

XI CONGRESO INTERNACIONAL DE  
EXPRESIÓN GRÁFICA APLICADA A LA EDIFICACIÓN  
GRAPHIC EXPRESSION APPLIED TO BUILDING INTERNATIONAL CONFERENCE

INVESTIGACIÓN GRÁFICA  
EXPRESIÓN ARQUITECTÓNICA  
GRAPHIC RESEARCH, ARCHITECTURAL EXPRESION

ACTAS: COMUNICACIONES Y PÓSTERS



Primera edición 2012

© Comité Organizador (Editor)

Diseño gráfico y maquetación  
Francisco Javier Sanchis Sampedro  
Colaboración\_ Fabián Criado

Diseño Página web  
Miguel López Sanchis  
Francisco Javier Sanchis Sampedro

© de la presente edición:  
Editorial Universitat Politècnica de València  
[www.editorial.upv.es](http://www.editorial.upv.es)

Imprime: La Imprenta CG.

ISBN: 978-84-8363-964-1  
Depósito legal: V-3339-2012  
Ref. editorial: 2064

Queda prohibida la reproducción, distribución, comercialización, transformación, y en general, cualquier otra forma de explotación, por cualquier procedimiento, de todo o parte de los contenidos de esta obra sin autorización expresa y por escrito de sus autores.

Impreso en España

## EVOLUCION HISTORICA DE LA PLANIMETRIA EN INGENIERIA DURANTE EL SIGLO XX.

M<sup>a</sup> Dolores RINCÓN MILLÁN  
Juan RINCÓN MILLÁN  
Pablo DÍAZ CAÑETE  
Natividad FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

Universidad de Sevilla  
Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería de Edificación

### Resumen

La elaboración de planos en el ámbito de la ingeniería y arquitectura ha evolucionado sustancialmente a lo largo de los años. Esta evolución ha estado marcada por el progreso que de forma independiente han tenido los distintos parámetros que afectan a la elaboración de la planimetría, es decir, los materiales utilizados, los soportes, los medios de impresión e incluso la propia presentación final.

Así a comienzos del siglo XX la confección de planos en el ámbito arquitectura e ingeniería se basaba en un proceso manual de marcado carácter artístico y casi artesano además de su contenido técnico, donde se utilizaban soportes convencionales y los medios de reproducción eran costosos y al alcance de muy pocos. Por otro lado al finalizar el siglo se ha llegado a una auténtica revolución, quizás excesiva porque se ha perdido la personalidad e impronta del autor, y ha quedado relegado casi exclusivamente a procesos y programas informáticos, cada vez más sofisticados, que permiten elaborar todo tipo de vistas, detalles y maquetas virtuales a partir de un dibujo de referencia. Lo mismo cabe decir sobre los medios de impresión y reproducción que han pasado a ser un servicio popular que se presta en cualquier población o ciudad por pequeña y escondida que se encuentre a un coste muy asequible.

### Abstract

The production of planes in the area of the engineering and architecture has evolved substantially throughout the years. This evolution has been marked by the progress that of independent form there have had the different parameters that concern the production of the mapping, that is to say, the used materials, the supports, the means of impression and even the own final presentation.

This way at the beginning of the 20th century the confection of planes in scope of architecture and engineering was based on a manual process of marked artistic and character almost craftsman besides his technical content, where his conventional supports were using and the means of reproduction were costly and within reach of very small. On the other hand on having finished the century it has come near to an authentic revolution, probably excessive because there has got lost the personality and stamp of the author, and has remained relegated almost exclusively to processes and IT programs, increasingly sophisticated, that it allow to elaborate all kinds of conference, details and virtual models from a drawing reference. The same thing fits to say on the means of impression and reproduction that they have happened to be a popular service that gives itself in any population or city for small and hidden that is to a very attainable cost.

### INTRODUCCIÓN

En nuestra experiencia docente hemos podido constatar que la mayoría del alumnado desconoce términos como estilógrafo (o su marca "rotring"), trama de letras, trama de texturas, papel reproducible, copias heliográficas, plantilla de curvas, bigotera, plantilla de letras, papel diapost, cangrejo y otros términos. Ahondando más en la cuestión hemos comprobado que si bien algunos conocen o han visto algunos de estos útiles o materiales igualmente cierto es que casi ninguno lo ha utilizado o lo ha visto utilizar.

Esta nueva generación de arquitectos, ingenieros y técnicos especialistas ha nacido con el ordenador y con los nuevos software de dibujo (autocad, all plan, archicad, cinema 3D, dibac, visual basic, revit, urbicad...) que



cada día proliferan más a menudo y disponen continuamente de nuevas aplicaciones y versiones más novedosas. Esta irrupción de la tecnología informática para la elaboración de dibujos, planos y diseños gráficos ha hecho que los procesos tradicionales de dibujo, donde se requería algunas dotes y habilidades artística y técnicas, hayan ido desapareciendo, a la vez que se han olvidado casi de forma fulminante los procedimientos, materiales y medios de elaboración y reproducción de planos, que hace apenas dos décadas estaban en vigor.

