

## I. Antecedentes

La propuesta está basada en el concepto de "Plausibilidad en el Proceso de Diseño" desarrollado por Donath, Loëmker y Richter (2002) de la Bauhaus que establece las bases para la creación de un Sistema de Planificación [1] que provea al arquitecto de información apropiada durante el proceso de planificación, diferenciándose así de las aplicaciones comerciales, y cuya solución desarrollada es "plausible, razonada y entendible". Concurrimos también con Ritel ya que proponemos un proceso de planificación que sea comprensible y comunicable o "transparente" [2].

Dentro del oficio cotidiano del arquitecto el diseño de un edificio ubicado en un terreno es una actividad crucial, estamos tan acostumbrados a hacerlo que nos parece trivial mencionarlo, sin embargo sabemos que es un problema complejo [3], y no podremos seguir proyectando en el siglo XXI sin la asistencia de las IT Tools. El gráfico 1 muestra los plazos establecidos por la ley chilena para aprobar un proyecto de edificación, lo cual, en condiciones muy óptimas demora 37 días hábiles, esto, sin considerar el tiempo de trabajo del arquitecto ni las correcciones con el cliente, con lo cual el proceso podría durar varios meses. El gráfico 2 muestra la estadística de Permisos de Edificación aprobados entre enero de 2004 y marzo de 2006.

El caso de aplicación serán los edificios de vivienda en altura, ya que representan un porcentaje importante del volumen de construcción total de Chile y en especial de la Región Metropolitana, contemplan tipos y medidas de recintos altamente parametrizables (dormitorios, pasillos, baños, etc) y por lo general optan a usar la máxima cabida. El gráfico 3 muestra que la mayor concentración de viviendas en Chile (cerca del 40% nacional) se encuentra en la Región Metropolitana (RM). Luego, analizando la RM (Gráfico 4) encontramos que la mayor cantidad de superficie aprobada e iniciada corresponde a viviendas, ya sean casas o edificios de departamentos, siendo los de 9 o más pisos los que generan mas superficie edificada (Gráfico 5).

## 2. Objetivos

Nuestro planteamiento para una metodología que apoye el diseño de edificios mediante el uso de IT Tools parte por establecer tres factores que influyen directa e indiscutiblemente en el diseño de un edificio: el Programa de Arquitectura, el Terreno y su Normativa; y la Idea del Arquitecto. Definiremos cada uno de ellos.

# Diseño Plausible de Trazados de Piso. Una Metodología basada en Herramientas de la Tecnología Informática.

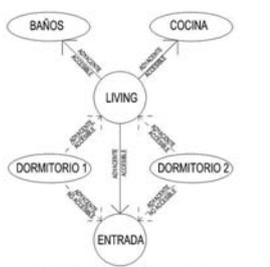
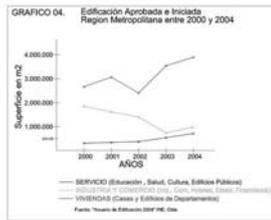
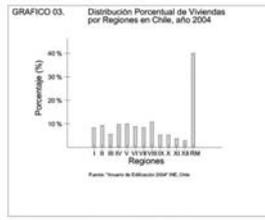
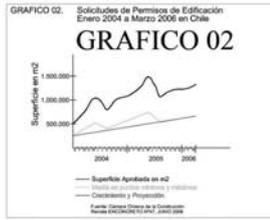
*Danny Lobos Calquín*  
Chile

*Universidad de las Américas*  
[www.archdl.cl](http://www.archdl.cl) [dlobos@uamericas.net](mailto:dlobos@uamericas.net)

Esta investigación apoya, mediante Herramientas de la Tecnología Informática (IT Tools), a las tempranas etapas del diseño arquitectónico de un edificio de vivienda en altura emplazado en un terreno urbano, se propone una metodología objetiva, flexible y simple que incluye:

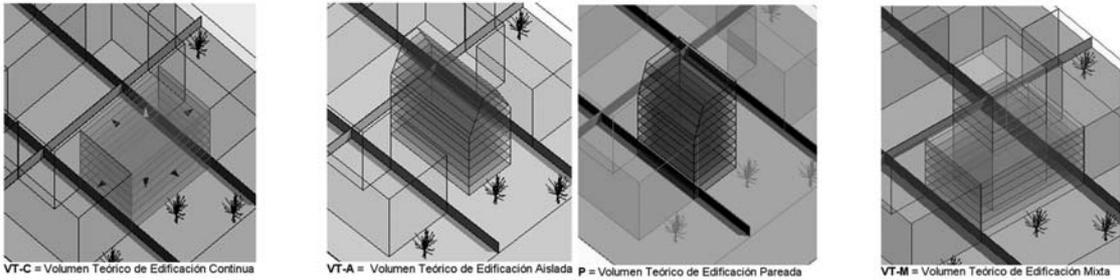
- Parametrización del encargo del cliente.
- Fusión del volumen teórico normativo con las Ideas del arquitecto.
- Obtención de una o varias soluciones de diseño de plantas de piso.

