

# Análisis y reconocimiento automático de planos arquitectónicos con IA

Estado del arte, aplicaciones y desafíos

**Pablo N. Pizarro**



Cámara Chilena  
de la Construcción  
Chile

24 de julio de 2024

- 1 Introducción
- 2 Revisión del estado del arte
- 3 Recuperación y vectorización de muros
- 4 Conclusiones

# Sobre el expositor

- Ing. Civil (M.Sc.). Ing. Software (M.Sc.)
- Co-Fundador  *Empresa de software para la ingeniería civil*
- Ingeniero de software senior **SYNOPSIS®**  
*Desarrollo de compiladores para el diseño de circuitos integrados*
- Investigador IA en Ing. Civil/Arquitectura.  
Responsable grupo investigación  
MLSTRUCT
- Consultor



[linkedin.com/in/ppizarror](https://www.linkedin.com/in/ppizarror)  
[ppizarror.com](https://ppizarror.com)  
[smartbd.cl](https://smartbd.cl)

## Tres aristas motivaron la investigación:

1. Industria de la construcción y el diseño.  
**Baja productividad** y crecimiento negativo desde los años 60 en países OCDE
2. Creciente interés de la industria por procesos de **automatización**
3. Gran cantidad de datos generados durante el proceso productivo, con **pocas aplicaciones**

CHILE

## Quiebra de constructoras sigue creciendo en Chile

- Más de 240 firmas del sector de la construcción colapsaron en Chile entre 2021 y 2022, una cifra que se sigue incrementando con recientes cierres



Fuente de la imagen: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile. Quiebra de empresas de la construcción en Chile: expertos explican el fenómeno

Por Juan Pablo Álvarez

16 de marzo, 2023 | 04:00 AM

Bloomberg Línea — **La larga lista de constructoras en Chile que cesaron operaciones sigue creciendo. A las 244 firmas declaradas en quiebre entre 2021 y julio de 2022**, contabilizadas por una investigación de la Universidad de Talca; continuaron

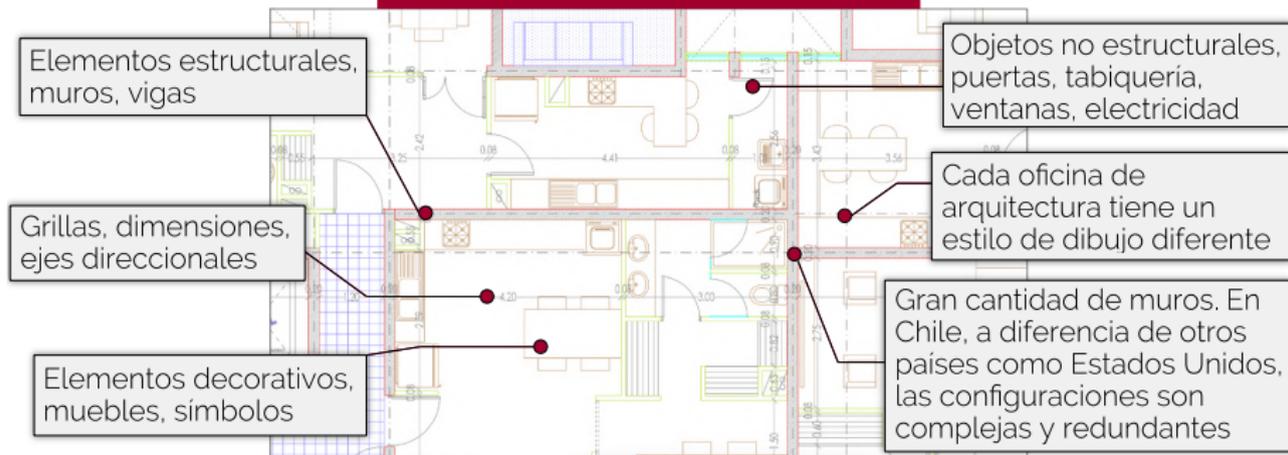
**Figura 1:** Constructoras, oficinas de diseño y arquitectura chilenas en grave crisis.

# Planos de arquitectura, un dominio complejo



**Figura 2:** Un plano de arquitectura típico de un edificio residencial chileno.

## Plano de Arquitectura: Un documento complejo



**Figura 3:** Problemas asociados al procesamiento de planos arquitectónicos.

Los planos arquitectónicos:

- Son documentos que resultan de un **proceso iterativo** de diseño, planificación e ingeniería

# Planos de arquitectura, un dominio complejo

Los planos arquitectónicos:

- Son documentos que resultan de un **proceso iterativo** de diseño, planificación e ingeniería
- Definen la **disposición, distribución** y **uso** de una estructura

Los planos arquitectónicos:

- Son documentos que resultan de un **proceso iterativo** de diseño, planificación e ingeniería
- Definen la **disposición, distribución** y **uso** de una estructura
- Transmiten eficazmente la información **geométrica, topológica** y **semántica** de una escena en 3D [Yang et al., 2018]

# Planos de arquitectura, un dominio complejo

Los planos arquitectónicos:

- Son documentos que resultan de un **proceso iterativo** de diseño, planificación e ingeniería
- Definen la **disposición, distribución** y **uso** de una estructura
- Transmiten eficazmente la información **geométrica, topológica** y **semántica** de una escena en 3D [Yang et al., 2018]
- Carecen completamente de un **estilo uniforme de diseño** → ¡Cada oficina diseña e ilustra el plano bajo sus propias reglas!

# Planos de arquitectura, un dominio complejo

Los planos arquitectónicos:

- Son documentos que resultan de un **proceso iterativo** de diseño, planificación e ingeniería
- Definen la **disposición, distribución** y **uso** de una estructura
- Transmiten eficazmente la información **geométrica, topológica** y **semántica** de una escena en 3D [Yang et al., 2018]
- Carecen completamente de un **estilo uniforme de diseño** → ¡Cada oficina diseña e ilustra el plano bajo sus propias reglas!

Dichas razones **hacen que el análisis y la recuperación de información** desde planos sea una tarea **extremadamente difícil** [Liu et al., 2017]

# Recuperación de información en planos, una necesidad

- Aunque los planos se diseñan utilizando software vectorial avanzado como AutoCAD **estos suelen almacenarse como imágenes en formato rasterizado** [Yang et al., 2018]

# Recuperación de información en planos, una necesidad

- Aunque los planos se diseñan utilizando software vectorial avanzado como AutoCAD **estos suelen almacenarse como imágenes en formato rasterizado** [Yang et al., 2018]
- **Planos rasterizados descartan metadata** ya que sólo se considera el post procesamiento humano

# Recuperación de información en planos, una necesidad

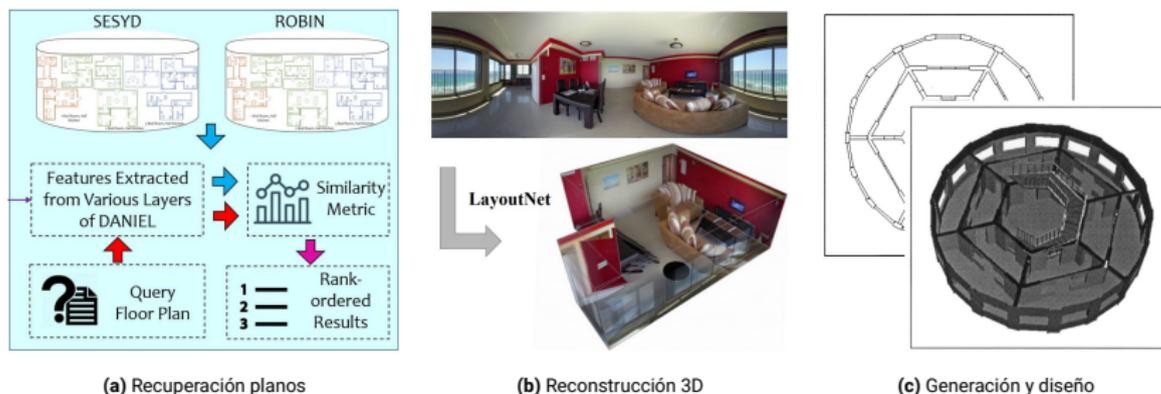
- Aunque los planos se diseñan utilizando software vectorial avanzado como AutoCAD **estos suelen almacenarse como imágenes en formato rasterizado** [Yang et al., 2018]
- **Planos rasterizados descartan metadata** ya que sólo se considera el post procesamiento humano
- Por lo tanto, la **recuperación de información** en imágenes de planos rasterizados es un problema abierto, estudiado considerablemente durante los últimos 20 años [Liu et al., 2017, Macé et al., 2010]

