

15



**Universidad de la República**

Dr. Roberto Markarian  
Rector

**Facultad de Arquitectura,  
Diseño y Urbanismo**

Dr. Arq. Gustavo Scheps  
Decano

**Consejo de la Facultad de Arquitectura,  
Diseño y Urbanismo**

Orden estudiantil:

Lucrecia Vespa  
Matías Marrero  
Sofía Ibarguren

Orden docente:

Arq. Juan Carlos Apolo  
Dra. Arq. María Mercedes Medina  
Arq. Francesco Comerci  
Arq. Salvador Schelotto  
Arq. Fernando Rischewski

Orden de egresados:

Arq. Néstor Pereira  
Arq. Patricia Petit  
Arq. Alfredo Moreira

**Coordinación general**

Asistentes académicos:  
Carina Strata  
Paola Carretto

**Comité editorial**

Arq. Martín Delgado Filippini  
Arq. Marcelo Gualano  
Arq. Gustavo Hiriart  
Ana Lützen  
Melissa Montesdeoca  
Mag. Lic. Magalí Pastorino  
Andrea Sellanes  
Carina Strata

**Edición de contenidos temáticos*****R15\_Dibujar***

Dr. Arq. Aníbal Parodi Rebella

**Coordinación editorial**

Arq. Gustavo Hiriart

**Diseño y producción**

Arq. Juan Martín Minassian  
Lic. Lucía Stagnaro  
Sofía Taroco

**Edición**

Mag. Lic. Sandra Moresino

**Edición de fotografía**

Fotografía y tratamiento digital  
Andrea Sellanes  
(Servicio de Medios Audiovisuales-FADU)

**Foto de tapa y tapines**

Andrea Sellanes

**Corrección**

Rosanna Peveroni

**Traducción español-inglés**

T.P. María Alicia Correa  
T.P. Bellmar Badano

**Distribución**

Lic. Virginia Matos

**Difusión**

Mag. Lic. Daniela Olivares

**Web**

[www.revista.edu.uy](http://www.revista.edu.uy)

**Contacto**

[publicaciones@fadu.edu.uy](mailto:publicaciones@fadu.edu.uy)

**Distribución**

[distribucion@fadu.edu.uy](mailto:distribucion@fadu.edu.uy)

ISSN 0797-9703/15

Esta publicación se terminó de imprimir en octubre de 2017 en los talleres gráficos de la Empresa Gráfica Mosca.

Comisión del Papel

Edición amparada por el Decreto 218/96

Montevideo, Uruguay.

D.L:

**Facultad de Arquitectura,  
Diseño y Urbanismo**  
UDELAR



**UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY**

**R15** **Revista de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo**  
N° 15 - Octubre de 2017, Montevideo, Uruguay

**AGRADECIMIENTOS**

Luis Camnitzer  
Martín Craciún  
Andrés Cribari  
Marcelo Danza  
Alejandro Denes  
Beatriz Fernández Cordano  
Ma. Lucía Ferrés  
Pablo Herrera  
Pedro Livni  
Marco Maggi  
Elías Martínez  
Emilio Nisivoccia  
Natalia Olivera  
José Scavone  
Lucía Stagnaro  
Gustavo Vera Ocampo

**Campo Temático**

Pablo Canén  
Mauro Chiarella  
Fernando de Sierra  
Mauricio López Franco  
(MAPA arquitectos)  
Edgardo Minond  
Aníbal Parodi Rebella  
Diego Pérez  
(Fábrica de Paisaje)  
Marcelo Roux  
Francisco Javier Seguí de la Riva  
Gustavo Wojciechowski

**Convocatoria**

Victoria Abreu  
Thais Andorffy  
Paola Castiglia  
Camila Coya  
Arturo de los Santos  
Gabriel Fernández  
Federico François  
Guillermo Frondoy  
Hugo Gilmet  
Marcos Guiponi Pinelli  
Sebastián Lambert  
Pablo Martínez  
Juan Martín Minassian  
Leticia Mato  
Diego Miguez  
Francisco Núñez  
Andrea Pastorini  
Rodolfo Schwedt

**Consigna**

Cecilia Astiazarán  
Lucrecia de León  
José de los Santos  
Gabriel Falkenstein  
Paolo Giardiello  
Gerardo Goldwasser  
Francisco Magnone  
Gonzalo Núñez  
Carlos Pantaleón  
Katia Sei Fong  
Ken Sei Fong

**Samotracia**

Equipo ARQA/UY  
Lucía Bogliaccini  
Laura Cesio  
Emilio Garateguy  
Gustavo Hiriart  
Agustín Pagano  
Magalí Pastorino  
Carolina Poradosú  
Matilde Rosello  
Equipo Nómada  
Juan Manuel Salgueiro  
Ignacio Trecca

**En la casa**

Carolina Besuievsky  
Mariana García  
Mónica Nieto  
Luis Oreggioni  
Elisa Porley

Todos los contenidos que se publican son originales y realizados por designación o convocatoria abierta, exclusivos para integrarse a este número de la *Revista*.

El editor de contenidos temáticos fue designado por el Consejo de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU) como resultado de la convocatoria abierta realizada por el Comité Editorial a propuestas de contenidos para el Campo Temático de la *R 15\_Dibujar*.

*Revista de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo* autoriza la reproducción parcial o total de los textos y originales gráficos siempre que se cite la procedencia. Los criterios expuestos en los contenidos son de exclusiva responsabilidad de sus autores y no reflejan necesariamente la opinión de la revista o la institución.

La *Revista* se realiza con el apoyo de todos los servicios e institutos de la FADU.

**Facultad de Arquitectura,  
Diseño y Urbanismo**

Universidad de la República  
Bulevar Artigas 1031 | CP 11200  
Montevideo, Uruguay  
Teléfono: (+598) 24001106  
Fax: (+598) 24006063  
www.fadu.edu.uy  
publicaciones@fadu.edu.uy

# ÍNDICE

- 8 PRESENTACIÓN  
Comité Editorial

## DIBUJAR

- 12 FUTURO IMPERFECTO  
Aníbal Parodi Rebella
- 22 PROYECTAR, PROYECTO;  
DIBUJAR, DIBUJO  
Francisco Javier Seguí de la Riva
- 32 LA APARIENCIA DE LA INVENCIÓN  
Fernando de Sierra
- 40 PENSAMIENTO GRÁFICO AUMENTADO  
Mauro Chiarella
- 48 DIBUJAR  
Convocatoria
- 66 CROQUIS DESORDENADO  
EN TORNO AL DIBUJO  
Gustavo Wojciechowski (Maca)
- 72 DEL CROQUIS DE VIAJE  
AL PROCESO DE DISEÑO  
Edgardo Minond
- 78 FICCIONES Y RETRATOS  
Diego Pérez (Fábrica de Paisaje)
- 84 DIAGRAMAS, ENTRE REPRESENTACIÓN  
Y PROYECTO  
Pablo Canén
- 90 TERRITORIOS DIBUJADOS  
Marcelo Roux
- 96 ANTIAMBIENTES  
Mauricio López (MAPA)
- 104 CONSIGNA  
Carlos Pantaleón  
Francisco Magnone  
Gerardo Goldwasser  
Gabriel Falkenstein  
Gonzalo Núñez Bonjour  
José de los Santos  
Katia Sei Fong, Ken Sei Fong  
Lucrecia de León  
Cecilia Astiazarán  
Paolo Giardiello
- 124 BIBLIO BIO GRAFÍA  
Aníbal Parodi Rebella

## SAMOTRACIA

- 132 UNA MIRADA SOBRE  
EL PABELLÓN DE URUGUAY  
EN LA BIENAL DE VENEZIA  
Magalí Pastorino
- 136 TEXT11  
LDCV
- 144 VIVIENDA  
Emilio Garateguy, Ignacio Trecca
- 146 PS1  
Agustín Pagano, Juan Manuel Salgueiro
- 152 PROGRAMA  
DE IDENTIDAD VISUAL  
Servicio de Comunicación  
y Publicaciones, FADU
- 158 NÓMADA.UY  
Gustavo Hiriart  
Laura Cesio  
Equipo ARQA/Uy

## EN LA CASA

- 170 MUSEO CASA VILAMAJÓ  
Mónica Nieto
- 168 RESIDENCIA DE CREACIÓN EN EL MCV  
Carolina Besuievsky, Andrea Sellanes
- 174 LUIS CAMNITZER - MARCO MAGGI  
Entrevista, por Luis Oreggioni
- 178 7 ENSAYOS AUDIOVISUALES  
Mariana García, Elisa Porley

## ENGLISH TRANSLATION

- 178 AN IMPERFECT FUTURE  
Aníbal Parodi Rebella
- 183 DESIGNING, DESIGN; PROJECTING, PROJECT;  
DRAWING, DRAWINGS  
Francisco Javier Seguí de la Riva



MAURO CHIARELLA

# PENSAMIENTO GRÁFICO **AUMENTADO**

---

Representación, simulación y programación visual

**Mauro Chiarella** (Argentina, 1972). Arquitecto FADU-UNL (Diploma de Honor 1998); magíster y doctor europeo por la UPC. Posdoctorados CONICYT-UBB y CONICET-UPC. Investigador CONICET, profesor titular FADU-UNL, director del Programa de Investigación CID-FADU-UNL (Argentina). Miembro fundador de la Sociedad Iberoamericana de Gráfica Digital. Profesor visitante y colaborador con UBB, UdeC; UMayor; UT-FSM; USS (C); UNISINOS, UFRJ (Brasil), ISMT-Portimao (Portugal), UNIBO, POLIMI, POLIBA (Italia), UAH (España), UCuenca (Ecuador), UCC, UNC, UNT, UNLP, UBA (Argentina). Premio Internacional CLAP Platinum 2014 en Mobiliario Urbano y Premio Emporia de La Plata 2015 en Arquitectura Efímera.