No podemos, ni debemos ir contra la tecnología, pero no es menos cierto que para hacer un uso y valoración correcta de la misma, no se pueden olvidar los orígenes y antecedentes del sector al que se le aplique. Esta tecnología no es producto de un día, sino que varias generaciones de diseñadores, arquitectos, ingenieros y técnicos han utilizado su tiempo, conocimiento, experiencia y esfuerzo para ofrecernos actualmente *otras formas y otros medios* para elaborar planos y dibujos, en nuestro caso. Quizás el conocimiento de la tecnología y procedimientos pasados nos sirvan para valorar si los métodos actuales se deben utilizar siempre y en cualquier caso.

Como anécdota de la que aprender sirva comentar la de un *“alumno en prácticas que llegó un día a un estudio de ingeniería. El responsable le indicó que hiciese un levantamiento de plano muy simple, un local prácticamente rectangular. Comentó que lo sentía pero no podía pues no había traído el ordenador. El responsable le dijo que no se preocupase pues había reglas, útiles de dibujo y compás, a lo que contestó: Pero yo así no sé hacerlo”*. Esta anécdota se ha convertido desgraciadamente en rutina diaria. La pregunta que debemos hacernos es la siguiente: ¿Deben nuestros futuros alumnos y alumnas conocer y saber utilizar la tecnología tradicional para la elaboración de planos y dibujos en el ámbito de la arquitectura, ingeniería y diseño gráfico, o sólo deben manejar y/o conocer las tecnologías actuales? Posiblemente cada uno de nosotros pudiera dar una respuesta diferente y antagónica en base a diferentes argumentos.

Esta comunicación hace un análisis cronológico y a la vez nostálgico de la evolución de la planimetría durante el siglo XX, que nos puede ayudar a responder a esta cuestión y sobre todo al simple hecho de plantearnos la misma.

## OBJETIVOS

El objetivo general de esta comunicación quizás haya quedado esbozado ligeramente en la introducción. Pretendemos exponer la verdadera revolución y evolución de los distintos parámetros necesarios para producir y reproducir un dibujo, a lo largo del siglo pasado. Este objetivo debe servir no solo como un conocimiento histórico y conceptual de las tecnologías tradicionales, sino complementariamente como un elemento de valoración realista para el uso indiscriminado de las tecnologías actuales que han supuesto un olvido total de la impronta y personalidad del autor.

Para el conocimiento histórico y conceptual de estas tecnologías tradicionales, de poco más de dos décadas, se han fijado tres objetivos interrelacionados:

- Conocer los utensilios y soportes utilizados en la elaboración tradicional de dibujos y planos.
- Exponer los procedimientos y tecnologías de elaboración de dibujos y su evolución en el siglo XX
- Poner en conocimiento los distintos métodos para acabado e impresión de planos.

## LOS ÚTILES Y LOS SOPORTES DE DIBUJO

Dentro de los útiles de dibujo que se han utilizado a lo largo de la historia, distinguiremos por un lado los instrumentos o útiles de trazo, con los que definimos la forma, y los instrumentos o útiles auxiliares que contribuyen al mejor y más rápido trazado de la representación.

### ÚTILES DE TRAZO

El trazo es la esencia del dibujo. Un único trazo puede configurar un dibujo por si mismo, es por ello que los útiles empleados son de suma importancia. Seguramente, el utensilio más antiguo para dibujar y escribir es la *pluma de ave*, de origen griego, a la que se le suministraba un líquido muy fluido introduciéndola previamente en un recipiente con tinta, que se adhería al hueco interior por capilaridad, y mediante ligera presión servía para escribir sobre un soporte de papiro, pergamino y, posteriormente, de papel.

El instrumento de dibujo por antonomasia y el más emblemático para la expresión gráfica es **el lápiz**. Aunque la aparición y uso del grafito se remonta al año 1600 en Inglaterra, fueron los italianos los primeros que idearon una sujeción del mismo con dos medios cilindros de madera, tal y como lo conocemos hoy. En 1795 Nicholas-Jacques Conté inventó un método para endurecer el grafito pulverizado mezclándolo con arcilla y

homeándolas convenientemente. Variando la proporción de grafito/arcilla se obtenían diferentes durezas de la mina. Este método de fabricación está vigente actualmente.