# Recuperación de información en planos, una necesidad

- Aunque los planos se diseñan utilizando software vectorial avanzado como AutoCAD **estos suelen almacenarse como imágenes en formato rasterizado** [Yang et al., 2018]
- **Planos rasterizados descartan metadata** ya que sólo se considera el post procesamiento humano
- Por lo tanto, la **recuperación de información** en imágenes de planos rasterizados es un problema abierto, estudiado considerablemente durante los últimos 20 años [Liu et al., 2017, Macé et al., 2010]
- Por otra parte, es un área de estudio que tiene **múltiples aplicaciones** . . .

# Aplicaciones

- Recuperación de planos similares en bases de datos y estimación de precios
- Reconstrucción de edificaciones en 3D [Zeng et al., 2019]
- Generación de modelos CAD automáticos [Dosch et al., 2000]
- Diseño y optimización estructural



**Figura 4:** Aplicaciones análisis planos de arquitectura.

# Motivación

Dado la gran cantidad de datos, el desarrollo de la IA y la capacidad computacional:

## Pregunta de investigación

¿Es posible recuperar **polígonos de muros** desde **imágenes de planos chilenos** de forma **automática**, que permita aceptar **múltiples estilos** y configuraciones?

Dado la gran cantidad de datos, el desarrollo de la IA y la capacidad computacional:

## Pregunta de investigación

¿Es posible recuperar **polígonos de muros** desde **imágenes de planos chilenos** de forma **automática**, que permita aceptar **múltiples estilos** y configuraciones?

Para responder esta pregunta:

- Se realizó una **revisión exhaustiva del estado del arte**, incorporando modelos basados en reglas manuales e inteligencia artificial de los últimos 20 años

Dado la gran cantidad de datos, el desarrollo de la IA y la capacidad computacional:

## Pregunta de investigación

¿Es posible recuperar **polígonos de muros** desde **imágenes de planos chilenos** de forma **automática**, que permita aceptar **múltiples estilos** y configuraciones?

Para responder esta pregunta:

- Se realizó una **revisión exhaustiva del estado del arte**, incorporando modelos basados en reglas manuales e inteligencia artificial de los últimos 20 años
- Creación de una **nueva base de datos de planos chilenos** de edificios residenciales para recuperar muros

Dado la gran cantidad de datos, el desarrollo de la IA y la capacidad computacional:

## Pregunta de investigación

¿Es posible recuperar **polígonos de muros** desde **imágenes de planos chilenos** de forma **automática**, que permita aceptar **múltiples estilos** y configuraciones?

Para responder esta pregunta:

- Se realizó una **revisión exhaustiva del estado del arte**, incorporando modelos basados en reglas manuales e inteligencia artificial de los últimos 20 años
- Creación de una **nueva base de datos de planos chilenos** de edificios residenciales para recuperar muros
- **Modelo segmentativo** para recuperar muros basado en U-Net

Dado la gran cantidad de datos, el desarrollo de la IA y la capacidad computacional:

## Pregunta de investigación

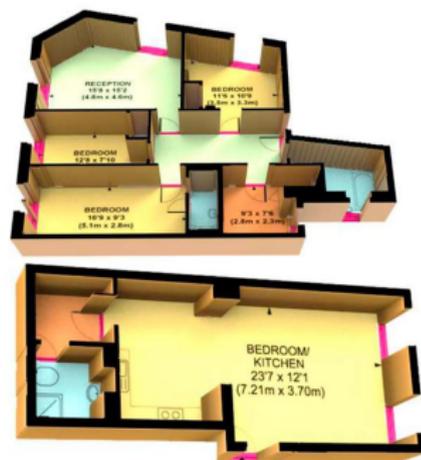
¿Es posible recuperar **polígonos de muros** desde **imágenes de planos chilenos** de forma **automática**, que permita aceptar **múltiples estilos** y configuraciones?

Para responder esta pregunta:

- Se realizó una **revisión exhaustiva del estado del arte**, incorporando modelos basados en reglas manuales e inteligencia artificial de los últimos 20 años
- Creación de una **nueva base de datos de planos chilenos** de edificios residenciales para recuperar muros
- **Modelo segmentativo** para recuperar muros basado en U-Net
- **Vectorización** de resultados

# ¿Por qué reconocer muros?

Desde el problema de la recuperación de datos, una tarea crítica es **identificar los muros**, ya que estos objetos:

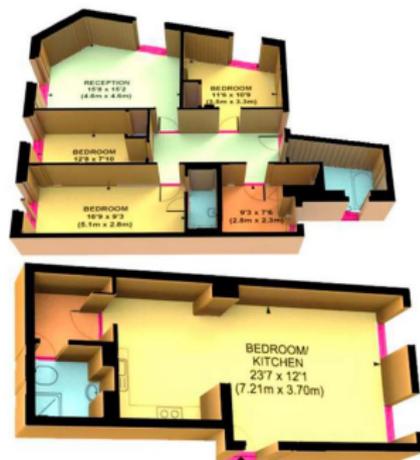


**Figura 5:** Muros definen la forma de la estructura habitacional.

# ¿Por qué reconocer muros?

Desde el problema de la recuperación de datos, una tarea crítica es **identificar los muros**, ya que estos objetos:

- Definen la **estructura principal** del edificio [de las Heras et al., 2013]

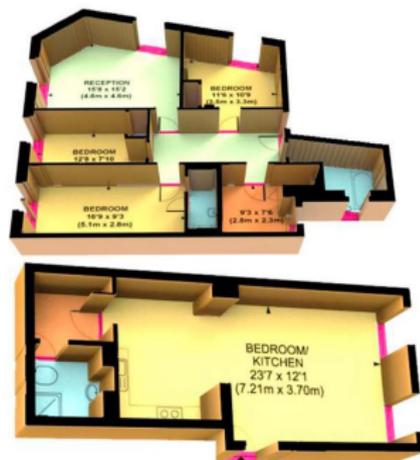


**Figura 5:** Muros definen la forma de la estructura habitacional.

# ¿Por qué reconocer muros?

Desde el problema de la recuperación de datos, una tarea crítica es **identificar los muros**, ya que estos objetos:

- Definen la **estructura principal** del edificio [de las Heras et al., 2013]
- Transmiten información esencial para **detectar otros elementos** estructurales