Permite contar rápidamente con un layout de piso plausible, razonable y entendible, que cumpla con restricciones tales como el encargo del cliente y con las regulaciones urbanas aplicadas al terreno del proyecto. Está basado en el concepto de Plausibilidad en el Proceso de Diseño [Donath, Loëmker y Richter, 2002]. Hoy día, sin esta nueva metodología de diseño, la generación de varias alternativas de diseño razonables y su análisis por parte del arquitecto y cliente tomaría varias semanas en estar listo y/o actualizarse.



| LISTADO DE RECINTOS (Restricciones de Dimensiones) |           |        |           |        |           |        |         |
|--|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|---------|
|  | Area (m2) |        | Largo (m) |        | Ancho (m) |        | Aspecto |
|  | Mínima    | Máxima | Mínimo    | Máximo | Mínimo    | Máximo |         |
| Pasillo  | -         | 15     | 1         | 8      | 1         | 10     | -       |
| Living   | 15        | 20     | 2         | 6      | 2         | 6      | (0,5,2) |
| Dormitorio 01                                      | 12        | 18     | 1,7       | 6      | 1,7       | 6      | (0,5,2) |
| Dormitorio 02                                      | 12        | 18     | 1,7       | 6      | 1,7       | 6      | (0,5,2) |
| Baño   | 5         | 8      | 1,5       | 6      | 1,5       | 6      | -       |
| Cocina   | 5         | 8      | 1,5       | 6      | 1,5       | 6      | -       |

**TABLA 01**  
Fuente: LI, FRAZER, TANG (2000)



La relación entre estos factores es aún discusión entre los académicos y profesionales en la arquitectura [4], sin embargo proponemos un orden entre ellos y demostraremos que, mediante el uso sistemático y ordenado de diversas IT Tools, se puede obtener un trazado de planta de piso plausible a partir de información confiable en un corto plazo. Esta planta de piso es la base para un futuro modelo BIM del edificio proyectado.

**3. Desarrollo Etapa I: Parametrización del programa de arquitectura**

El primer factor que detona la construcción de un edificio es la necesidad de habitar de un cliente, quien contrata nuestros Servicios de Planificación y nos hace un encargo. Dicho encargo debemos traducirlo a un Programa de Arquitectura (PA). La primera etapa de nuestro método contempla la creación conjunta entre arquitecto y mandante de dicho PA, entendido

como un listado exhaustivo en formato de "diagramas" y de "filas y columnas" que contempla:

- Uso del edificio
- Las áreas: nombre, ubicación y las relaciones de distribución y funcionalidad entre dichas áreas (DIAGRAMA 01)
- Recintos: los nombres y usos de los recintos que componen un área, sus medidas, cantidad, ubicación y relaciones de distribución y funcionalidad entre ellos (TABLA 01).
- Incluso se deben explicitar las orientaciones geográficas o de emplazamiento ideales que deberían tener dichas áreas y recintos (ej: norte-sur, acceso por avenida principal, zonas aisladas, etc).

Cabe notar que es necesario crear este PA como una base de datos interactiva, por ejemplo un sitio WEB con formulario interactivo y con clave, programado en PHP (para Unix y Windows) para facilitar el acceso al arquitecto y al cliente.

De esta etapa se espera saber exactamente: la superficie (medida en metros cuadrados) que debe tener el proyecto, aún no sabemos cuál será el terreno.

#### **Etapa II: Búsqueda del terreno**

Luego debemos buscar terrenos que cumplan con: una ubicación apta para el cliente y que acepten el uso y superficies requeridas. Con esto evitamos crear falsas expectativas de rentabilidad y de ubicación por parte del cliente (por ejemplo un terreno bien ubicado, pero con baja superficie de edificación permitida).

La evolución de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y su variante Sistema de Información Territorial (SIT) discutida por Erba y Uribe [5] da evidencias sobre las amplias posibilidades de uso y de análisis apoyado por SIGs aplicados al Planeamiento del territorio y a la rápida extracción de información de un predio. Otras iniciativas alentadoras son: El módulo ArcScene (de ESRI) que permite ver la información catastral de un municipio en 3d; el uso de planillas de cálculo, como Excel, que almacenen datos de cada parcela [6] y además el futuro desarrollo de aplicaciones sobre la plataforma Google Earth para extraer información catastral desde Internet (FIGURA 01). Autodesk también ofrece una suite completa de aplicaciones para el Área de Geografía y Urbanismo.

