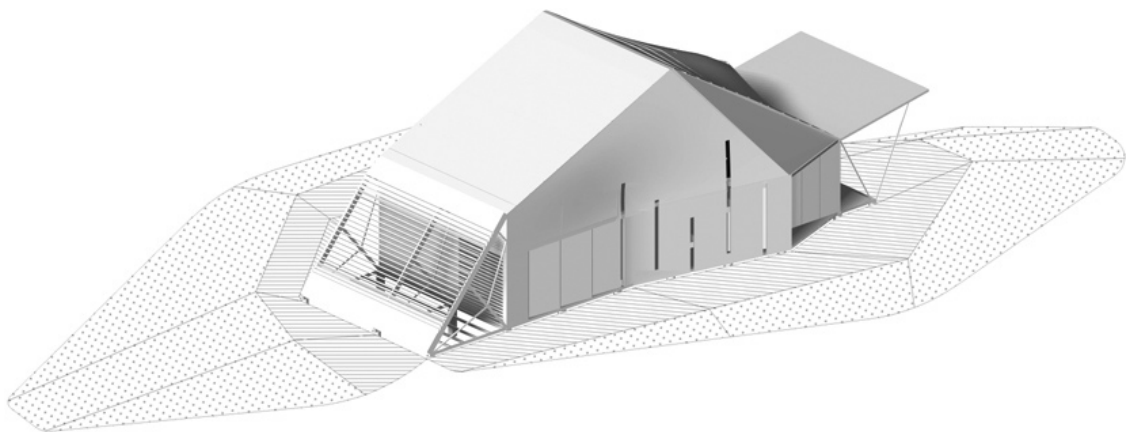


Figura 10