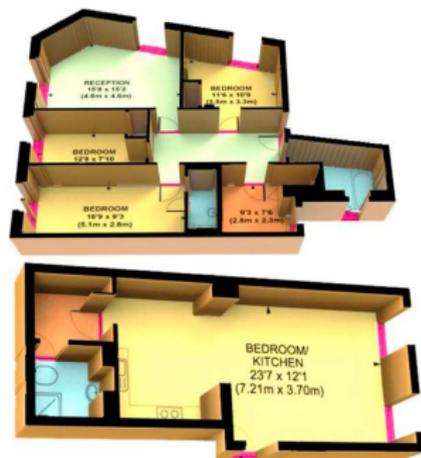


**Figura 5:** Muros definen la forma de la estructura habitacional.

# ¿Por qué reconocer muros?

Desde el problema de la recuperación de datos, una tarea crítica es **identificar los muros**, ya que estos objetos:

- Definen la **estructura principal** del edificio [de las Heras et al., 2013]
- Transmiten información esencial para **detectar otros elementos** estructurales
- Aportan información útil en todo el espectro de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, proporcionando datos para el diseño, el análisis y la estimación de costes, entre otros [Sharma et al., 2017]



**Figura 5:** Muros definen la forma de la estructura habitacional.

# Planteamiento del problema

- El problema a resolver es cómo **obtener los polígonos de los muros** a partir de un **plano arquitectónico chileno rasterizado** en un procedimiento *automático* sin necesidad de entrada humana

# Planteamiento del problema

- El problema a resolver es cómo **obtener los polígonos de los muros** a partir de un **plano arquitectónico chileno rasterizado** en un procedimiento *automático* sin necesidad de entrada humana
- Este procedimiento debe representar adecuadamente la semántica subyacente al dibujo del plano

# Planteamiento del problema

- El problema a resolver es cómo **obtener los polígonos de los muros** a partir de un **plano arquitectónico chileno rasterizado** en un procedimiento *automático* sin necesidad de entrada humana
- Este procedimiento debe representar adecuadamente la semántica subyacente al dibujo del plano
- Uso enfoque **deep learning**, lo que permite mayor generalidad comparado con soluciones tradicionales de bajo nivel

# Planteamiento del problema

- El problema a resolver es cómo **obtener los polígonos de los muros** a partir de un **plano arquitectónico chileno rasterizado** en un procedimiento *automático* sin necesidad de entrada humana
- Este procedimiento debe representar adecuadamente la semántica subyacente al dibujo del plano
- Uso enfoque **deep learning**, lo que permite mayor generalidad comparado con soluciones tradicionales de bajo nivel
- Base de datos con 954 planos chilenos (165 diferentes proyectos) de edificios de hormigón armado, **considera imagen y representación de muros basado en grafos**. Planos **más complejos** que el considerado en trabajo relacionado

- 1 Introducción
- 2 Revisión del estado del arte**
- 3 Recuperación y vectorización de muros
- 4 Conclusiones

# Revisión estado del arte

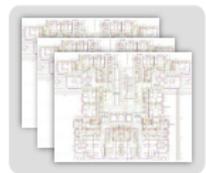
## Metodología y generalidades

- Análisis planos combina procesos secuenciales
- Procesos se pueden clasificar en 4 grandes áreas:
  1. *Graphics separation*
  2. *Object recognition*
  3. *Vectorization*
  4. *Structural modeling*

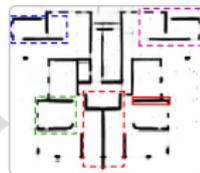
## Métodos heurísticos

## Métodos basados en IA

Input: architectural raster plans



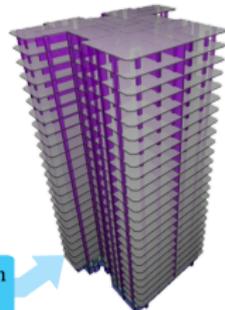
Segmented and recognized objects



- Graphics separation (text/noise)  
- Object segmentation  
- Structural rules

- Vectorization  
- Matching

Output: Building 3D reconstruction



**Figura 6:** Metodología de reconstrucción 3D de un edificio a partir de planos rasterizados.

- Primeras aproximaciones consideraron **reglas y heurísticas manuales**
- Algoritmos típicos:
  - Binarización
  - Transformada de Hough
  - Detección de líneas por patrones, paralelismo, espesor, color, distancias
  - Detección de bordes (Canny, Sobel, etc.)
  - *Shape grammars*

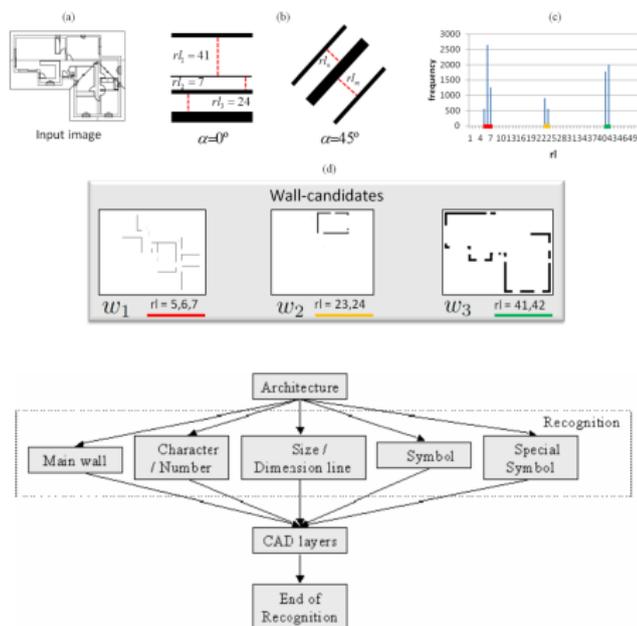


Figura 7: Ejemplos de métodos rule-based (1/2).

- Aproximaciones obtenían buenos resultados, pero **no son generalizables**
- Algoritmos además dependen en muchos casos de parámetros y notación específica
- Exigen **avanzado conocimiento técnico** en arquitectura y diseño gráfico

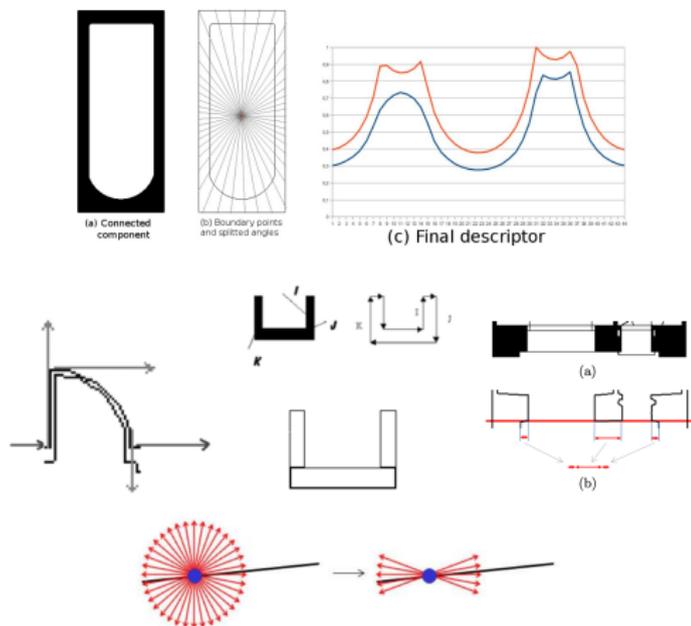
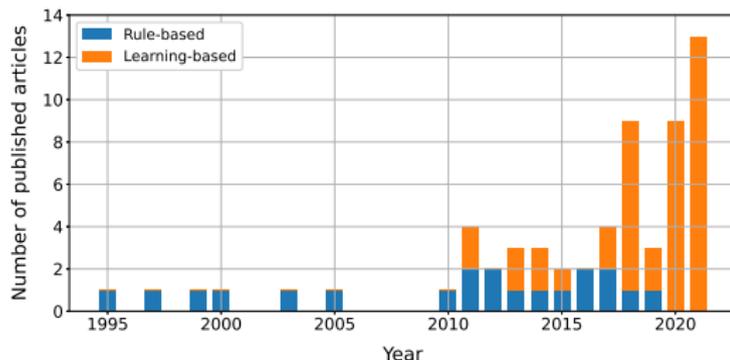


Figura 7: Ejemplos de métodos rule-based (2/2).