1. Chiarella, M., Arroyo, J. La representación arquitectónica en el medio digital. 1º Seminario Nacional de Gráfica Digital, 87-92. Vol. 1. SIGraDi. Buenos Aires: FADU-UBA. Centro CAO, 1997. Disponible en: <https://cumincad.archi-texturez.net/node/16424>

### PENSAMIENTO GRÁFICO E IDEACIÓN

La correspondencia existente entre la arquitectura y las herramientas que han sido empleadas en su concepción nos remite a la discusión sobre la relación entre pensamiento y lenguaje. La relación reconocida entre ambos conceptos nos habla de que cada arquitectura no es independiente de sus instrumentos proyectuales y lleva las huellas de los medios en la que ha sido pensada. Para los arquitectos no se trata sólo de re-presentar (de dibujar algo existente), sino de pre-figurar, de anticipar, imaginar, proponer una transformación de la realidad cuyo plano de existencia más concreta es precisamente el constituido por las imágenes que la determinan y la analizan. El complejo mecanismo de percepción y de conocimiento entre el objeto y su imagen es condicionado y/o potenciado por los sistemas de re-presentación y pre-figuración, y origina formas de lecturas y formas de memorias coherentes con los principios y leyes que estos determinan.<sup>1</sup>

Anticiparse a la transformación de una realidad física es la esencia del proyecto arquitectónico. El proyecto se realiza a partir de la representación de aquello que aún no existe en un contexto real o ilusorio. No hay dudas de que la relación entre proyecto y representación es directa. Pero la representación del espacio en la arquitectura es un problema complejo a pesar de constituir saberes complementarios. Adquirir la capacidad de representación está asociado al desarrollo de la comprensión del espacio y sus propiedades: en un proceso mental abstracto se traslada propiedades físicas de un mundo tridimensional a otro bidimensional mediante una interpretación de las propiedades materiales, que se reducen a simples esquemas

geométricos codificados. La creación de las técnicas y los métodos de representación del espacio ha sido uno de los recursos más importantes en el desarrollo y la evolución del pensamiento en la arquitectura y la cultura de Occidente.

### MATEMÁTICAS DEL ESPACIO

Si recortamos la mirada hacia el campo del conocimiento abstracto de la arquitectura decimos que es extenso y complejo y reúne fundamentalmente el entendimiento de las formas en el espacio. Este entendimiento abstracto se constituye por las geometrías, por las matemáticas del espacio y por las teorías que estudian el conocimiento, el entendimiento y la creación de las formas de las cosas. Espacio y forma definen esa materia abstracta de la arquitectura por la que se visualizan las edificaciones y los espacios construidos.

Desde la Antigüedad, la geometría se ha consolidado como el más poderoso instrumento para concebir y proyectar la arquitectura. La aplicación del universo geométrico en nuestra disciplina ha sido interpretada históricamente como un recurso para garantizar la optimización de la forma y mejorar los patrones organizativos garantizando sistematicidad tecnológica y rigor constructivo. Aspectos funcionales, tecnológicos, simbólicos y culturales se sostienen desde lógicas geométricas que se irán modificando en coherencia con cambios y rupturas en nuestras formas de pensar, hacer y proyectar el ambiente humano según parámetros culturales y temporales. La validez instrumental de la geometría como principal apoyo en el proceso de proyectación arquitectónica no ha sido refutada desde la formulación de los Elementos

de Euclides (300 a. C.) y se sostiene en la sociedad occidental como una forma legítima de comprender, dimensionar y prefigurar el espacio arquitectónico.

La concepción cartesiana del espacio fue formulada en el siglo XVI. Su sistema de coordenadas, como una malla tridimensional de líneas que se entrecruzan en ángulo recto, propone una representación del espacio que permite localizar la posición de un punto cualquiera en relación con un punto cero. Este sistema refuerza la comprensión y construcción racional del espacio y permite posteriores desarrollos de sistemas geométricos de representación: los principios de la geometría proyectiva (formulada por Girard Desargues en el siglo XVII) y la geometría descriptiva (Gaspar Monge, 1795). La geometría descriptiva completó un sistema de descripción matemática del espacio cartesiano y es utilizada actualmente como base instrumental del proceso proyectual, incluso en la utilización de los medios digitales como una de las formas en las que nos apoyamos para proyectar en el ciberespacio por simple analogía a lo conocido. El espacio arquitectónico se representa, se entiende y se proyecta con los principios y métodos de la geometría euclidiana, de la perspectiva, del sistema cartesiano y de la geometría descriptiva. Estos saberes han formado y forman actualmente la estructura instrumental básica con que cuenta el proyectista profesional para la prefiguración arquitectónica y, al mismo tiempo, se constituyen en una manera específica de racionalidad que marca en determinada dirección el entendimiento del espacio.

## **RIGUROSIDAD MODULAR E INFORMALISMO**

La geometría y la arquitectura poseen un largo camino recorrido a lo largo de la historia del pensamiento occidental. La geometría contribuye en la posibilidad de interpretar la estructuración del mundo y la razón, mientras que la arquitectura contribuye con su capacidad de transformar la materialidad y el significado del medio que habitamos. Los diferentes avances en el campo de la representación geométrica han definido las características del espacio arquitectónico que han ido configurándose: desde la rigurosidad

modular del clasicismo y el nacimiento de la geometría euclidiana hacia un informalismo contemporáneo por medio de la incorporación del cálculo matemático digital y una fuerte revisión del espacio cartesiano tradicional.<sup>2</sup>

Es así como los griegos dejaron una forma completamente original de proyectar la arquitectura a partir de un sistema modular: los órdenes clásicos son una síntesis de formas y relaciones geométricas vinculadas que permitían describir una obra arquitectónica como un sistema entrelazado de medidas. El trazado regulador seguirá siendo determinante para la arquitectura hasta la revolución industrial. Aunque el sistema de proporciones de la Antigüedad se recupere en el Renacimiento y pierda protagonismo en la Modernidad, se impondrá durante siglos el concepto modular como base de la racionalización de la forma. Los ingenieros del siglo XIX marcaron la ruptura formal y conceptual con la tradición constructiva arquitectónica, descartando el sistema de proporciones geométricas de la Antigüedad: impusieron una fuerte concepción práctica en la resolución de los problemas, por la cual la nueva modularidad geométrica es adaptada a los resultados del cálculo gráfico, al análisis científico y a las exigencias de otros materiales y sistemas constructivos. La geometría descriptiva, desde sus proyecciones ortogonales, propuso otro mecanismo de comprensión y análisis de las formas y del espacio determinado, que rige hasta nuestros días gran parte de la construcción geométrica de la arquitectura y el diseño. El racionalismo moderno estableció principios funcionales e incorporó la retícula estructural tridimensional del hormigón armado para organizar la sintaxis volumétrica espacial. Sometió a todas las partes del conjunto arquitectónico a una repetición tridimensional de medidas en forma de una jaula prismática. Es la plenitud del espacio cartesiano, de su homogénea continuidad caracterizada por una geometría rigurosa que determina un espacio mensurable e ilimitado.

Los nuevos procedimientos digitales de cálculos matemáticos (no lineales, dinámicos e imprevisibles) por medio de la informática gráfica van modificando la espacialidad del presente mediante el distanciamiento de algunas cualidades geométricas con las que históricamente identificamos a la arquitectura: precisamente

2. Chiarella, M. *Visual Computing and Emerging Geometrical Design Tools*. Chapter: Folds and Refolds: Space Generation, Shapes and Complex Components. *Advances in Media, Entertainment, and the Arts (AMEA)*. New York: IGI Global Publisher, 2016. DOI:10.4018/978-1-5225-0029-2.ch029

3. Chiarella, M., García Alvarado, R. «Folded Compositions in Architecture: Spatial Properties and Materials». En: *Nexus Network Journal: Architecture and Mathematics*. Springer. 2014. ISSN: 1590-5896. DOI:10.1007/s00004-014-0226-4.

de la estabilidad y rigurosidad modular tridimensional inscrita en el espacio cartesiano de geometrías predominantemente euclidianas.

Los softwares de programas informáticos posibilitan nuevas complejidades formales que derivan en mayores grados de indeterminación y aleatoriedad que las extraídas tradicionalmente desde patrones simples con una clara ley matemática de generación. La complejidad formal basada en la definición topológica de superficies curvilíneas o quebradas se posiciona frente a la definición geométrica de la retícula ortogonal o la repetición de pórticos uniformes. Conceptos como arquitecturas genéticas, arquitecturas botánico-digitales, arquitecturas biomiméticas, arquitecturas líquidas, transarquitecturas, etcétera, se apartan de las clásicas definiciones planimétricas ortogonales para trabajar sobre los pliegues del espacio moderno, donde suelos, paredes y techos se curvan en una sola superficie continua. En la sintaxis geométrica, el ángulo recto ya no es dominante. Las tipologías estructurales adquieren nuevos protagonismos en el diseño, buscando una expresividad caracterizada por fuertes direcciones oblicuas y directrices curvas en los cerramientos edilicios. Las tradiciones compositivas se alejan en las resoluciones continuas de fachadas, solados y techumbres, las que ya no acusan diferencias de cualificación y de materiales.<sup>3</sup> Imágenes asociadas a las geometrías no euclidianas parecen ser una vía para la aprehensión y apropiación de la complejidad, que permite ampliar la comprensión de los procesos de morfogénesis y la cultura sistémica del diseñador. Es así como la comprensión de complejas geometrías y nuevos procedimientos como la programación visual permiten observar de otra manera la realidad y, de ese modo, ampliar los recursos disponibles para el proyecto arquitectónico.