A principios del siglo XX, los lápices se clasifican con el sistema europeo que usa una graduación continua descrita por "H" (del inglés *hard*, para la dureza) y "B" (del inglés *black*, para el grado de oscuridad), así como "F" (del inglés *fine*, para el grado de finura). Hoy en día, el sistema de clasificación de lápices se extiende desde muy duro con trazo fino y claro, hasta blando de trazo grueso y oscuro, abarcando desde el más duro al más blando, como se ve en el siguiente gráfico:



Hacia el año 1915 aparecen **los portaminas**, ideados por el japonés Tokuji Hayakawa, quien produjo este tipo de lapiceros con minas de avance mecánico. Al principio, estos portaminas llevaban una sola mina gruesa, de 1 mm o más, para lo que era necesario un afilador especial para mantener la mina en condiciones (Ver figura 1). A partir de 1976 aparecieron en el mercado los portaminas de dibujo con capacidad de hasta 12 minas, y con grosores que van desde 0,3 mm hasta 0,9 mm de diámetro, y en diversas durezas y colores. En esencia este útil ha evolucionado en cuanto a diseño, tamaño y versatilidad, pero continua siendo un elemento mecánico al que se le incorpora una mina para su trazado.



Fig. 1: Portaminas, minas gruesas y afiladores

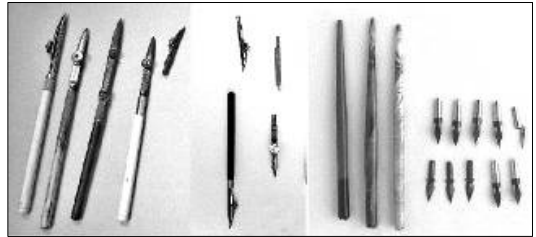


Fig. 2: Tiralíneas, adaptadores de compás y plumines

En los planos de arquitectura e ingeniería, una vez que el dibujo se trazaba a lápiz era necesario pasarlo a tinta para fijarlo, darle durabilidad, estética y precisión. Para ello se disponía de tres útiles, el tiralíneas, los adaptadores de compás y los plumines.

**El tiralíneas**, aparecido en el siglo XVII, se utilizaba para trazar exclusivamente líneas rectas. Constaba de un mango en cuyo extremo se fijaban dos pletinas metálicas terminadas en punta y graduables mediante un tornillo ajustable. La tinta se introducía entre las pletinas y con el tornillo se graduaba el grosor de la línea. Para el caso de líneas curvas existían **adaptadores** que se le incorporaban al compás como pieza auxiliar. Una vez el dibujo se terminaba en cuanto a líneas rectas y curvas, se procedía a entintar los rótulos o las líneas a mano alzada, si existían, para lo cual se utilizaban **los plumines**. Estos no eran más que un mango de madera al que se le colocaba en un extremo una punta metálica calibrada según distintos grosores similar a una pluma convencional. La figura 2 muestra distintos tipos de tiralíneas, adaptadores y plumines.

Este sistema tradicional de entintado permanece hasta la primera mitad del siglo pasado, cuando irrumpe entonces un revolucionario instrumento para el dibujo a tinta, mucho más rápido, preciso y limpio, nos referimos a los **rapidógrafos o estilógrafos**. Estos aparecen allá por 1930, aunque a España no llegan hasta unos años más tarde y los primeros fueron comercializados por la marca alemana **Rotring**, nombre con el que eran conocidos popularmente.



Fig. 3: Estilógrafo marca Rotring

El **rotring** era en esencia una pluma estilográfica al que se le sustituía el *plumín* por una punta calibrada con un depósito de plástico del que fluía la tinta por gravedad conforme se presionaba sobre el papel. Estos tenían distintos grosores, 0,1, 0,2, 0,3... según el tipo de línea a emplear. El que se observa en la figura N° 3 corresponde a un rotring del 0.4 de los años 75. La aparición de estos útiles supuso en el siglo XX un gran avance para los profesionales de la arquitectura y la ingeniería, hasta la década de los 70, que comenzaron a dejar de utilizarse por la irrupción de una nueva tecnología basada en la informática y los programas de diseño asistido por ordenador. Hoy días están prácticamente en desuso.



De los útiles de dibujo que hemos mencionado, podríamos decir que tan solo los lápices y portaminas se continúan utilizando en el campo de la ingeniería y la arquitectura para la realización de croquis, bocetos, toma de datos...., así como también en la etapa de formación de estos profesionales.

## ÚTILES AUXILIARES

Hasta la aparición de los primeros programas de diseño asistido por ordenador, último cuarto del siglo pasado, la elaboración de planos en el campo de la arquitectura e ingeniería era totalmente manual y artesanal. Para estas tareas era necesario además de los útiles de trazado, tanto a lápiz como a tinta, otros elementos auxiliares de apoyo como reglas, plantillas, transportadores, bigoterías, compás, tecnígrafos, tableros de dibujo, afilaminas, tramas, etc.

Las reglas más utilizadas para planos a mano son **la regla, la escuadra y el cartabón**. Estas suelen estar graduadas en centímetros y milímetros y las hay de diferentes tamaños y tipos. Primeramente se fabricaron en madera y luego se hicieron en plástico y metal. Como variante específica de la regla está el **escalímetro**. Se trata de una regla graduada, de forma generalmente triangular, para medir dibujos a escala, que dispone de seis escalas básicas normalizadas. También existían otras formas como de abanico, de tira e incluso papel. Actualmente el escalímetro sigue siendo una herramienta utilizada y se fabrica en materiales más duros y estables como el plástico rígido o el aluminio.