Hoy en día gran parte de los edificios de vivienda se proyectan en base a un terreno existente.

Al proponer el PA antes del terreno estamos anticipando consecuencias, lo que nos trae otras consecuencias, como argumenta Ritel en su 1ª Paradoja de los Sistemas de Planificación de 1ª Generación, ya que, al revés, ahora debemos ahora buscar uno o varios terrenos que acepten dicha superficie del PA.

La factibilidad de uso y cabida de un programa en un terreno se verifica una vez obtenidas las Informaciones Previas del terreno (otorgadas en un plazo de 7 a 15 días [7]). Acá corresponde simular rápidamente los distintos escenarios [8] (usando distintos tipos de agrupamiento y los coeficientes) para saber las superficies aceptadas. En cada terreno se modelan varios Volúmenes Teóricos, según el agrupamiento elegido estos volúmenes teóricos se llamarán VT-C (para Edificación Continua), VT-A (Edificación Aislada), VT-P (Edificación Pareada), VT-M (Edificación Mixta). En cada simulación aplicaremos la "Capacidad Máxima de Edificación" [9] con el objetivo de optimizar el uso del terreno (FIGURA 2).

Con esta información deberíamos obtener varios terrenos (T1, T2, etc.) y sus respectivos VT (VT-A, VT-P, etc) que cumplan con aceptar el uso y el metraje requerido. La decisión final queda a criterios del mandante usando las reglas de su negocio o del Mercado Inmobiliario: Teoría de Localización, Oportunidad, Costo, Proyección del terreno y su ubicación, etc.

Estos escenarios se obtienen usando programación paramétrica (Autolisp, Script, GDL), Cinema 4d, Elementos de Masa o Sketching.

#### **Etapa III: Volumen Teórico v/s Partido General: la "Idea de Proyecto"**

Una vez elegido un terreno y un Volumen Teórico el arquitecto debe proyectar dentro de dicho VT contemplando restar la menor cantidad posible de metros cúbicos para así no romper la expectativa económica del mandante.

Este proyecto del arquitecto lo denominaremos como La "Idea de Proyecto" (IP) y lo definiremos como un conjunto de formas espaciales que satisfacen la emoción del arquitecto (FIGURA 3A). Este tercer factor, a diferencia de los primeros que son restrictivos para el diseño, es explosivo, es una semilla de formas (también se conoce como Idea Espacial, Partido General, Idea Fuerza, etc.) y abarca todo el campo creativo y estilístico que los arquitectos deseen proponer. Dentro de un VT se pueden hacer varias Ideas de Proyecto (IP-1, IP-2, etc) que representen distintas alternativas de diseño para el arquitecto y su cliente. Se usará Design Options de Revit, SketchUp, 3dsMax, Rhinoceros, FormZ, Maxxon Form para Archicad u otros modeladores de fácil uso para los arquitectos (FIGURA 3B).

#### **Etapa IV: Obtención del Layout de piso plausible**

La IP elegida se exporta hacia Elementos de Masa; y se le atajan los pisos (FIGURA 3C). y alturas (Revit, Architectural Desktop o SketchUp) para producir un "contorno de planta de piso", similar a una polilínea 2d cerrada por cada piso, de la cual podemos obtener la siguiente información: superficie útil por piso y total, volumen bruto, superficies vacías respecto al VT original, etc (FIGURA 3D).

Ahora nos corresponde distribuir el PA dentro de este contorno. En los últimos años, múltiples iniciativas han mostrado como el programa de arquitectura puede transformarse en dato computable (Li, Frazer, Tang, 2000) [10], (Hsu, 2000) [11]. Así dormitorios, pasillos, baños, etc son reconocibles por los softwares y