Si bien existen exploraciones arquitectónicas antecesoras a la llamada «década digital» (década de 1990) que se identifican con estas espacialidades, son experiencias expresionistas aisladas en el contexto general de la producción arquitectónica de su momento. La incorporación de los medios informáticos y la utilización del cálculo matemático tanto en las definiciones espaciales y geométricas basadas en el diseño paramétrico o en el modelado gráfico CAD han sido determinantes de las espacialidades y

morfologías contemporáneas que se observan ya no sólo en las propuestas desafiantes de los concursos de arquitectura internacionales, sino en el paisaje cotidiano de las metrópolis de las grandes capitales. Una manipulación geométrica más generalizada de superficies NURBS, polisuperficies isomórficas e hipersuperficies (Greg Lynn, Marcos Novak, Kas Oosterhuis, Mark Goulthorpe, Bernard Cache, Françoise Roche) ha concentrado los esfuerzos ya no sólo por concebir y controlar estas espacialidades, sino por permitir una construcción coherente y con criterios racionalizados de estas. La ancestral inercia de la materia arquitectónica y la incapacidad de los materiales tradicionalmente empleados en construcción para asumir y manifestar las exigencias que plantean las búsquedas espaciales y conceptuales del presente aparece como uno de los desafíos de la convivencia de estas tecnologías de simulación e ideación posmecánicas con las tecnologías constructivas industriales y preindustriales heredadas.

Es así como las máquinas de control numérico (CNC), ampliamente utilizadas en diseño industrial, se incorporan lentamente a la arquitectura y prometen una fabricación sin intermediarios al ejecutar el corte de cada pieza estructural desde la computadora, con márgenes mecanizados previstos para el ensamblaje y montaje final. Estas nuevas producciones arquitectónicas se enfrentan al desafío de acompañar la complejidad de los proyectos generados por las herramientas informáticas, con el avance en el conocimiento de otras formas constructivas (o reformulación de sistemas ya conocidos) para evitar que lo complejo sea sólo las geometrías resultantes y no su ejecución.

## DE LA REPRESENTACIÓN A LA SIMULACIÓN

El avance de la informática y de las interfaces digitales en la disciplina arquitectónica sugiere la sustitución o convivencia del tradicional concepto de representación con el de simulación. Mientras que la representación se basa en la separación del signo y la realidad a la que refiere, la simulación propone una analogía científica entre ella y la realidad. La modelación científica de un objeto o fenómeno supone la traducción a

un lenguaje formal sobre el cual se permite operar universalmente, siendo el modelo una representación simplificada de una entidad o proceso complejo. Si bien tanto en la tradicional maqueta de proyecto y el actual modelo de simulación se representan las partes y sus relaciones, las diferencias se encuentran en el modo y las técnicas específicas de traducción del objeto de análisis.

Una simulación arquitectónica se comporta como un edificio, da los mismos resultados que un edificio cuando está probado de manera especificada. Es equivalente al edificio en que su rendimiento es el mismo. El rendimiento del edificio tiene muchos aspectos: capacidad estructural; confort térmico; consumo de energía; costos; tiempo de construcción; eficiencia funcional y conformidad a códigos, etcétera. Es una nueva lente para observar, tomar decisiones proyectuales y evaluar la efectividad de estas. Dibujo y simulación son formas de lectura y memoria diferentes y complementarias. Constituyen diferencias en las actitudes proyectuales. Una vez que se decide trabajar con simulación, los valores implícitos en el dibujo suelen no aplicarse o se utilizan para instancias

de comunicación. La simulación tiende hacia una identidad entre el modelo y el edificio, desdibujando la distinción entre el diseño (dibujo codificado por el arquitecto) y la construcción (intérpretes y ejecutores), la que ha sido la base de la definición de la arquitectura desde el Renacimiento. El medio de la simulación no construye necesariamente una comprensión de la representación. La interpretación juega un papel menor en la comprensión de la simulación, la experiencia es tomada en su valor nominal como resultado y pocas veces como proceso.

Un ejemplo de simulación son los programas Building Information Modeling (BIM) y Building Performance Simulation (BPS). La articulación entre el BIM, el BPS y aplicaciones con prestaciones energéticas tiene un amplio potencial cuando se verifica la interoperabilidad posible y estratégica entre ellos. Estos sistemas de simulación se están masificando en su uso en los grandes estudios de arquitectura, ingeniería y construcción,<sup>4</sup> así como en la enseñanza en las escuelas de arquitectura anglosajonas. En la pequeña escala edilicia latinoamericana se dificulta su incorporación directa por el fuerte carácter artesanal

4. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. New York: John Wiley and Sons, 2008.

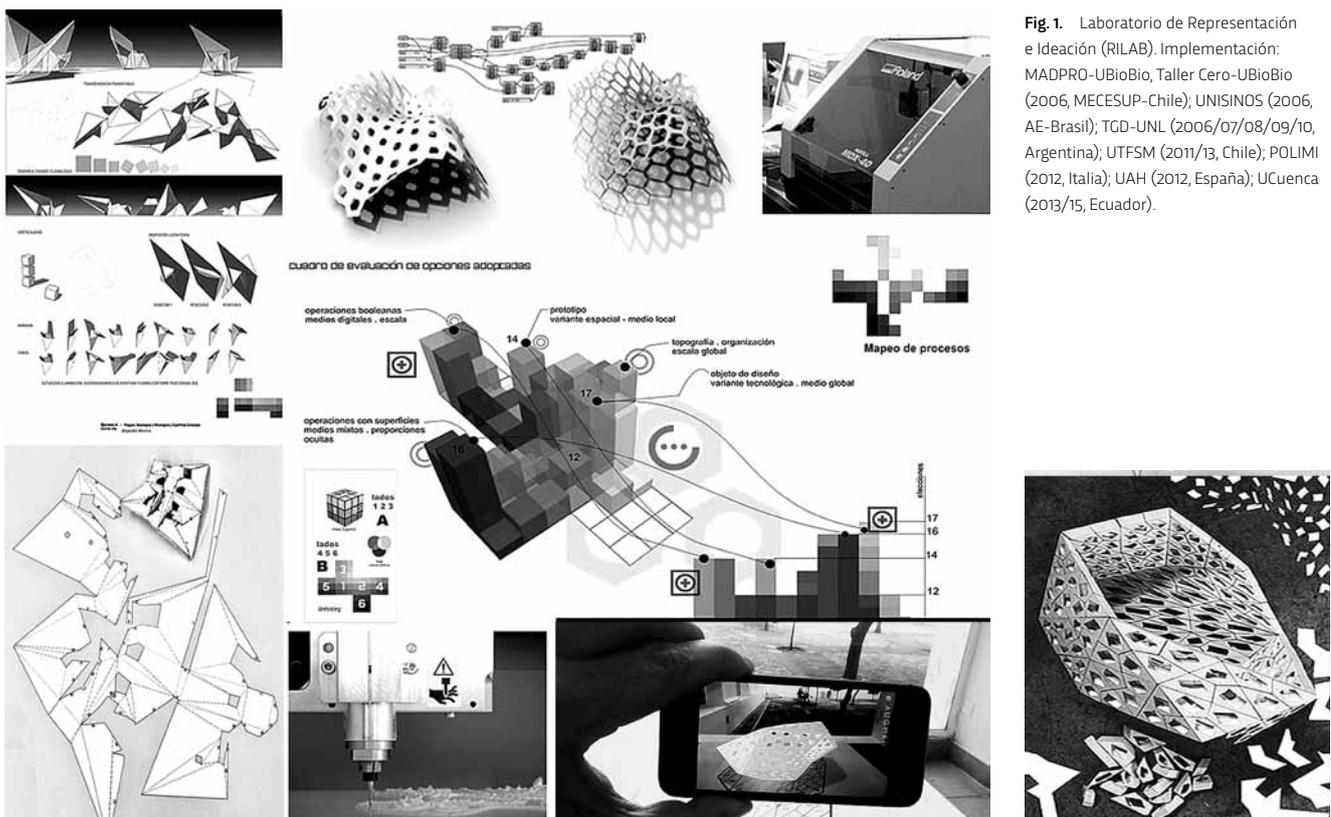


Fig. 1. Laboratorio de Representación e Ideación (RILAB). Implementación: MADPRO-UBioBio, Taller Cero-UBioBio (2006, MECESUP-Chile); UNISINOS (2006, AE-Brasil); TGD-UNL (2006/07/08/09/10, Argentina); UTFSM (2011/13, Chile); POLIMI (2012, Italia); UAH (2012, España); UCuenca (2013/15, Ecuador).

5. Chiarella, M. *Folded Geometries in Architecture. Parametric Design and Digital Manufacturing. The 9th international, interdisciplinary Nexus conference for architecture and mathematics: Relationships Between Architecture and Mathematics.* Milán, Italia, 2012.

6. Pottmann H., Asperl A., Hofer M., Kilian A. *Architectural Geometry.* Bentley Institute Press, 2007.

7. Gramazio, F., Kohler, M. *Digital Materiality in Architecture.* Baden: Lars Müller, 2008.

de sus construcciones (mixtura entre tecnología preindustrial e industrial) y por otras condicionantes sociotécnicas particulares de nuestros contextos. Aun así, estas plataformas de trabajo tienen un potencial de valor indudable, sustentado en las mejoras de la calidad de la información disponible, los materiales de construcción, las herramientas de visualización de datos y las posibilidades de relacionar mediante cruces los análisis de costos y los consumos energéticos. Estos instrumentos y variables de análisis promueven un proceso que, por su eficiencia, se acerca a lo sustentable. Reducir el consumo energético y los costos relacionados con este consumo desde tempranas etapas de la generación y gestión de la idea es una exigencia contemporánea a la hora de cuantificar las variables y los valores de una propuesta arquitectónica. El número de variables o verificaciones previas es clave para la construcción del modelo de simulación, que posibilitará las mediciones y cuantificaciones confiables de la base de datos relacional construida. De esta forma, posiciona al diseñador en un rol estratégico en la construcción de los modelos de preanálisis, siendo más riguroso al momento de seleccionar y definir materiales, formas, espacios y tecnologías y minimizando la tendencia basada sólo en supuestos, la tradición local o la experiencia directa.