- Las metodologías de aprendizaje **han dominado** el análisis de planos
- Incremento exponencial desde el 2017
- Metodologías aprenden las relaciones y características de manera automática desde los planos, **inferiendo reglas a partir del proceso de entrenamiento**



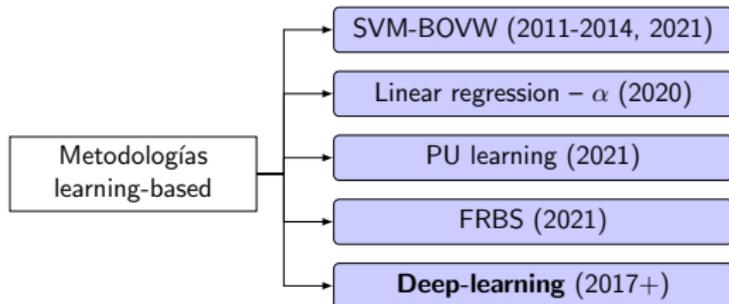
**Figura 8:** Artículos publicados por año entre metodologías revisadas considerando basados en reglas (20 en total) y aproximaciones basadas en IA (41).

- Los datasets en este tipo de metodologías son clave:
  1. Falta de un estilo uniforme en su diseño
  2. La cantidad de configuraciones y relaciones posibles
  3. La forma en cómo se ilustran sus elementos, en múltiples estilos, formatos, y símbolos
- Limitaciones en **cantidad**, **complejidad** y **disponibilidad**



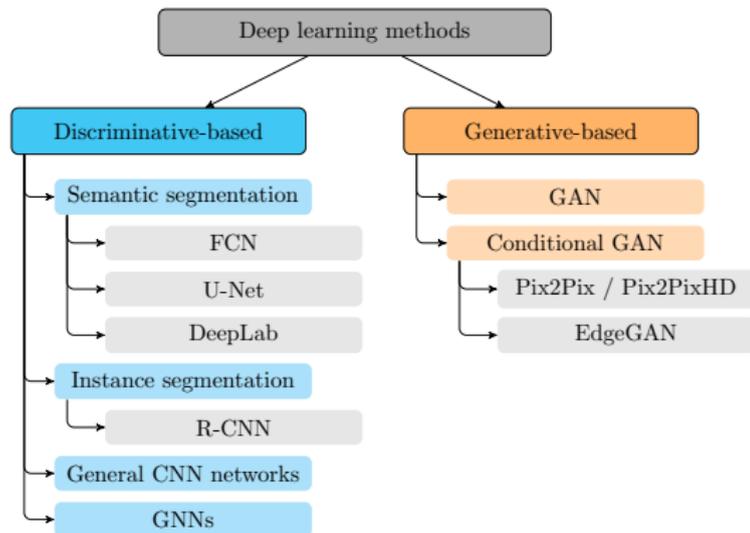
Figura 9: Ejemplo planos en datasets revisados.

- Desde 2011 múltiples algoritmos basados en aprendizaje han sido propuestos, desde regresiones lineales a SVM
- Sin embargo, la introducción de DL (*deep learning*), especialmente **redes neuronales** permitieron mejores resultados
- Emplean la imagen completa para **capturar complejas características** evitando mecanismos manuales de filtrado



**Figura 10:** Metodologías *learning-based* dentro del análisis de planos.

- Metodologías deep learning han obtenido sistemáticamente mejores resultados
- Mejor capacidad de generalización y modelos más simples
- Aplicaciones tanto discriminativas como generativas



**Figura 11:** Métodos deep learning explorados dentro de la investigación de análisis de planos.

- CNN como mecanismo para extraer complejas características y aprender diferencias semánticas permitiendo **invarianza en las distorsiones geométricas**
- Dos principales problemáticas:
  1. Falta de **interpretabilidad** para usuarios finales. Alto roce con equipo de diseño y arquitectura
  2. Necesidad de **gran cantidad de datos**, complejo dentro del escenario actual

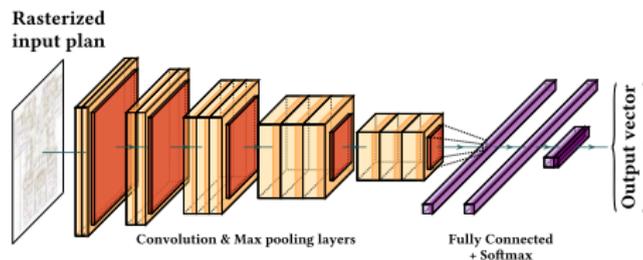


Figura 12: Modelo CNN.

- A pesar de que modelos DL tienen gran adaptabilidad, poseen otros problemas importantes:

1. **Output borroso** en outputs segmentados, creando problemas en **entidades con líneas desconectadas**
2. Modelos de detección de objetos, como Faster R-CNN **no pueden recuperar muros curvos o no ortogonales**

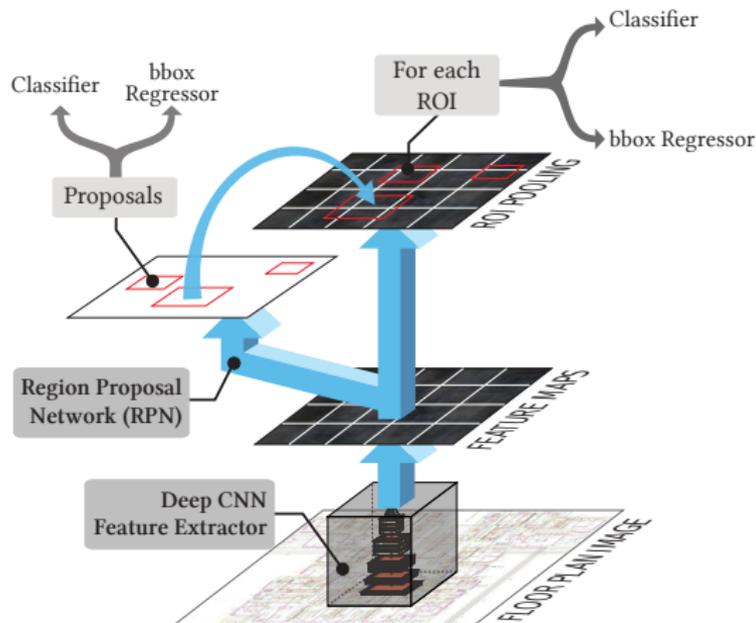


Figura 13: Modelo de segmentación Faster R-CNN.