Para el trazado de líneas curvas existían distintos tipos de plantillas como **las plantillas de círculos, las plantillas de elipses y las plantillas de curvas o plantillas Burmester**, de las que se muestra una colección en la figura 4, que se fabricaban de material plástico delgado, flexible y transparente para facilitar su uso y también existían diferentes tamaños y colores. Se utilizaban para el trazado de círculos, o partes de estos y elipses. Las plantillas de curvas es un conjunto de 3 plantillas, cuyos contornos de curvas obedecen a fórmulas matemáticas de combinación de elipses, espirales y curvas cónicas.

Otro instrumento muy usado en el dibujo de planos es el **transportador para medir ángulos**. Consiste en un círculo con divisiones de grados y minutos, tanto de graduación centesimal como sexagesimal. En el mercado se encontraba bien sobre un círculo completo o bien sobre medio círculo, por lo que se le conoce coloquialmente como **semicírculo**. Como todo instrumento de dibujo, el transportador requiere un cuidado muy especial, pues el daño que sufra su borde impide apreciar correctamente la indicación en la lectura. Actualmente se continúan utilizando pero en el ámbito escolar más bien, pues en el sector profesional prácticamente están en desuso.



Fig. 4: Plantillas de círculos, de elipses, de mobiliario, plantillas Burmester, y transportadores de ángulos

Otras plantillas utilizadas eran las de mobiliario, figuras geométricas, personas, símbolos etc., fabricadas en diferentes tamaños y también de material plástico flexible y transparente.



Fig. 5: Compás, bigoterías y algunos elementos auxiliares

Para el trazado de círculos y ángulos, se utilizaban distintos tipos de **compás**, siendo el más simple el compás de bisagra, una de cuyas patas posee una punta en su extremo, y la otra un lápiz, una mina o un estilógrafo. Para el trazado de circunferencias de radio pequeño se utilizaba **la bigotería**, de mayor precisión, ya que la abertura se gradúa mediante un eje roscado con rueda. El compás suele tener elementos auxiliares adaptables para distintas necesidades como alargaderas, para grandes arcos, adaptadores de estilógrafos para delinear a tinta, adaptadores para lápices de colores e incluso otra punta cuando se utilizaban para tomar medidas. En la figura 5 se muestra un conjunto de todos estos útiles.

Una vez dibujado el plano en cuanto a líneas rectas y curvas, se completaba añadiendo textos, números y símbolos que detallaban cada una de sus partes. Los textos y números se rotulaban a mano alzada con un **plumín**, un verdadero arte en la escritura. Algunos planos eran verdaderas obras pictóricas, como el que se observa en la figura 6 correspondiente a un plano topográfico de 1918.

Para la ejecución de rótulos el siguiente paso fue el uso del **normógrafo** o plantillas de letras, elaboradas mediante una tira de plástico flexible con letras, números y símbolos perforados. Las letras se dibujaban con un estilógrafo o "rotring" que se guía a través de las perforaciones. A este procedimiento excesivamente manual y poco limpio, le siguió uno más mecánico basado en el principio del pantógrafo. El **pantógrafo** es un instrumento de dibujo, que permite copiar una figura o reproducirla a escala, basándose en la teoría de la homotecia. El artilugio reproduce el dibujo mediante un sistema articulado de varillas metálicas, donde un extremo se fija sobre el modelo a reproducir y el otro extremo contiene la punta de trazado (lápiz, tiralíneas, o estilógrafo).



Fig. 6: Plano Topográfico MTN-50 – Año 1918. Instituto Geográfico Nacional

Sobre este instrumento, generalizado para distintas artes, se diseñó uno específico para la rotulación, conocido vulgarmente como **cangrejo**. El **cangrejo** fijaba la punta pivote sobre una plantilla de plástico rígido con un alfabeto de letras ranuradas en superficie, mientras en el otro extremo se colocaba el estilógrafo. Este procedimiento daba mayor calidad, precisión y rapidez en el trazado y se ha utilizado hasta prácticamente la década de los 90. La figura 7 muestra un ejemplo de estos útiles de rotulación.

Independientemente de los útiles empleados era necesario, para realizar un buen dibujo, disponer de un espacio de trabajo apropiado, cuyo *alma mater* era **la silla y mesa de dibujo** (figura 8). A la mesa como tal se



Fig. 7: Normógrafos o plantillas de letras de distintos tamaños y colores y "cangrejo" con juegos de regletas

le exige al menos tres condicionantes: tener una adecuada altura, disponer de un amplio tablero rígido y permitir la regulación y oscilación de este. La silla, normalmente giratoria y regulable en altura, quizás ya se aplicaban los primeros principios de ergonomía, se diseñaba para adaptarse a la persona y la mesa, pues generalmente se permanecía tiempo en ella. Al simple tablero o mesa de dibujo se le incorporó luego, como elemento accesorio, en la segunda mitad del siglo XX el **tecnógrafo**. Este era un aparato mecánico, montado sobre una mesa, compuesto por un sistema de reglas rígidas articuladas que permiten autotrasladarse paralelamente a sí mismas y al que se le acoplaba además una escuadra móvil para realizar líneas en ángulo (figura 8). Este aparato, en su época excesivamente costoso y sofisticado, derivó a uno más simple, económico y sencillo de manejar, el conocido **paralex**, aún en vigor.