#### **PROGRAMACIÓN VISUAL Y MATERIALIDAD DIGITAL**

El diseño paramétrico introduce la geometría desde una visión matemático-algorítmica. Propone la generación de geometría a partir de la definición de una familia de parámetros iniciales y la programación de relaciones formales entre ellos. En estos procesos de diseño, no se recurre a algoritmos y recursos computacionales avanzados simplemente para representar formas, sino para crear posibilidades proyectuales dinámicas y variables. El interés en la incorporación estratégica del concepto de diseño paramétrico al proceso de diseño radica en poder sumar nuevos recursos instrumentales que amplíen capacidades de respuesta en las disciplinas proyectuales.<sup>5</sup> Los sistemas gráficos digitales se ven multiplicados en su eficiencia gracias a su implementación con software que permite intervenir mediante parámetros

y componentes programables mediante una secuencia de órdenes. Esto supone un gran avance en la investigación geométrica al incorporar otro lenguaje de comunicación —la programación visual— al tradicional razonamiento gráfico asociado a la geometría descriptiva. Pero quizá lo más interesante es que, con esta herramienta, se articula el puente necesario para hermanar el aprendizaje de las matemáticas (geometría gráfica y analítica) con la programación, en un programa y/o proyecto unitario mediante el diseño de un proceso o de acciones personalizadas. De acuerdo con Pottmann,<sup>6</sup> se trata de llenar el vacío existente entre las posibilidades técnicas y el conocimiento efectivo de los nuevos métodos de diseño geométrico. Es así como la incorporación de la programación visual en la instancia del proyecto arquitectónico no sólo posee la potencialidad de desarrollar múltiples alternativas de diseño (mediante una formalización lógica del proceso, sus condiciones y relaciones geométricas), sino que además posibilitan integrarse con múltiples variables de análisis, aumentando la eficiencia del proyecto y su materialidad. El diseño paramétrico y la manufactura digital se potencian al integrar técnicas y procedimientos complementarios por medio de la simplificación y automatización de la ejecución de las complejas geometrías resultantes.

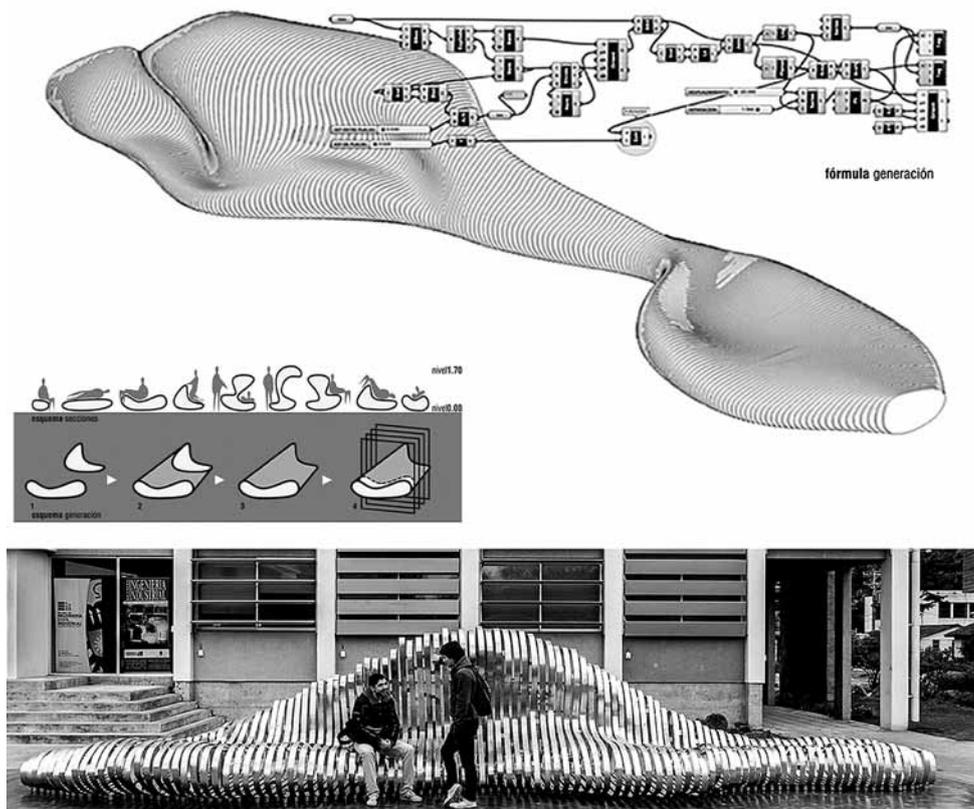
De estas interacciones surge el concepto de materialidad digital como una conjunción de palabras aparentemente opuestas, una construcción conceptual supuestamente contradictoria y una figura retórica que reúne antinomia y complementariedad. Este imposible se presenta como una inversión al sentido común con significado incierto y provocador en una primera lectura, que sugiere preguntas que incitan a una reflexión de mayor profundidad en sus lecturas posteriores. El concepto de materialidad digital propuesto por Gramazio & Kohler<sup>7</sup> se sitúa en el complejo entretendido entre la programación computacional, la construcción o manufactura mediatizada, los datos y la materia, en las diferentes etapas del proyecto arquitectónico y su materialización. Parte de una provocación reflexiva hacia cierta inercia de la tradicional cultura arquitectónica, tanto en su expresión como en su capacidad productiva, estableciendo novedosos vínculos que amplían y enriquecen la relación entre la ideación, la tecnología y el entorno construido.

Los softwares de programación visual están ganando popularidad en las investigaciones y en el uso para el control geométrico de procesos constructivos no convencionales en las disciplinas proyectuales. La automatización de procesos con posibilidad de personalización e individualización de componentes variables promete su utilización masiva a costos similares a la estandarización industrial de los modelos conocidos de prefabricación. Si bien esta afirmación no es verificable aún en todos los casos, se visualiza claramente su potencialidad a futuro y las actuales investigaciones trabajan con optimismo en ese sentido. Operar con estas lógicas nos propone ampliar las capacidades técnicas constructivas concentrando los esfuerzos ya no sólo por concebir y controlar geometrías complejas, sino por avanzar sobre una construcción coherente y con criterios racionalizados de estas. En Latinoamérica, para lograr experiencias masivas de la automatización en construcción y diseño es imprescindible llevar a cabo investigaciones que trabajen sobre los vínculos constructivo-geométricos por sistemas de montaje que surgen de las exploraciones

formales pensadas para procesos CAD/CAM y su articulación con los sistemas tecnológicos preindustriales e industriales heredados.

### PENSAMIENTO GRÁFICO AUMENTADO

Si pensamos en ciertas arquitecturas de las últimas décadas observamos que las organizaciones espaciales han crecido en complejidad, por lo que resulta forzado e insuficiente describirlas e idearlas desde los sistemas de representación que hemos heredado de la revolución industrial (proyecciones paralelas, sistema Monge) o desde la propia perspectiva renacentista. Las proyecciones ortogonales clásicas limitan las posibilidades formales que surgen de una comprensión más compleja del espacio, que ya no puede resumirse en las simples visiones de la forma en el sentido transversal y longitudinal descritos en los alzados, las plantas y los cortes. Aquí es donde aparecen los medios digitales para ampliar horizontes desde la representación, la simulación, el diseño computacional y la manufactura digital.



**Fig. 2.** BANCAPAR (Ganador de Fondart Regional-Chile y CLAP Platinum 2014-2015) es una banca diseñada paramétricamente y concebida como objeto de arte público. Iniciada desde la autogestión y la autoría compartida (Chile-Argentina) para la Facultad de Ingeniería Industrial (UBioBio, Chile). El trabajo interdisciplinario entre equipos de dos países latinoamericanos lo transforma en un proyecto inédito de diseño colaborativo en la región (<https://vimeo.com/112542929>) (<http://pdf.blucher.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/sigradi2014/0109.pdf>).

Es así como los procesos de ideación intencionalmente mediatizados exploran desde una multiplicidad no lineal como alternativa a los tradicionales métodos del proyecto y poseen un grado elevado de incertidumbre inicial sobre los valores que perdurarán a esos descubrimientos. Estas formas y espacios se inician con aproximaciones proyectuales cuyos resultados están más caracterizados al proceso mismo (índices, acciones, distancias entre momentos, manipulación de base de datos y algoritmos) que a la adopción de categorías compositivas (orden, tipo, elemento) o categorías funcionales-racionalistas (sistema, tipología, estructura).

Lo más interesante de pensar un proceso con instrumentos mixtos es poder tomar la potencialidad de cada sistema. Por ejemplo, la representación se basa en la separación del signo y la realidad a la que refiere, mientras que la simulación propone una analogía científica entre ella y esa realidad. Diferentes valores y datos se pueden procesar con cada uno y con diferentes alcances. El cálculo computacional aproxima esa complejidad al modelo y a la representación y puede operar desde múltiples variables. La potencialidad mayor se da cuando los medios digitales operan con los modelos icónicos y con los no icónicos al mismo tiempo, es decir, con las representaciones gráficas y las variables diagramáticas y matemáticas propias del cálculo computacional. En estos casos podemos decir que trabajaremos desde un pensamiento gráfico aumentado, potenciado por el cálculo computacional.

En Latinoamérica se hace más evidente cómo ciertos procesos de ideación digital desafían a los sistemas de producción tradicional (sustentados en una industrialización básica y una tecnología preindustrial) a poder concretar y materializar muchas de las ideas que se generan virtualmente. En estos casos observamos cómo la simulación digital invade la identidad de lo representado tensando la relación entre el objeto arquitectónico y su representación. Aquí aparece la manufactura digital con los sistemas de control numérico como mediadora y posibilitante de estos desafíos. Su lenta incorporación a la arquitectura por un problema de escala y por el complejo sistema socio-técnico que nos caracteriza la había desestimado. Una reciente renovación generacional, basada en una cultura Maker interconectada, ya está pensando y produciendo alternativas.