FIGURA 3A



FIGURA 3B

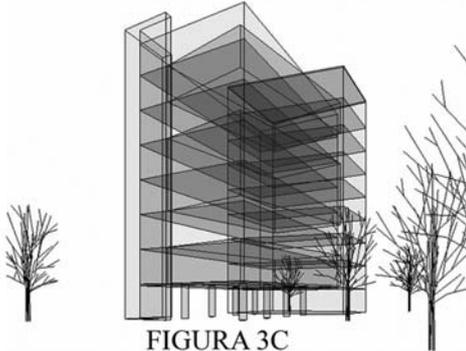


FIGURA 3C



Ejemplo de floorplate para el nivel 6

FIGURA 3D

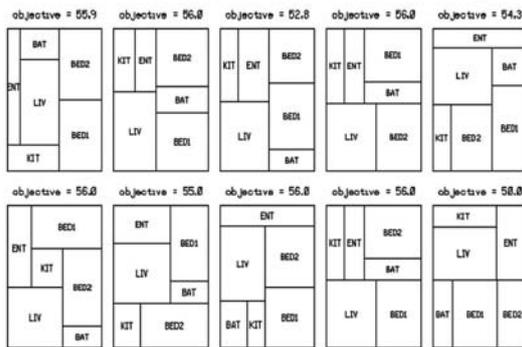


FIGURA 4

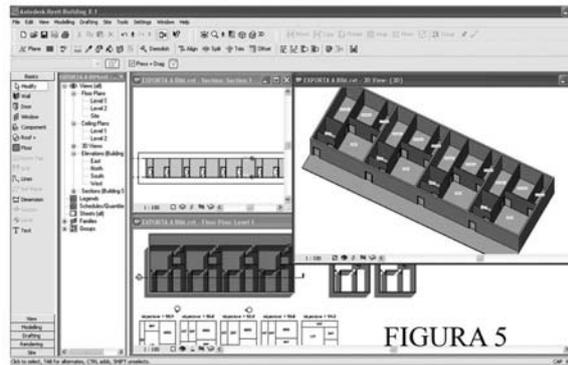


FIGURA 5

pueden distribuirse dentro de una geometría límite, obedeciendo relaciones funcionales programadas por nosotros, Hsu incluye las variables ambientales (luz y viento) en su distribución de recintos mediante Autocad y Lisp. Por su parte Inanc propone usar los análisis de tipos de plantas acumulados (Mitchell, Neufert, etc) en su IR System [12] de interfaz amigable que permita buscar soluciones de diseño concretas dentro de un universo amplio de soluciones ya existentes.

Debemos sumarle a esto la posibilidad de programar nuestras propias bases de datos o aplicaciones para los softwares CAD. Así Listados y Medidas de recintos, y relaciones funcionales entre ellos, se pueden ingresar como texto a Excel, MS Project, etc; para luego ser recibidos e interpretados por los sistemas CAD: Revit mediante Application Programming Interface (API), y salida a MS Access, dBase; Architectural Desktop y Autocad mediante XML y AutoLisp;

Archicad mediante Script GDL. Similar a los algoritmos usados en LINGO para Microstation (Li, Frazer, Tang, 2000): en la FIGURA 4 se muestran 8 soluciones de diseño generados en 4 minutos.

Los recintos, sus medidas y relaciones funcionales han sido ampliamente estudiados en la teoría de la arquitectura y son utilizados a diario en los proyectos, por lo tanto solo debemos ingresar todo ese conocimiento existente al Sistema de Planeamiento propuesto.

Una vez que la aplicación entrega la(s) solución(es) se revisa el layout generado haciendo los ajustes necesarios a la Base de Datos o iterando el proceso de generación del layout. Una vez aprobado por el cliente y al arquitecto el layout se exporta a DWG, para luego usar CAD o BIM en su desarrollo (FIGURA 5). Es destacable que todos los actores (arquitecto, cliente, municipio, gobierno y

contratistas) tendrán acceso instantáneo a un diseño de planta de piso real que actualmente toma varios meses en entregar.

#### 4. Conclusiones

La edificación de vivienda en altura es el área que mayor superficie edificada genera en Chile, especialmente en la Región Metropolitana, por lo cual la participación activa de los arquitectos en esta área es fundamental para la calidad de la ciudad.

Es necesario masificar el uso de SIG y SIT en las Municipalidades con el fin de obtener información predial en tiempo real desde Internet para disminuir el plazo de espera de los documentos oficiales.

El resultado de esta serie de propuestas muestra que el uso de aplicaciones CAD específicas en las tempranas etapas del diseño de un edificio ayuda a disminuir los tiempos de trabajo, aumenta la confianza en la solución generada y permite la exploración de diversas alternativas razonadas en el corto plazo.

En ninguna de las etapas nos hemos alejado de la arquitectura, ni del diseño arquitectónico, ni de factores reales, hemos apoyado al arquitecto comenzando por ubicar un terreno en el Google Earth hasta tener el trazado de la planta listo para pasar a un modelo BIM, logrando reducir considerablemente el plazo para la respuesta de diseño frente al encargo del cliente dando tiempo al arquitecto para pensar en el proyecto.