Con la aparición del diseño asistido por ordenador el uso, tanto del tecnógrafo como del conjunto mesa-silla y el propio paralex, se ha visto drásticamente reducido, quizás únicamente al ámbito académico.



Fig. 8: Mesa de dibujo en madera (1930), taburete giratorio y regulable (1965) y tecnógrafo montado sobre mesa de dibujo (1975)

## LOS SOPORTES

El soporte sobre el que se realice el dibujo o plano no necesariamente tiene que ser papel, sino que a lo largo de la historia se han utilizado infinitos soportes, desde los primeros dibujos en piedra o madera hasta los más variados soportes actuales (poliéster, acetato, cartón-pluma, melamina...). En nuestra vida profesional el ingeniero a veces tiene que improvisar los soportes más inéditos para hacer un croquis, un detalle o un simple esquema. Nos referimos a soportes como una tabla, un trozo de cartón, la propia pared, el suelo, un recorte de un saco y algunos más, que aunque no den una calidad suficiente al dibujo si debemos tener presente la posibilidad de usarlos en obra o en la industria.

En el trabajo de gabinete o estudio el soporte generalizado es **el papel** en sus diferentes tipos, gramajes y texturas. En el campo del dibujo técnico, a lo largo del siglo pasado y del presente, se han utilizado diferentes tipos de papel, aunque obviamente han evolucionado hacia una mejor calidad de los mismos y el abanico de los diferentes tipos se ha incrementado.

La aparición del papel en el siglo XIV realizado con distintos materiales y en distintos tamaños, ha permitido que éste sea un soporte imprescindible para la realización de dibujos y planos en todos los sectores de la expresión gráfica. En el mercado han existido, y la mayoría aún existen, una gran variedad de papeles para dibujar. Un buen papel de dibujo, como norma general, debe reunir una serie de condiciones como:

- Permitir un buen trazado a lápiz.
- Tener consistencia, superficie lisa y ser inalterable y resistente a la luz.
- Color blanco o ligeramente amarillento.
- Admitir la tinta sin que ésta se expanda.
- No dejar huella después de borrar.
- Favorecer su óptima conservación y archivo.
- Facilidad de manejo y plegado.

**El Papel opaco**, es un papel de color blanco o tonalidades amarillentas, y de distinto gramaje. Se ha utilizado como un papel básico para delinear a lápiz hasta que apareció el papel diapost. Actualmente en dibujo técnico se utiliza para dibujos a mano alzada, borradores y para impresión. En las figuras 9 y 10 vemos dos planos reproducidos en papel opaco.





Fig. 9: Plano del Alzado del Campo de Deportes del Sevilla C.F, realizado por el arquitecto Alfonso Gómez de la Lastra. Reproducción en papel opaco del año 1953.

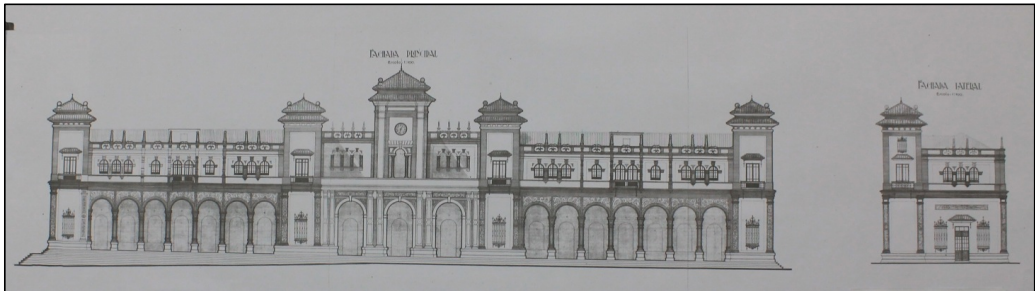


Fig. 10: Copia de plano en papel opaco correspondiente a la "La Fachada de la Estación de Ferrocarril de Jerez de la Frontera" Original realizado a mano en papel vegetal. Año 1942. Archivo General de la Administración

El **papel diapost**, es un papel semitraslúcido de baja calidad, que se utiliza para dibujar a lápiz, pues no soporta el uso de la tinta. Se comercializaba en rollos de gran tamaño y su coste era bajo, por ello el dibujante utilizaba grandes pliegos con objeto de evitar centrar el dibujo y añadir cuantas notas aclaratorias deseara ya que no era el dibujo final. Una vez el dibujante terminaba el dibujo a lápiz este se pasaba a tinta, para lo que se utilizaba el papel vegetal, colocado encima del diapost, ya convenientemente centrado y cortado a su tamaño.