En arquitectura y en nuestros contextos, no hay mucha tradición formal en investigación proyectual, aunque encontramos excelentes experiencias aisladas que no han sido lo suficientemente sistematizadas como para constituir estrategias generalizables y transferibles a la práctica y la enseñanza profesional. Quizás nuestro compromiso académico en otorgar un título habilitante (a diferencia de las universidades anglosajonas) nos coloca una responsabilidad prioritaria, por lo que dejamos para eventuales posgrados o para los laboratorios experimentales esas búsquedas más arriesgadas o de dudosa aplicación directa en el ejercicio profesional. Orientar nuestras experiencias proyectuales hacia una actitud consciente y crítica del modo en el que los instrumentos utilizados condicionan las formas de interpretación, comprensión y acción de los fenómenos de nuestra realidad es fundamental para una actualización flexible del pensamiento gráfico en las disciplinas proyectuales.

Para asumir el paradigma de la complejidad de lo digital en el proyecto contemporáneo, es necesario tener criterios suficientes de lo que se conoce, así como los fundamentos de todas las opciones posibles para acompañar cualquier investigación y/o exploración con la mayor cantidad de recursos formales y técnicos factibles en función de los objetivos del proyecto y del proceso iniciado. Se trata, finalmente, de que la enseñanza inicial y el desarrollo profesional no se centren exclusivamente en el aprendizaje y la aplicación directa de los conocimientos y habilidades necesarios para manipular los instrumentos digitales de proyectación, sino en la comprensión de lo que estas herramientas de re-presentación y pre-figuración suponen para la comprensión e ideación de la arquitectura. Adecuar los recursos tecnológicos disponibles en una visión integradora y estratégica para obtener una amplia capacidad en la construcción de los sistemas complejos que intervienen en el acto de proyectar arquitectura. Al fin y al cabo, la pregunta es siempre la misma: ¿qué medios utilizamos con qué fines?

# DIBUJAR

---

En el marco de la elaboración del presente número de la Revista de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, el Comité Editorial realizó a fines de junio una convocatoria abierta a la comunidad de la FADU. Con el objetivo de promover y hacer visible la producción gráfica de nuestra Facultad, el llamado invitaba a la presentación de piezas de dibujo de temática libre elaborada por estudiantes, docentes y egresados de la FADU.

Al cierre de la convocatoria se recibieron 165 trabajos de 62 autores (individuales o en equipo); se contó con la participación de estudiantes y egresados de las tres carreras de la FADU con mayor matrícula, ingresados entre 1965 y 2017. Una amplia porción de los dibujos presentados fue exhibida en el hall de la sede central de la FADU entre el 7 y el 22 de setiembre.

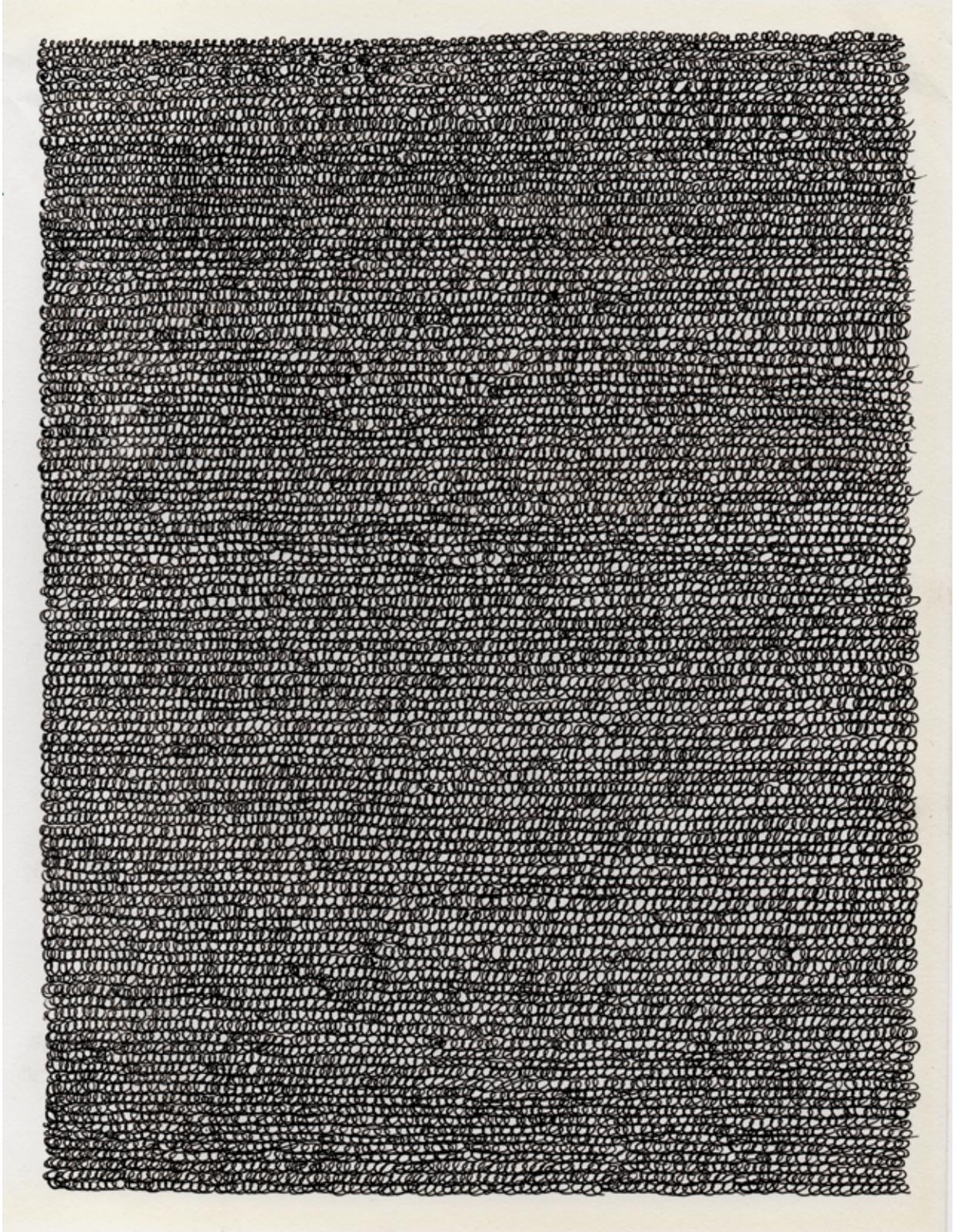
La selección de 98 piezas para la muestra y de 16 obras para esta colección estuvo a cargo de los docentes Beatriz Fernández, Gustavo Hiriart y Aníbal Parodi, según criterios definidos por el Comité Editorial. En función de los recursos materiales (los soportes para el montaje y el espacio disponible en la revista) se buscó que el universo de obras elegidas fuera representativo de la diversidad de disciplinas, miradas, recursos, técnicas y expresiones presentes en el conjunto del material recibido.

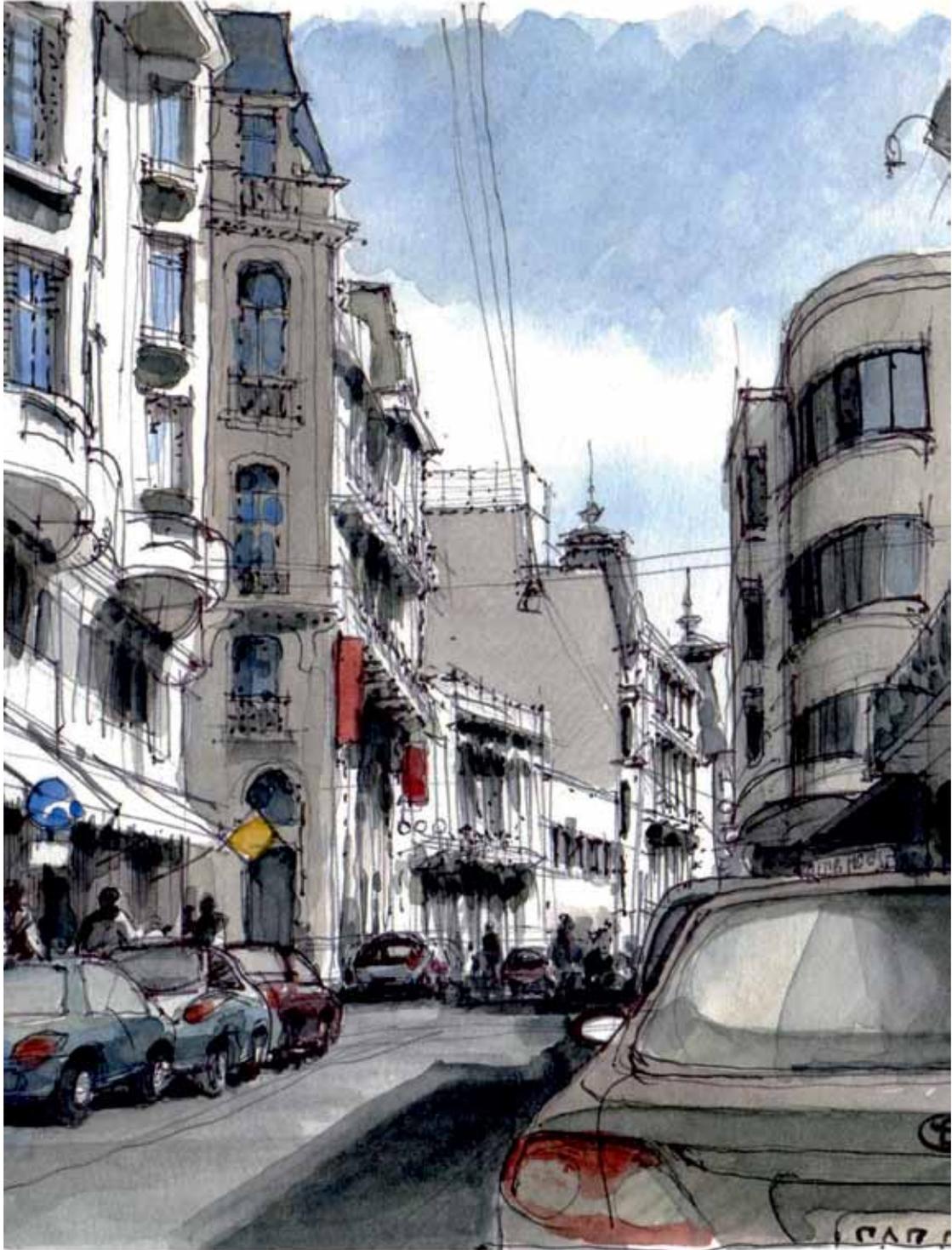
Las 16 piezas que se presentan a continuación constituyen un discurso visual consistente hecho en base a obras dispares. Además de su valor intrínseco, cada pieza dispara una posibilidad expresiva. Por otro lado, el conjunto deja planteada una pregunta: ¿qué otras posibilidades nos estamos perdiendo? Es de esperar que se intente responder esta pregunta en próximas ediciones de esta convocatoria.