**Figura 14:** Oportunidades y desafíos.

- 1 Introducción
- 2 Revisión del estado del arte
- 3 Recuperación y vectorización de muros**
- 4 Conclusiones

# Recuperación y vectorización de muros

Nuevo dataset

Procesamiento data

Modelo segmentación

Vectorización

- A pesar de existir múltiples datasets, todos corresponden a planos de una casa o un sólo departamento
- Sin embargo, **en el proceso de diseño se crean planos de planta completa**
- Estos, además de ser **órdenes de magnitud más grandes**, poseen nuevas relaciones y semántica

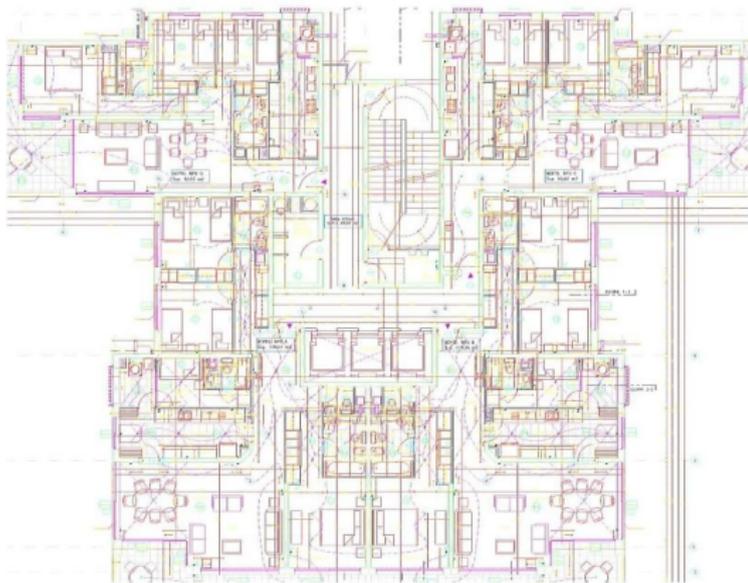


Figura 15: Ejemplo de un plano *multi-unit*.

# Recuperación y vectorización de muros

Nuevo dataset

Procesamiento data

Modelo segmentación

Vectorización

- Por estas razones en esta tesis se propone un nuevo dataset, llamado MLSTRUCT-FP
- Compuesto por 954 planos en alta resolución de edificios residenciales chilenos
  - Ancho: 6360 – 9650 px
  - Alto: 6300 – 9500 px
- A comparación de otros países, en Chile la edificación es compleja

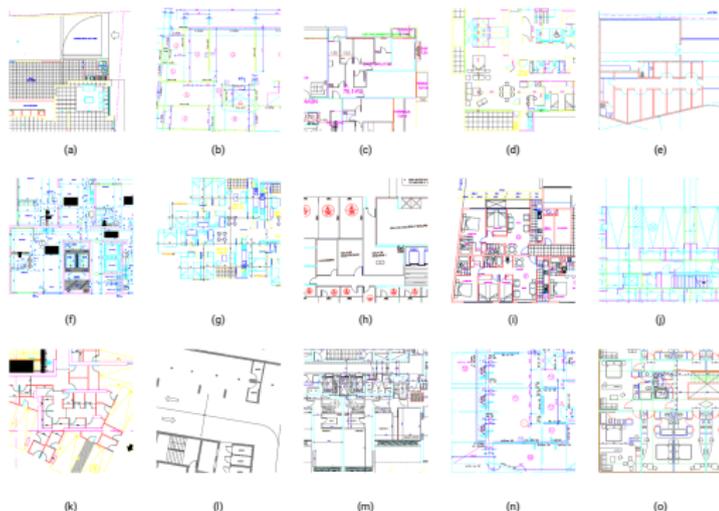


Figura 16: Ejemplos planos MLSTRUCT-FP.

# Recuperación y vectorización de muros

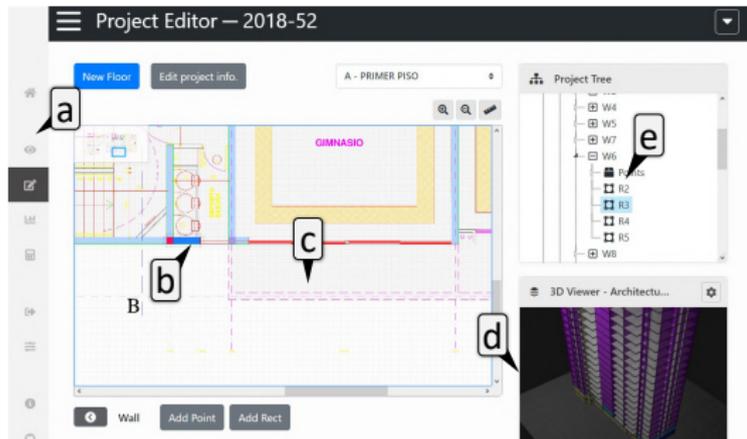
## Nuevo dataset

## Procesamiento data

## Modelo segmentación

## Vectorización

- Dataset considera tanto **imagen** como los **segmentos rectangulares** que componen cada muro:
  - Permiten una representación detallada de la geometría y topología de muros
  - Fácilmente representables computacionalmente
  - Pueden ser aplicados en modelos tipo RCNN o como mascarar en mecanismos de optimización



**Figura 17:** Software web desarrollado; permite visualizar estructuras, crear objetos con herramientas de dibujo vectorial y determinar propiedades.

# Recuperación y vectorización de muros

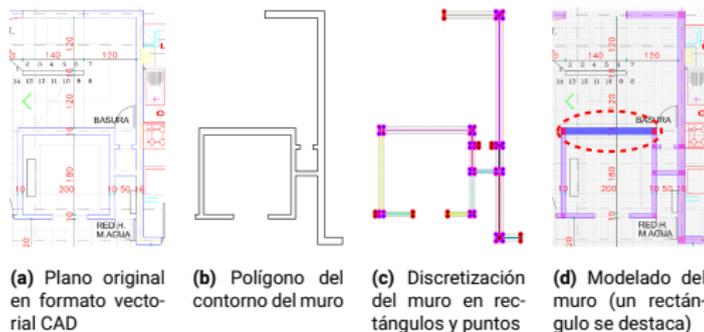
## Nuevo dataset

## Procesamiento data

## Modelo segmentación

## Vectorización

- Procesamiento de los datos compuesto por cuatro etapas
- Se programó además una API para cargar planos, generar su presentación binaria, y aplicar transformaciones como rotación y escala ([GitHub](#))
- La API además permite generar recortes en múltiples resoluciones objetivo



**Figura 18:** Esquema discretización de muros en rectángulos para generación base de datos.

# Recuperación y vectorización de muros

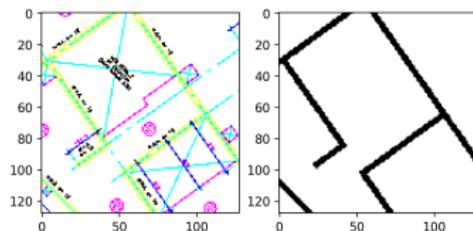
## Nuevo dataset

## Procesamiento data

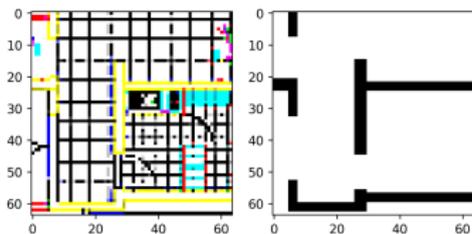
## Modelo segmentación

## Vectorización

- Algunos factores, definidos como metro/pixel (m/px) tienen problemas para detallar segmentos de muros
- Factor importante a la hora de crear modelos. **No considerado en trabajos actuales**
- Con MLSTRUCT-FP se creó modelo segmentativo U-Net, vectorizado siguiendo la metodología de [Egiazarian et al., 2020]



(a) Recorte de 128x128 px para 7.5x7.5 m rotado en 45°. Factor 0.058 m/px



(b) Recorte de 64x64 px de una región de 5x5 m. Factor 0.078 m/px

Figura 19: Ejemplos de recortes producidos por la API.