A diferencia de los sistemas CAD tradicionales, las aplicaciones futuras deberán cumplir tareas específicas, abstraídas de otros mecanismos y profundamente relacionadas con problemas reales del diseño arquitectónico. También se espera que éstas sean integradas en un solo ambiente o interfaz amigable y que el intercambio de información entre modelos de distintos softwares comerciales (IFC, aecXML, DXF) siga su acelerado desarrollo para poder trabajar de manera coordinada y razonable en un único proyecto en línea que sirva a todos los actores.

#### 5. Bibliografía

[1] Donath, D., Lömker, Thorsten M., Richter, K.; "Plausibility in the Planning Process - Reason and Confidence in the Computer-Aided Design and Planning of Buildings". Thresholds - Design, Research, Education and Practice, in the Space Between the Physical and the Virtual [Proceedings of the 2002 Annual Conference of the Association for Computer Aided Design

In Architecture / ISBN 1-880250-11-X] Pomona (California) 24-27 October 2002, pp. 155-162.

[2] Rittel, Horst, "On The Planning Crisis: Systems Analysis Of The First And Second Generations". Bedrifts Okonomen, No. 8, October 1972, pp. 390-396. Traducción al castellano: Andrés Weil P.

[3] Aránguiz Pinto, Javier, "Animal Parade: otros tiempos de resolución en la arquitectura de Santiago de Chile", REVISTA DE URBANISMO N°14, junio 2006, ISSN 0717-5051, Revista Electrónica del Departamento de Urbanismo, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile

[4] "...La formación del arquitecto, tan debatida estos días, apunta a una encargo ficticio, de carácter fundamentalmente especulativo, mientras que la realidad está constreñida de factores presupuestarios, normativos, estructurales, etc."

Barros, Pablo y Mora, Rodrigo, "Tradición v/s Realidad: La formación del Arquitecto", Revista CA N° 124, abr-may2006, Publicaciones Lo Castillo, Pág. 46-47.

[5] Erba, Diego A.; Uribe, A., "Catastro Urbano y ciudades virtuales 3d en Latinoamérica", 2° Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Concepción - Chile, 2005 Pág. 211-216.

[6] Marambio C., Alejandro; Garcia Strino, Joaquín, "Modelización 3d de zonas urbanas con SIG", 2° Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Concepción - Chile, 2005 Pág. 217-220.

[7] "...el Certificado de Informaciones Previas son condiciones aplicables al predio de acuerdo con las normas urbanísticas derivadas del Instrumento de Planificación Territorial respectivo. Emitido en un plazo máximo de 7 días, en caso que la citada Dirección no cuente con información catastral sobre el predio, el plazo máximo para emitir el certificado será de 15 días".

Fuente: LGUC (Ley General Urbanismo y Construcciones), DFL 458 y D.S. N°47, Sitio WEB del Ministerio de la Vivienda del Gobierno de Chile (www.minvu.cl), 2006.

[8] Labarca M., C.; Culagovsky R., R. "c-Code 1.0: Simulación Urbana Digital", 2° Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Concepción - Chile, 2005, Pág. 159-162.



[9] Según LGUC: "...margen volumétrico máximo construible en cada predio, resultado de la aplicación de las normas sobre línea de edificación, rasantes, distanciamientos, alturas, coeficientes de ocupación de suelo, constructibilidad, densidad y demás normas urbanísticas, con sus respectivas normas de beneficios especiales en cada caso."

[10] Li, S.-P.; Frazer, J.H.; Tang M.-X. "A Constraint Based Generative System for Floor Layouts" CAADRIA 2000 [Proceedings of the Fifth Conference on Computer Aided, Architectural Design Research in Asia / ISBN 981-04-2491-4] Singapore 18-19, May 2000, pp. 441-450

[11] Hsu, Ying-Chun, "Constraint Based Space Planning: A Case Study", 2000, ACADIA Quarterly, vol. 19, no. 3, pp. 2-3.

[12] Inanc, B. Sinan, "Casebook. An Information Retrieval System for Housing Floor Plans", CAADRIA 2000 [Proceedings of the Fifth Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia / ISBN 981-04-2491-4] Singapore 18-19 May 2000, pp. 389-398

- Revista "ENCONCRETO" N° 47, Junio2006, Pág. 71, Publicada por Cámara Chilena de la Construcción, Chile.

- "Anuario de Edificación 2004", Subdirección de Operaciones del Instituto Nacional de Estadísticas, septiembre de 2005, Chile.

## Keywords

*Urban Modelling, Parametric Design, Simulation, Building Regulation, Floor Planning.*