El **Papel traslúcido o vegetal**, notablemente transparente y de tono blanco azulado, permite el paso de la luz a su través, lo que facilita ver con claridad cualquier dibujo que esté debajo del mismo. Se utilizaba para dibujar a tinta, pues permite su borrado y rectificación si es necesario, con bastante facilidad sin que se deteriore el papel, incluso raspando con cuchilla. Tiene problemas de humedad y sufre deformaciones imposibles de arreglar. El papel vegetal ha jugado un papel importante en la realización de planos de arquitectura e ingeniería, y su uso se remonta a finales del siglo XIX y todo el siglo XX. Tanto el papel diapost como el papel vegetal, han caído en desuso para elaboración de planos de ingeniería y arquitectura, aunque se utiliza en otros menesteres y en otras artes. En la figura 11 podemos ver, a la izquierda, planos en papel diapost y su copia a tinta en vegetal, y a la derecha diferentes planos en vegetal.

El **papel reproducible** era realmente una copia del papel vegetal, realizado en copiadora, con objeto de disponer de varios originales para destinarlos a distintos usos. Este papel, de tonalidad marrón y mayor rigidez que el vegetal, tenía características similares a este, pero la particularidad de que había que borrarlo sobre la cara opuesta a la que se visualizaba el dibujo.



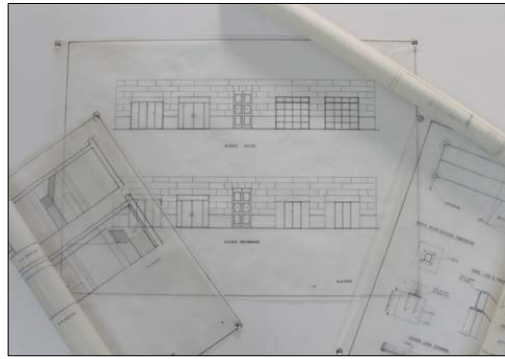
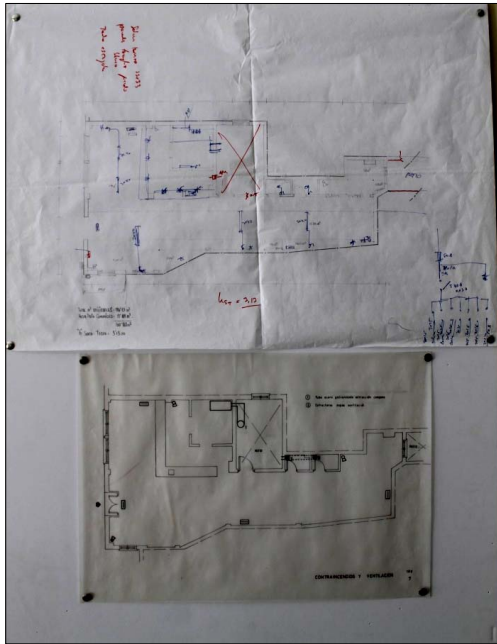


Fig. 11: Planos en papel diapost y papel vegetal.  
Propiedad de los autores. Año 1987

## LOS PROCEDIMIENTOS DE ELABORACION Y ARCHIVO DE PLANOS

La elaboración de planos a lo largo de la historia ha estado ligada a aspectos muy diversos como la calidad de los útiles de trazado, las características de los soportes empleados y las técnicas de dibujo, pero en cualquier caso han tenido una fuerte componente manual y artesanal. En la práctica para elaborar un plano de un proyecto suponía realizar el dibujo 2 veces, una a lápiz y otra a tinta. El proceso se basaba en la confección de un solo original del cual se podían obtener todas las copias necesarias en papel reproducible, para a su vez cada una de ellas destinarla a distintos usos, como electricidad, fontanerías, mobiliario, superficies, etc. Estos originales solía tener un valor excepcional y se guardaban y custodiaban con celo. Esta larga tarea requería abundante mano de obra cualificada.

Los estudios de arquitectura e ingeniería del siglo pasado eran auténticas empresas que generaban gran cantidad de mano de obra, no solo para dibujar y elaborar planos, sino también para calcar, cortar, archivar, plegar e imprimir, pues este era también un proceso complejo y manual. En las oficinas de arquitectura e ingeniería también existían otros profesionales como administrativos (escribían a máquina memorias y mediciones) y peritos que elaboraban, mediante un proceso metódico y manual, las mediciones y presupuestos. Incluso las tareas previas de medir y replantear el solar necesitaban personal de apoyo, pues los equipos de topografía estaban al alcance de muy pocos. Entre todas estas figuras destacaba sobremanera el delineante.