# Recuperación y vectorización de muros

Nuevo dataset

Procesamiento data

Modelo segmentación

Vectorización

## Floor plan wall retrieval method

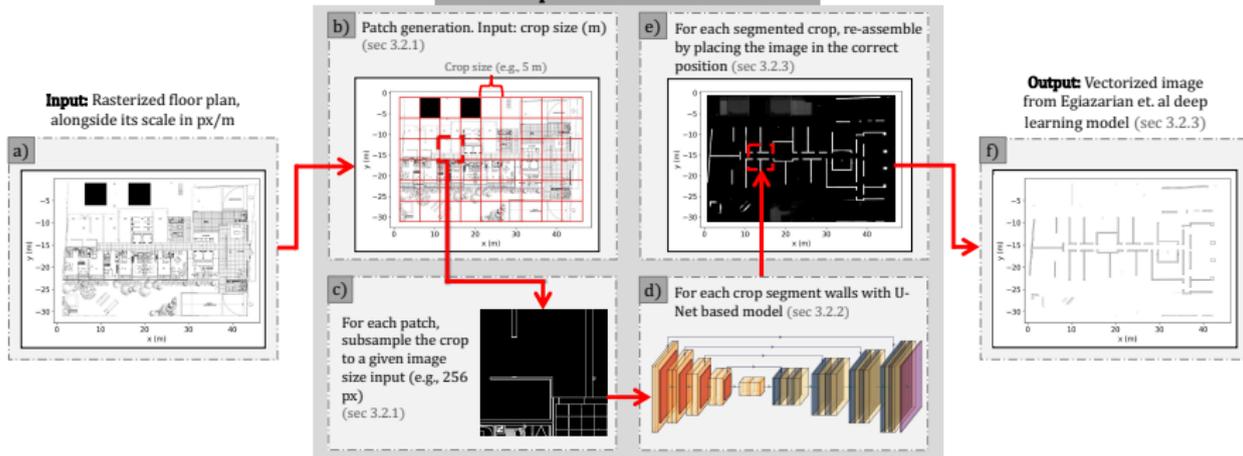


Figura 20: Esquema del método de recuperación de muros a partir de planos rasterizados propuesto en esta tesis.

# Recuperación y vectorización de muros

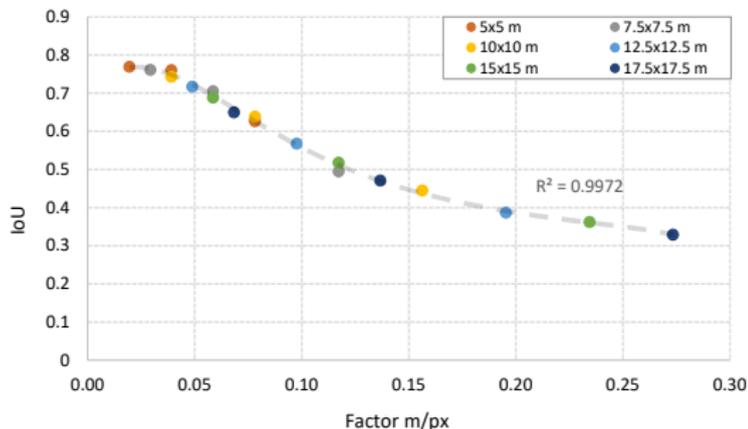
Nuevo dataset

Procesamiento data

Modelo segmentación

Vectorización

- IoU promedio en 0.77, sin embargo moda en 0.9
- 5 % de las evaluaciones arrojaron resultados incorrectos
- Errores en muros no ortogonales
- Amplio potencial de mejor en casos de estilo de dibujo muy particular, con pocas repeticiones en el dataset



**Figura 21:** Resultados IoU promedios por cada factor m/px. Correlación en términos de la curva sigmoideal simétrica 4PL  $y(x) = d + \frac{a-d}{1 + \left(\frac{x}{c}\right)^b}$ , parámetros  $a = 0.7836$ ,  $b = 2.4175$ ,  $c = 0.1082$  y  $d = 0.29$ .

# Recuperación y vectorización de muros

Nuevo dataset

Procesamiento data

Modelo segmentación

Vectorización

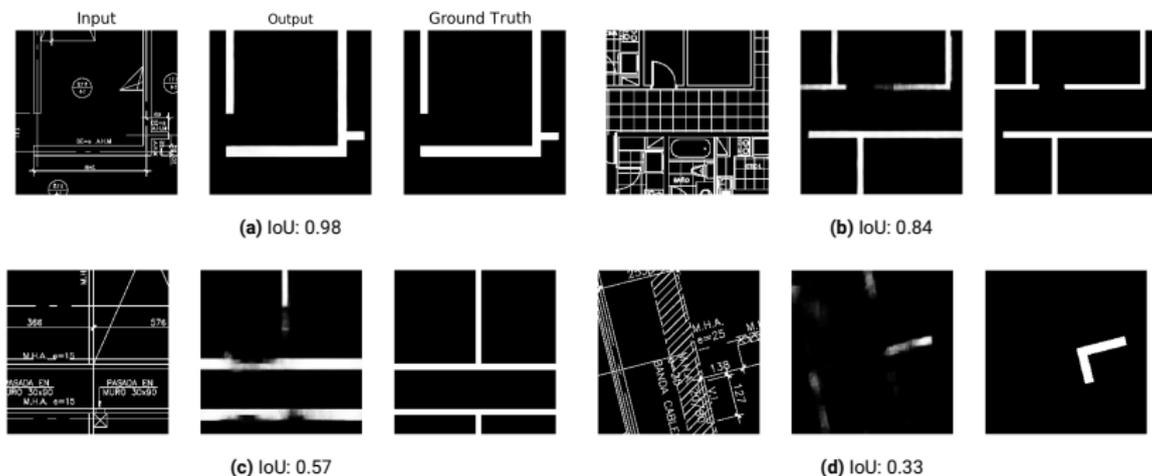


Figura 22: Resultados U-Net.

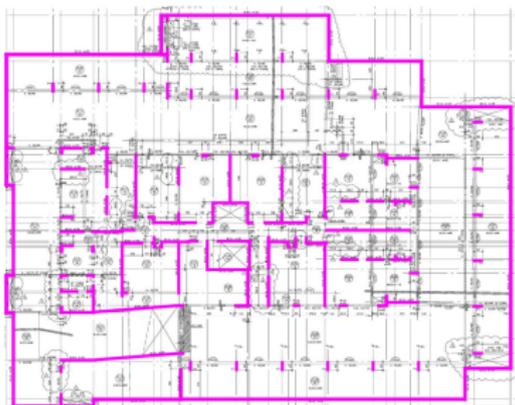
# Recuperación y vectorización de muros

Nuevo dataset

Procesamiento data

Modelo segmentación

Vectorización



**Figura 23:** Resultados U-Net planta completa.

# Recuperación y vectorización de muros

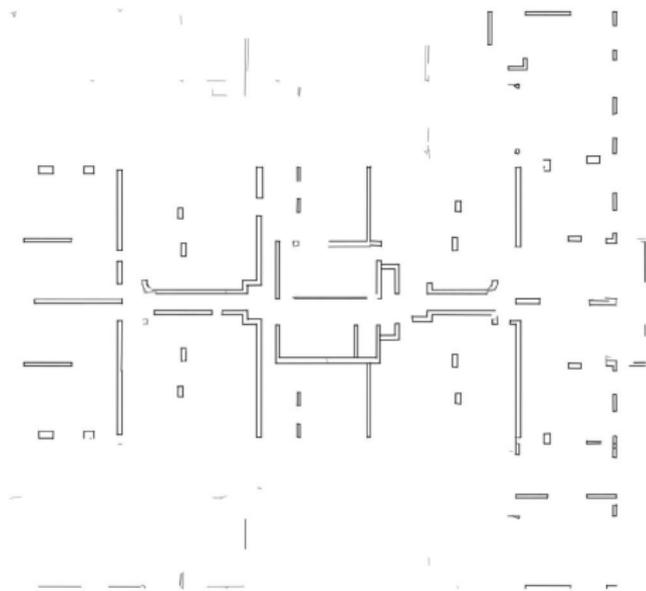
Nuevo dataset

Procesamiento data

Modelo segmentación

Vectorización

- Basado en trabajo de [Egiazarian et al., 2020]. Considera U-Net para pre-procesar. Luego ANN para estimar primitivas
- Procesamiento imagen segmentada con detección de bordes de Sobel
- Resultados cercanos a la realidad y opinión experta. Sin embargo modelo requiere de trabajo para unir componentes, corregir artefactos
- Prueba de concepto