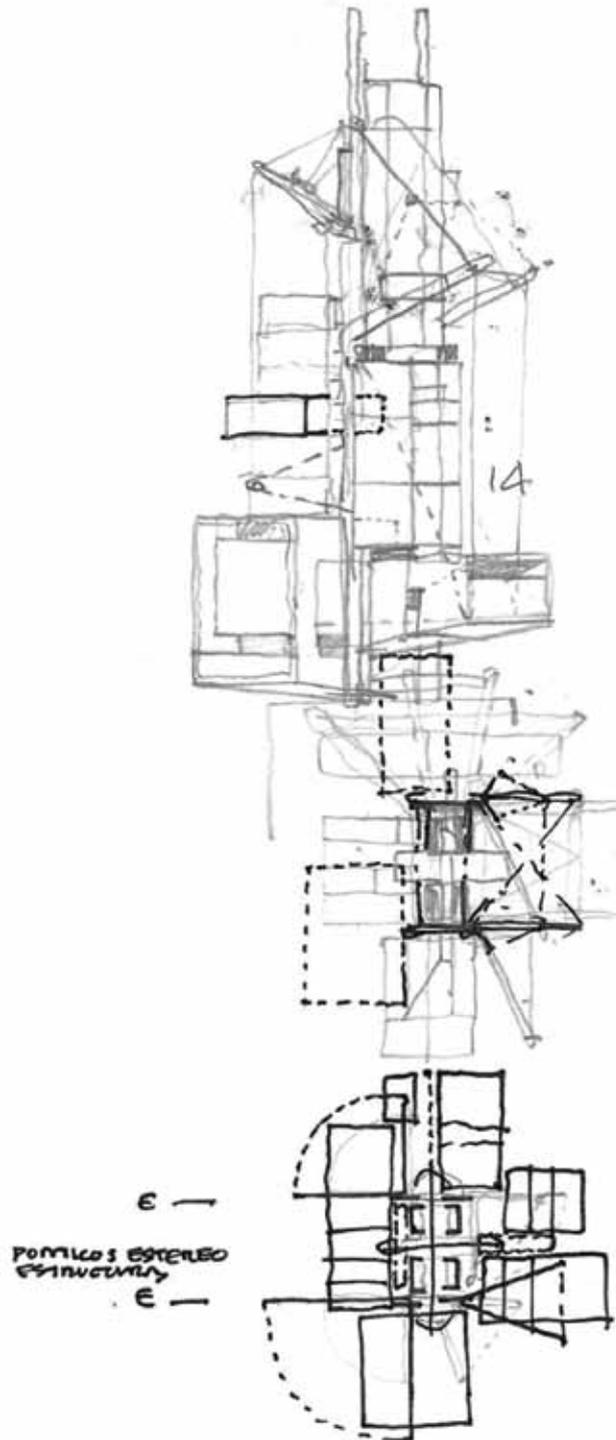
**Beatriz Fernández Cordano** (Montevideo, 1979). Licenciada en Diseño Gráfico (Universidad ORT). Trabaja en diseño de comunicación visual desde 2002. Coordina la unidad de comunicación del Instituto Nacional de la Juventud del Ministerio de Desarrollo Social. Docente universitaria desde 2007. Profesora adjunta de Proyecto Final de Carrera y Pensar Diseño de la Licenciatura en Diseño de Comunicación Visual (FADU-Udelar).

**Gustavo Hiriart** (Montevideo, 1978). Arquitecto desde 2010 (Udelar). Coordinador editorial de la Revista de la FADU. Profesor adjunto del Servicio de Comunicación y Publicaciones (FADU-Udelar). Docente asistente en Taller Berio (DEAPA, FADU-Udelar). Autor de numerosos textos en publicaciones especializadas y prensa.

**Aníbal Parodi Rebella** (Montevideo, 1963). Arquitecto desde 1994 (Udelar). Doctor en Teoría y Práctica del Proyecto de Arquitectura (ETSAM-UPM, España). Profesor titular del Instituto de Diseño (FADU-Udelar). Hasta 2016 fue, además, profesor agregado de la cátedra de Medios y Técnicas de Expresión y profesor adjunto de Anteproyecto y Proyecto del Taller Scheps (FADU-Udelar).