**El delineante** era un técnico con estudios similares al bachillerato aunque con una formación más práctica y técnica que estaba especializado fundamentalmente en la elaboración e interpretación de planos y dibujos. Este profesional tenía conocimientos básicos sobre construcción, topografía, presupuestos, mecánica, electricidad, electrónica, física industrial, etc. según la rama profesional donde se especializaba. A comienzos del siglo XX aparecen las Escuelas de Trabajo que impartían una enseñanza no reglada, a los alumnos que pretendía **aprender un oficio**. En los años 50 aparecen las **Escuela de Aprendizaje y Maestría industrial** donde se forman los primeros técnicos especialistas, donde se encuadra la figura del delineante. En 1970 aparecen los centros de **Formación Profesional** y quedan perfectamente reglados los estudios de Formación Profesional, con una duración de 2 ó 5 años, según el grado. Entre estos técnicos estaba el Técnico Superior en Delineación que podía cursar la rama de construcción o de industria. Esta figura profesional, casi indispensable y necesaria en cualquier estudio, ayuntamiento, empresa o Ente público relacionado con la arquitectura e ingeniería, prácticamente ha desaparecido o ha tenido que reciclarse hacia otras tareas, mismamente el diseño asistido por ordenador.

En el proceso de elaboración de planos jugaba un papel fundamental su posterior conservación y archivo, pues cualquier proyecto generaba una cantidad importante de ellos. La conservación y archivo se hacía en armarios o *planeros*, como los de la figura 12, donde se archivaban, perfectamente identificados, en posición

horizontal o vertical y estaban protegidos de la luz y la humedad. Estos planeros, como podemos imaginar, necesitaban de importantes espacios. A título curioso, los planos que se archivaban hace 25 años en 10 armarios o planeros situados en un habitáculo de 10 m<sup>2</sup>, se hacían en los años 90 en varias cajas de diskettes de 5 ¼, en los años 95 en un par de cajas de diskettes de 3½ y actualmente en un pendrive que pesa 10 gramos y cabe en un bolsillo, algo increíble hace simplemente 25 años.

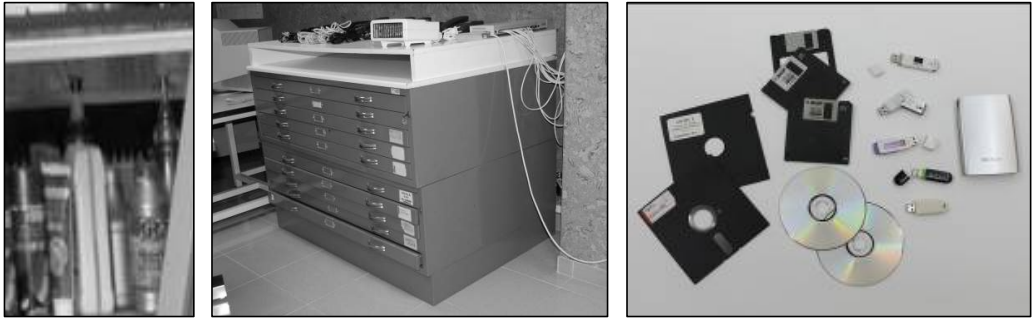


Fig. 12: Sistemas de almacenamiento de planos. Planero metálico vertical cerrado y Planero metálico de cajones de los años 60. A la derecha diskette 5¼, diskette 3½, CD, pendrive y disco duro externo.

El proceso y tecnología manual ha existido durante todo el siglo XX de forma más o menos parecida, aunque la aparición de algunos útiles auxiliares y las mejoras en los espacios de trabajo facilitaban y aligeraban notablemente el tiempo y calidad de los trabajos. En los años 50 del siglo XX aparecen los primeros ordenadores, aunque en principio éstos tienen escasa capacidad y bajas prestaciones que no permiten su uso en la elaboración de planos. Posteriormente en los años 60 aparecen los primeros ordenadores comerciales, únicamente al alcance de grandes empresas o instituciones de investigación debido a su elevado coste, que estaban destinados más bien a tareas de contabilidad, transcripción de textos, elaboración de base de datos, cálculos matemáticos y otros sencillos cometidos, pero no abordaban el diseño gráfico, la elaboración de planos y cálculos técnicos relacionados con la arquitectura e ingeniería.

Conforme aparecen nuevos fabricantes, nuevas aplicaciones informáticas y los costes de comercialización bajan, el uso y adquisición de ordenadores se extiende a todos los sectores de la sociedad. En los años 70 aparecen los primeros programas de dibujo, muy embrionarios, que se limitaban a la generación de dibujos mediante un proceso similar a su realización a mano. Nace por entonces la primera empresa que aborda el estudio, concepción y elaboración de gráficos y dibujos llamada entonces M&S Computing, y que más tarde pasará a llamarse Intergraph.