**Figura 24:** Resultado ejemplo vectorización.

# Recuperación y vectorización de muros

Nuevo dataset

Procesamiento data

Modelo segmentación

Vectorización

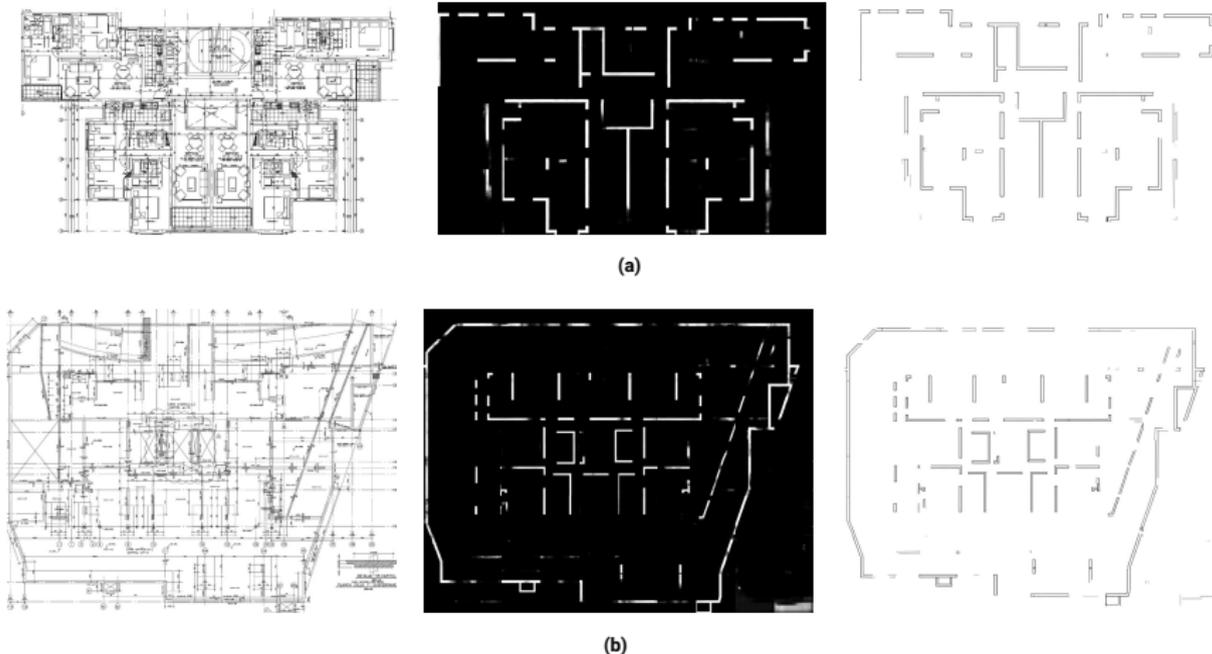


Figura 25: Resultados vectorización planta completa.

# Conclusiones

- 1 Introducción
- 2 Revisión del estado del arte
- 3 Recuperación y vectorización de muros
- 4 Conclusiones**

- Análisis de planos ha sostenido un importante incremento en la investigación relacionada
- A pesar de la gran heterogeneidad en las metodologías, es posible catalogar sus tareas en pasos comunes. Esto facilita su comparación
- Debido a la gran variabilidad en la definición de planos, metodologías basadas en reglas no permiten buenos resultados. Son difícilmente generalizables
- Nuevo dataset permite agregar variabilidad a la situación actual
- Modelo U-Net permite excelentes resultados
- Factor de escala es vital para el desarrollo de nuevos modelos

- Trabajo futuro incluye desarrollo de modelos más generalizables
- Soluciones deben satisfacer restricciones arquitectónicas y estructurales
- Reducir brecha tecnológica en la industria, particularmente en Chile. Mejorar productividad, reducir costes y democratizar el buen diseño

Automation in Construction 140 (2022) 104048

Contents lists available at ScienceDirect

## Automation in Construction

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/aicon](http://www.elsevier.com/locate/aicon)



### Review

#### Automatic floor plan analysis and recognition

Pablo N. Pizarro<sup>a,\*</sup>, Nancy Hitschfeld<sup>b</sup>, Ivan Sipiran<sup>c</sup>, Jose M. Saavedra<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Department of Computer Science, Department of Civil Engineering, Universidad de Chile, Chile

<sup>b</sup> Department of Computer Science, Universidad de Chile, Chile

<sup>c</sup> Faculty of Engineering and Applied Science, Universidad de Chile, Chile



### ARTICLE INFO

**Keywords:**  
Floor plan analysis  
Image processing  
Deep machine learning  
Rule-based methods  
Object detection  
Neural networks  
Segmentation

### ABSTRACT

Due to recent advances in machine learning, there has been an explosion of development of multiple methodologies that automatically extract information from architectural floor plans. Nevertheless, the lack of a standardization and the high variability in style and composition make it urgent to devise reliable and effective approaches to analyze and recognize objects like walls, doors, and rooms from automated images. For such reasons, and with the aim of bringing some significant contributions to the state-of-the-art, this paper provides a critical review of the methodologies and tools from rule-based and learning-based approaches between the years 1980 to 2021. Datasets, scopes, and algorithms were discussed to guide future developers to improve productivity and reduce costs in the construction and design industries. This study concludes that most research relies on a particular plan style, facing problems regarding generalization and comparison due to the lack of a standard metric and the limited public datasets. However, the study also highlights that combining existing tools can be employed in various and interesting applications.

### 1. Introduction

Architectural floor plans are documents that result from an iterative design process to define the layout, distribution, and usage of a structure, playing a crucial role while designing, understanding, or simulating indoor spaces [1]. Plans are created from the knowledge and experience of designers and engineers, who use different annotations to integrate the layout, style, use, scale, and external properties of each site, like the environment and regulation. Usually, these documents cover three components to be a valid and complete 2D drawing description of a 3D scene: (1) Geometry, which defines the shape and dimension of its elements, (2) Topology, which accounts for the connectivity between building components, and (3) Semantics, which defines additional characteristics, such as the room function [1,2]. Moreover, floor plans might also include outer and inner walls, windows, furniture, dimension lines, grids, text, or icons, alongside the connections and relationships between them, making semantic analysis and information recovery a challenging and open task [1].

Floor plans have been actively studied in the last few years as they are involved in large industries, such as construction, design, property rental, interior remodeling, or indoor positioning and navigation.

Among those, the construction industry, unlike others, has experienced a low growth rate since the late 1960s to trigger OECD economies, such as the US and UK, or even yielded a negative one (Japan, Germany). Therefore, the declining output per hour worked, and per person employed, became the focus of extensive research [3,4]. A productivity decrease, in particular for construction, has negative repercussions on the economy, being even one of the key barometers for the 2009 global financial crisis [5]; for these reasons, the computer science community has studied several applications to enhance the design and construction pipeline, simplify the processes, and mitigate losses, eventually reducing the costs and improving productivity.