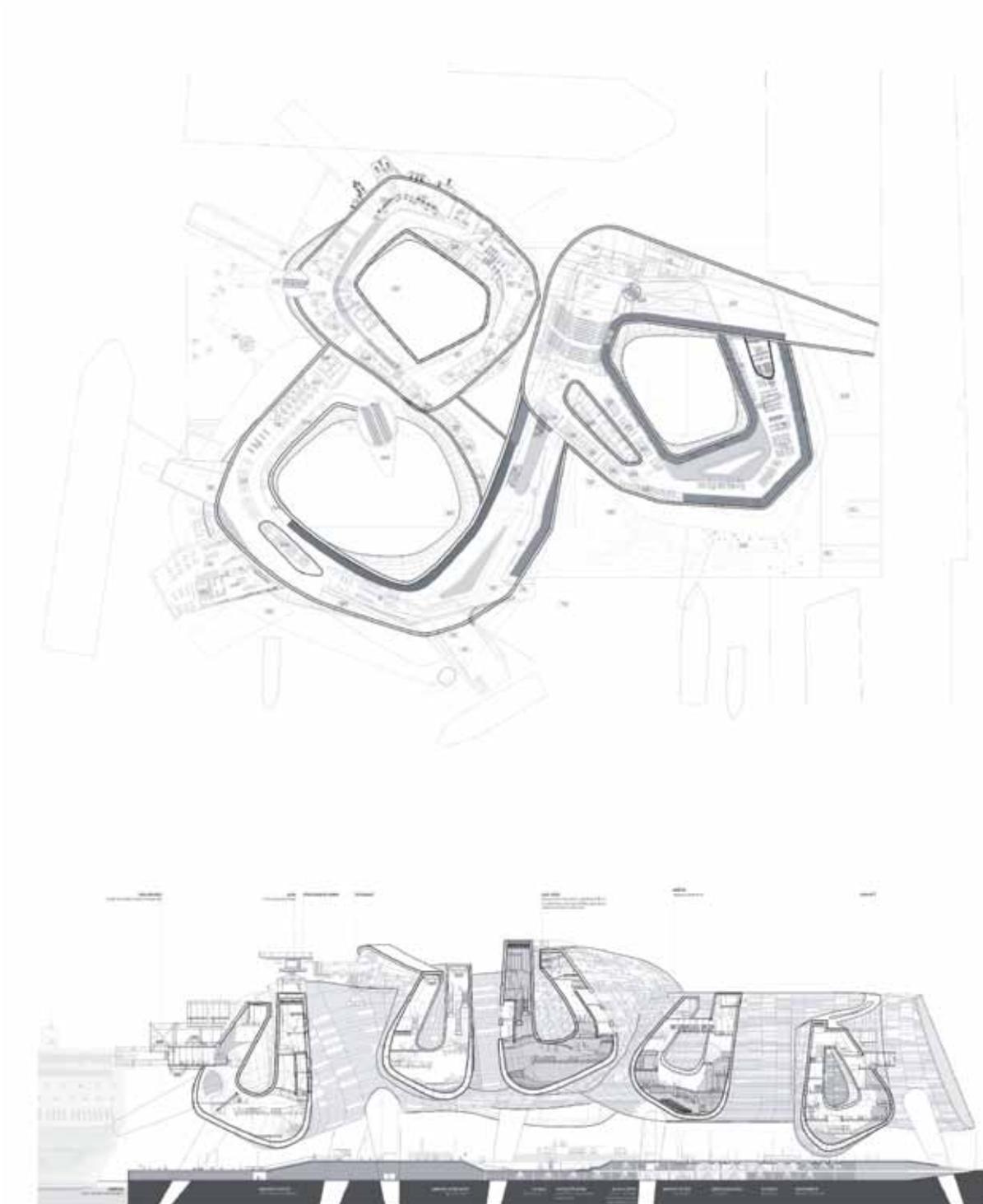




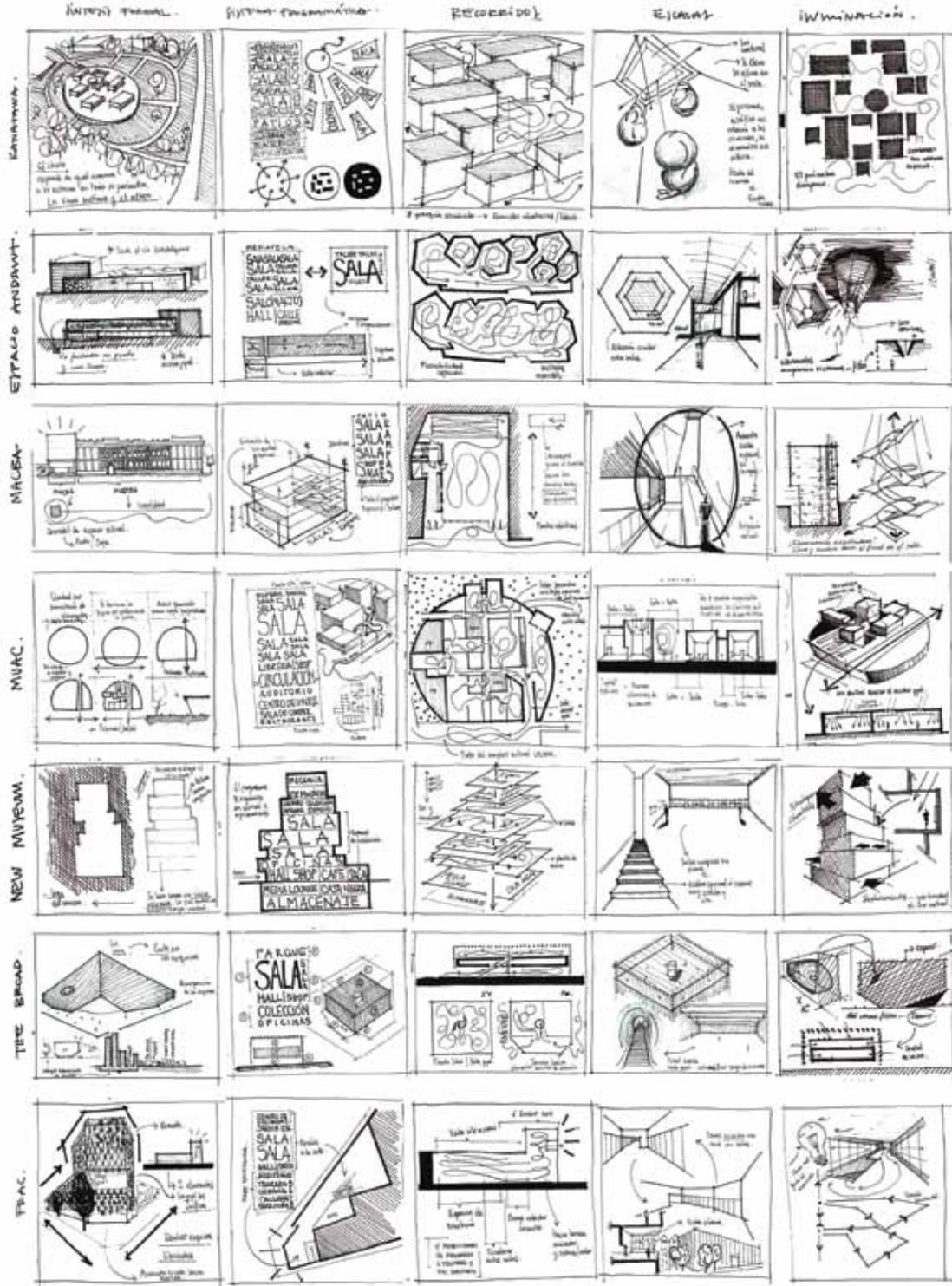


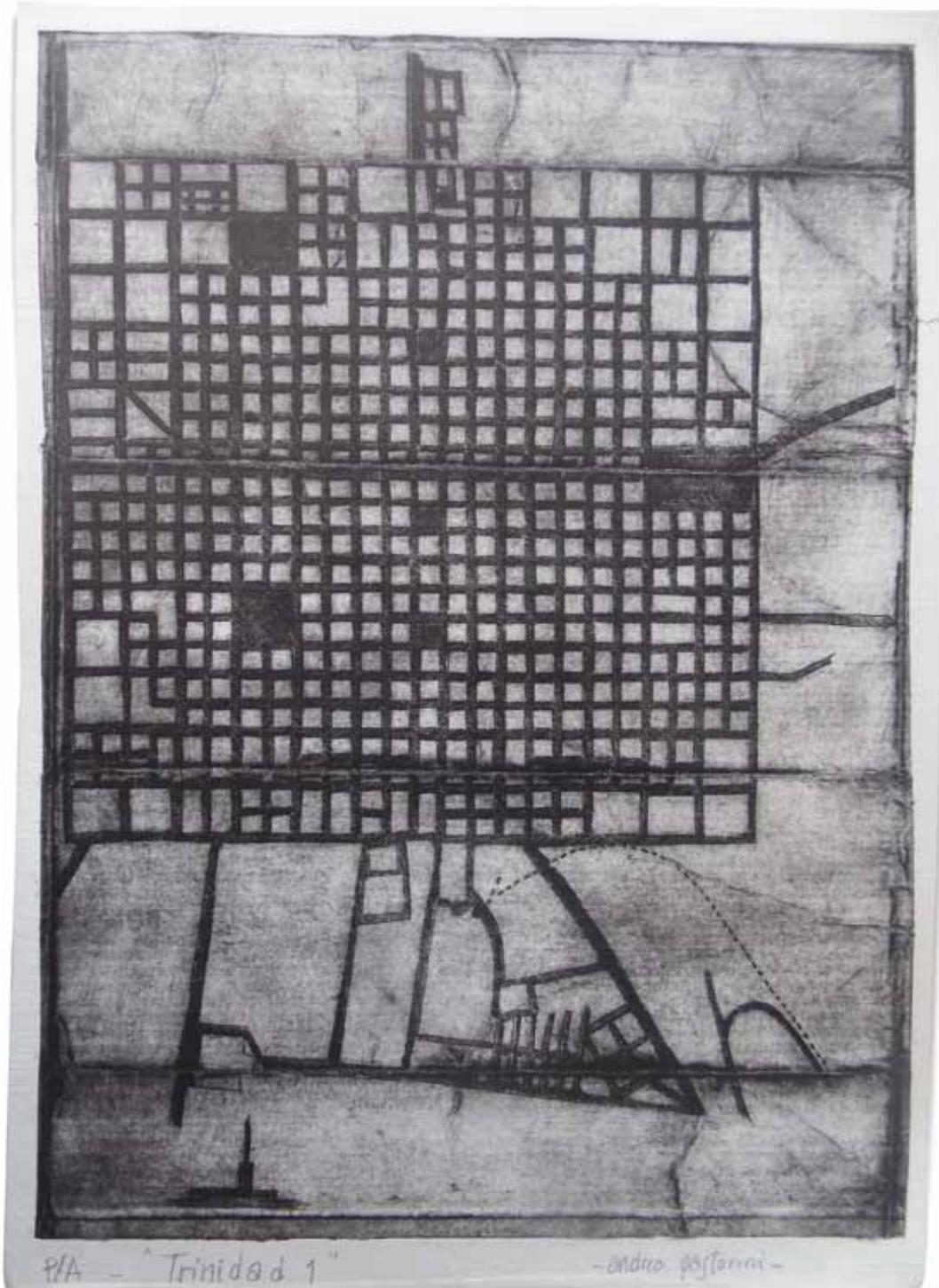


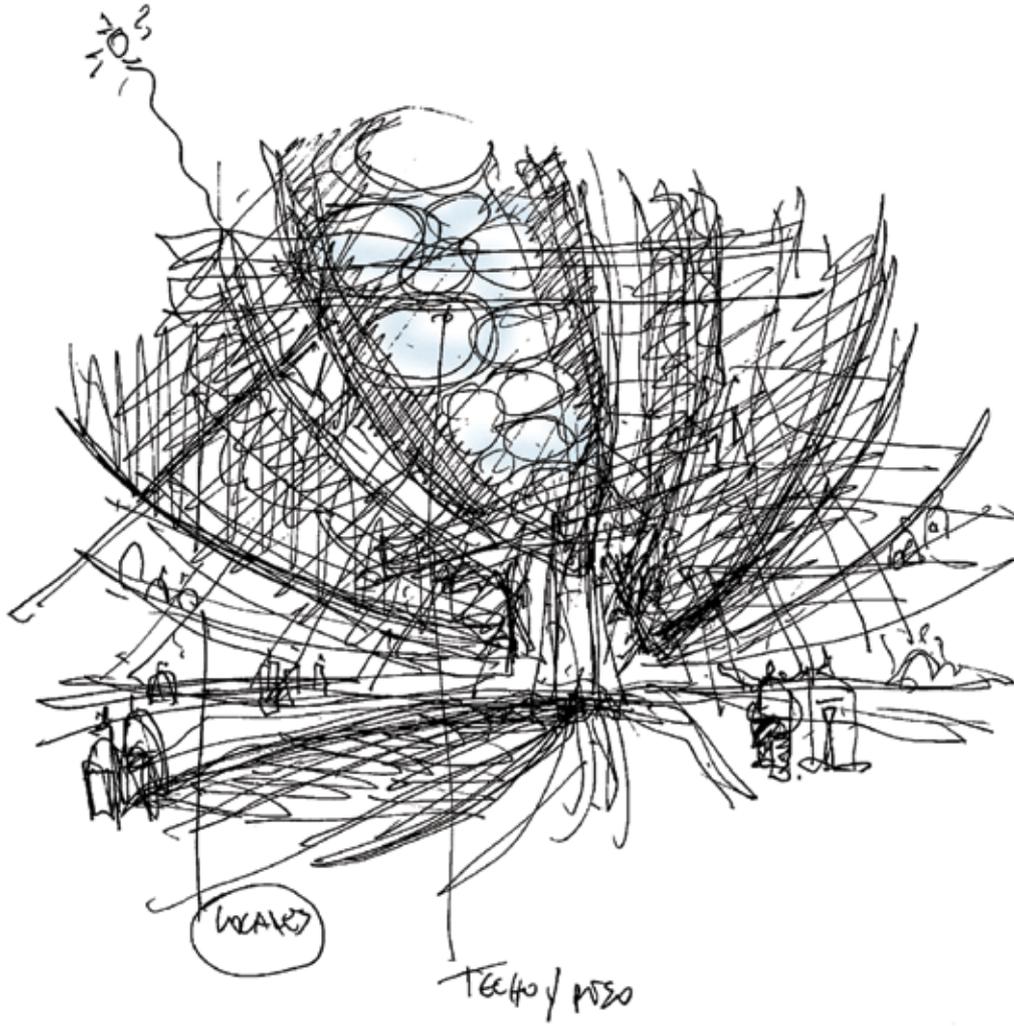






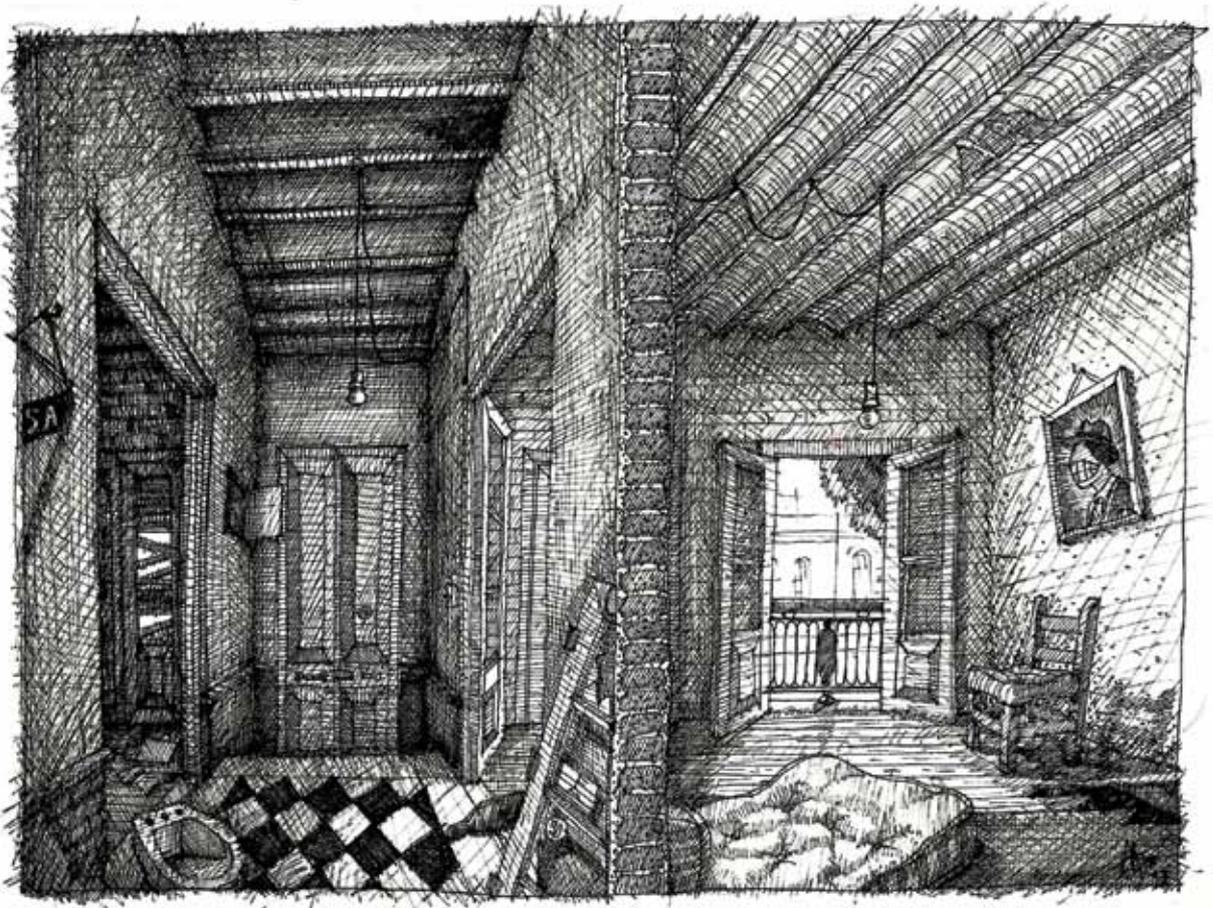


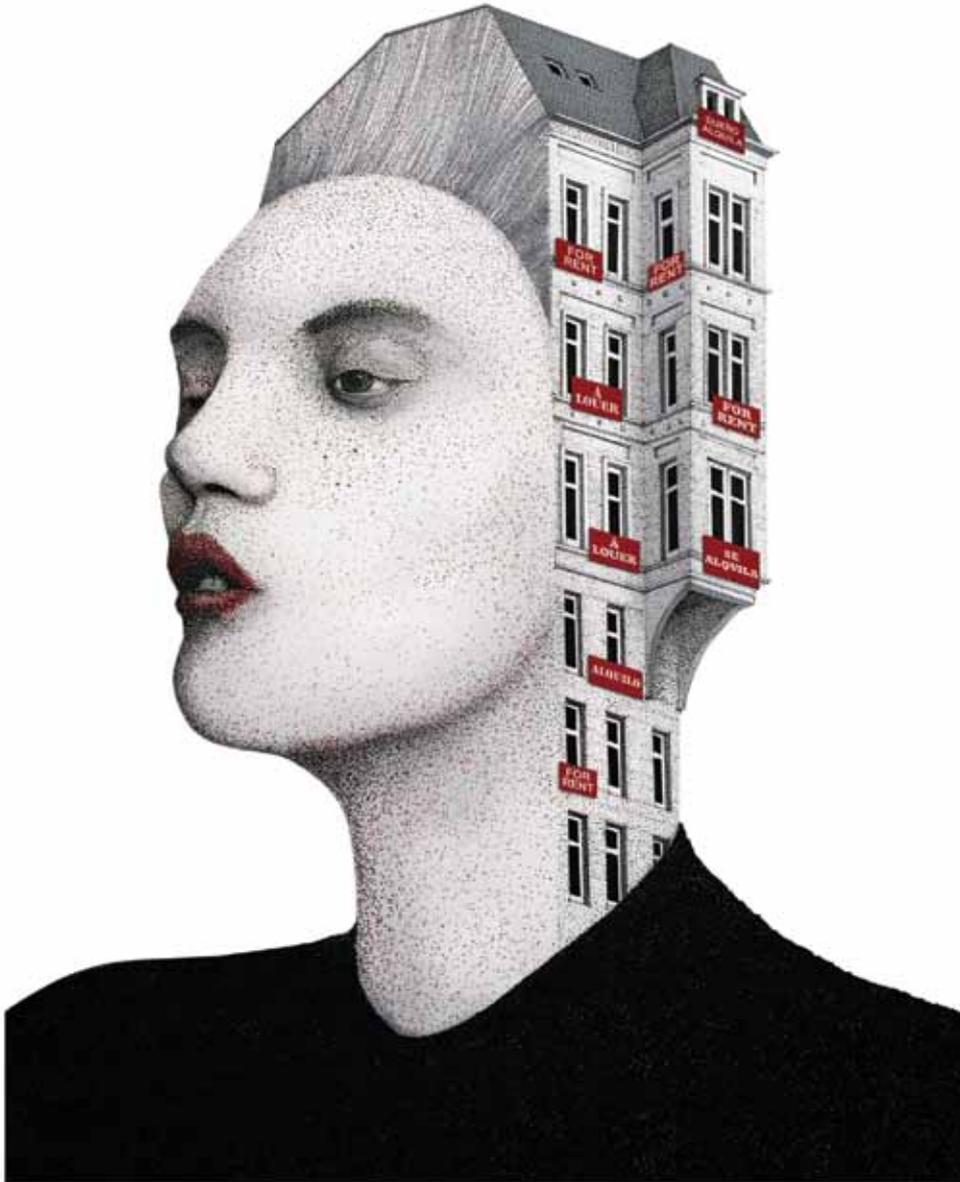














# DIBUJAR

---



Alejandro Folga, Álvaro Gelabert, Andrea Pastorini, Andrés Nogués, Arturo de los Santos, Camila Coya y Pablo Martínez, Carolina Frabasile, Christian Taurisano, Claudia Espinosa, Daniel Mosquera, Daniel Venturini, Daniela Garat, Diego Míguez, Eduardo Egozcue Wechssung, Estela López, Ethel Carolina Mir Caula, Federico Cardozo Bentancur, Federico François, Felipe de los Santos Moreira, Florencia Laredo, Francisco Magnone, Agustín Piña, Francisco Núñez y Thaís Andorffy, Gabriel Fernández, Gerardo Pérez, Guillermo Frondoy, Gustavo Marzoa, Hugo Gilmet, Jeremías Merino Pena, Jorge Coronel Grillo, José Eduardo Mariño, Juan Ignacio Rodríguez Espath, Juan Losada, Leandro Cristalli Vega, Leticia Mato, Lorena Botti, Lucía Lin y Juliana Ramírez, Lucía Pinto, Lucía Rubio Pellegrino, Luis González Susperreguy, María Magdalena Peña, Maite Gómez, Manuela Clavelli, Marcos Guiponi, Mariana García Etcheverry, Mass Arquitectos (Juan Martín Minassian), Mathias Vitancurt, Nora Galceran Berenguer, Osvaldo Schmid, Pablo Inzaurrealde, Paola Castiglia, Rodolfo Schwedt, Rodrigo García Fernández, Santiago Lapasta, Santiago Miranda Periazco, Sebastian Lambert, Victoria Abreu, Victoria Alvariza, Victoria Fabila.