Although plans are designed and built using advanced vector software, these are frequently stored as raster images in the application process [1]. Similarly, for projects designed before the introduction of computer-aided design (CAD) tools, the architectural documents exist in a paper format that has been manually drawn and scanned to achieve their digital version [1]. Rasterized plans allow non-experts and clients (e.g., home buyers and renters) to understand and acquire information handily. However, these files discard semantic and topological metadata like layer or object information, as it is generally considered that only humans will view them [6].

\* Corresponding author.

E-mail addresses: [pablo.pizarro@udec.cl](mailto:pablo.pizarro@udec.cl) (P.N. Pizarro), [nancy@udec.cl](mailto:nancy@udec.cl), [ihitschf@udec.cl](mailto:ihitschf@udec.cl), [isipiran@udec.cl](mailto:isipiran@udec.cl), [jmsaavedra@matematiica.uchile.cl](mailto:jmsaavedra@matematiica.uchile.cl) (J.M. Saavedra).

<https://doi.org/10.1016/j.aicon.2022.104048>

Received 28 December 2021; Received in revised form 28 April 2022; Accepted 13 May 2022  
0926-5865/© 2022 Elsevier B.V. All rights reserved.

Automation in Construction 136 (2022) 100132

Contents lists available at ScienceDirect

## Automation in Construction

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/aicon](http://www.elsevier.com/locate/aicon)



#### Large-scale multi-unit floor plan dataset for architectural plan analysis and recognition

Pablo N. Pizarro<sup>a,\*</sup>, Nancy Hitschfeld<sup>b</sup>, Ivan Sipiran<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Department of Computer Science, Department of Civil Engineering, Universidad de Chile, Chile

<sup>b</sup> Department of Computer Science, Universidad de Chile, Chile

### ARTICLE INFO

**Keywords:**  
Floor plan dataset  
Floor plan analysis  
Rule extraction  
Text segmentation  
Image processing  
Deep machine learning

### ABSTRACT

Among automatic floor plan analysis, data-driven methods have become increasingly popular in recent years because of their superior accuracy and generalizability compared to traditional approaches while processing rasterized floor plans. However, the scarcity of public data datasets with various styles and sufficient quantity hinders the development of new models, as current ones only contain a single apartment or house. Limiting the analysis of large-scale plans usually designed in architectural and structural offices. In order to address this issue, this paper presents a multi-unit floor plan dataset comprising 94 high-resolution images of residential buildings with annotated walls and doors as polygons, enabling large-scale plan analysis. Additionally, this study implements an automatic wall segmentation method that uses a learning discriminative-based semantic segmentation (LNet) model to retrieve wall objects, followed by a deep-learning model that predicts the segmented positions, providing a baseline for feature comparison of automatic wall segmentation models.

### 1. Introduction

Automatic floor plan analysis and recognition have been a long-standing research problem in computer vision, aiming to automatically extract valuable information from a wide array of sources, including architectural plans and scene photographs [1], with multiple applications within building 3D reconstruction, architectural optimization, structural design, Building Information Modeling (BIM) reconstruction, apartment search and retrieval, indoor navigation, among others [1]. In particular, this research area has witnessed substantial growth in the last few years, mainly as a response to the low productivity of the construction and design industries [1], which has motivated the development of new methodologies to reduce costs and design time.

Within the automatic analysis, an important area is the information retrieval from rasterized plan images [1]. Although plans are designed using advanced computer-aided design (CAD) software, they are commonly stored and distributed to customers in a rasterized format [1], allowing clients and non-expert users to understand and acquire information handily without complex visualization software [1]. Plans stored in this format are challenging to analyze because they discard semantic and topological metadata like object or layer information.

Also, there are no standard design rules; plans often encompass different styles, formats, and symbols [2,7] to detail the geometrical (shape and element dimensions), topological (connectivity between building components), and semantical information (additional characteristics, such as the room function) of the plan objects, which might include the outer and inner walls, architectural openings (e.g., door, window), furniture, dimension lines, grids, text, and icons [2,8].

Due to the intricate features of raster floor plans, the research community has proposed multiple image processing methods to extract plan objects automatically. Traditionally, rule-based methodologies, for example, plant classification, line scanning, and the Hough transform, among many others, were considered to identify the object occurrence [9]; yet rule-based models with hand-crafted features are insufficient mainly because of the lack of generality to handle various conditions [10], especially in plans with elaborated annotations and high diversity in style [11]. Furthermore, rule-based models have been limited to a few raster and simplified versions of architectural plans [1], which poses challenges when attempting to generalize conventional strategies for handling plans with complex annotations [11]. As a result, learning-based approaches have garnered significant attention in recent years because they allow retrieving and segmenting building models with better results, avoiding empirical rules that depend on a particular

\* Corresponding author.

E-mail addresses: [pablo.pizarro@udec.cl](mailto:pablo.pizarro@udec.cl) (P.N. Pizarro), [nancy@udec.cl](mailto:nancy@udec.cl), [ihitschf@udec.cl](mailto:ihitschf@udec.cl), [isipiran@udec.cl](mailto:isipiran@udec.cl), [jmsaavedra@matematiica.uchile.cl](mailto:jmsaavedra@matematiica.uchile.cl) (J.M. Saavedra).

<https://doi.org/10.1016/j.aicon.2022.100132>

Received 12 June 2022; Received in revised form 6 October 2022; Accepted 12 October 2022  
Available online 30 October 2022  
0926-5865/© 2022 Elsevier B.V. All rights reserved.

# Gracias por su atención

# Referencias I



de las Heras, L.-P., Fernandez, D., Valveny, E., Lladós, J., and Sánchez, G. (2013).

Unsupervised wall detector in architectural floor plans.

*In 2013 12th International Conference on Document Analysis and Recognition*, pages 1245–1249, Washington, DC, USA. IEEE.



Dosch, P., Tombre, K., Ah-Soon, C., and Masini, G. (2000).

A complete system for the analysis of architectural drawings.

*International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR)*, 3(2):102–116.



Egiazarian, V., Voynov, O., Artemov, A., Volkhonskiy, D., Safin, A., Taktasheva, M., Zorin, D., and Burnaev, E. (2020).

Deep vectorization of technical drawings.

*In Computer Vision – ECCV 2020. ECCV 2020. Lecture Notes in Computer Science*, vol 12358, pages 582–598. Springer, Cham.



Liu, C., Wu, J., Kohli, P., and Furukawa, Y. (2017).

Raster-to-vector: revisiting floorplan transformation.

*In 2017 IEEE International Conference on Computer Vision*, pages 2195–2203, Venice, Italy. IEEE.

# Referencias II



Macé, S., Locteau, H., Valveny, E., and Tabbone, S. (2010).

A system to detect rooms in architectural floor plan images.

*In Proceedings of the 9th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems*, pages 167–174, New York, NY, USA. ACM Press.



Sharma, D., Gupta, N., Chattopadhyay, C., and Mehta, S. (2017).

DANIEL: a deep architecture for automatic analysis and retrieval of building floor plans.

*In 2017 14th IAPR International Conference on Document Analysis and Recognition*, pages 420–425, Kyoto, Japan. IEEE.



Yang, J., Jang, H., Kim, J., and Kim, J. (2018).

Semantic segmentation in architectural floor plans for detecting walls and doors.

*In 2018 11th International Congress on Image and Signal Processing, BioMedical Engineering and Informatics*, pages 1–9, Beijing, China. IEEE.



Zeng, Z., Li, X., Yu, Y. K., and Fu, C.-W. (2019).

Deep floor plan recognition using a multi-task network with room-boundary-guided attention.

*2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, pages 9095–9103.