En la década de los 80 se verán ya avances importantes en hardware y software y, en particular, en modelado sólido. En 1982 nace Autodesk lanzando al mercado una versión 2D del hoy conocido **AutoCAD**, que permitía el dibujo asistido por ordenador a grandes empresas e instituciones. A finales de los 90, AutoCAD era el programa de diseño gráfico más difundido en el mundo, aunque su manejo, comercialización y popularidad se retrasa hasta 1995, hace poco más de 15 años. A partir de aquí se produce una verdadera revolución en este campo, con la aparición de nuevos programas y empresas comercializadoras que además de mejorar las prestaciones y versatilidad de los programas han conseguido bajar el coste a niveles populares. Aunque aparecieron otros programas de CAD como **Archicad**, **All plan**, **Turbocad**, **Autocad** siguió siendo durante el resto del siglo XX el programa de CAD por excelencia. Fácil de usar, potente, versátil y siempre en continua evolución y mejora. La última versión del programa en el siglo pasado sería Autocad-2000.

En 1997 aparece **Revit**, que constituye el primer sistema de modelización paramétrica en 3D para el sector de la construcción. Con este sistema de **parametrización**, no es necesario realizar correcciones en los planos, como consecuencia de cualquier cambio en el diseño, sino que dichas correcciones las realiza automáticamente el sistema. Los beneficios del diseño paramétrico son múltiples. En primer lugar, es posible comenzar el proceso de diseño partiendo de bocetos poco detallados o dibujados habitualmente a *mano alzada*. Otra ventaja importante es la posibilidad de interrelacionar las dimensiones mediante ecuaciones, con lo cual cualquier modificación en un elemento del diseño provoca automáticamente las modificaciones en el resto de elementos interrelacionados con el primero, y todas las modificaciones se reflejan en todos los documentos de proyecto.

La evolución en los programas de CAD en el nuevo siglo XXI, ha sido desorbitante y su análisis daría lugar a una nueva comunicación. Desde el año 2000 han aparecido múltiples programas de CAD para distintos sistemas operativos, con requerimientos y prestaciones adaptadas especialmente para arquitectura y a las distintas ramas de ingeniería e incluso versiones educacionales lo que ha hecho que el dibujo y elaboración tradicional de planos pase a ser una auténtica desconocida.



## EL ACABADO E IMPRESION DE PLANOS.

Paralelamente a los avances en los procedimientos de elaboración de planos, también se han producido grandes avances en la presentación final de los estos y en los sistemas de impresión de los mismos.

El paso final en la realización de cualquier plano era su presentación y acabado final con la aplicación de texturas, sombreados, colores, rótulos y fotos fundamentalmente. Esta tarea, también era por un procedimiento manual y de ella dependía la calidad y brillantez del trabajo final. Incluso se intentaba crear un cierto realismo con la aplicación de tramas y colores para presentar un proyecto a un cliente, tarea que volvía a necesitar la mano de un técnico con ciertas dotes artísticas.

Con la aplicación del color se pretendía definir mejor el diseño, resaltar las formas o simular el tipo de material. En los comienzos del siglo pasado esta tarea se hacía utilizando el lápiz de color, cuyo principal problema era la inconsistencia del color y las numerosas rayas que se producen al aplicarlo. Esto se solucionaba mediante la técnica de difuminación. El difumino es un instrumento en forma de lápiz compuesto enteramente por un papel prensado con su extremo afilado, cuya punta se frota suavemente sobre las superficies coloreadas, consiguiendo la eliminación de rayas y el abrillantado de la imagen. Posteriormente este tratamiento se haría con tramas de colores y excepcionalmente para grandes planos y soportes especiales se utilizaría el aerógrafo, una pequeña pistola para pintar.

Además del uso **del color** en la presentación final, también se aplicaban sombreados, texturas (rayados, punteados, ondulaciones) y acabados para materiales (solerías, tejas, ladrillos...) etc. mediante el uso del lápiz u otro procedimiento manual y posteriormente con la aparición de las tramas.



Fig. 13: Tramas adhesivas de texturas, letras y números.

El **papel de trama** es una lámina transparente adhesiva que lleva un motivo impreso (puntos de distintas densidades, rayas, vegetación, tejas, ladrillo, mobiliario y otros efectos) e incluso letras y números. Su aplicación era sencilla aunque se necesitaba cierta destreza y habilidad. El papel se situaba encima de la zona del plano a tratar y con un *cúter* o cuchilla se recortaba la trama al tamaño que se pretendía cubrir y se adhería sobre el papel soporte. Todos este proceso suponía primero disponer de varios modelos de papel de trama e invertir bastante tiempo en tales tareas. Con el tiempo tenían el inconveniente que se podían decolorar y desprender. Ver algunos ejemplos en la figura 13.

Estas técnicas de acabado y presentación final de la planimetría, han cambiado considerablemente con la aparición de las nuevas tecnologías, concretamente el CAD y la infografía, esta última mas reciente. La infografía es una técnica de creación de imágenes virtuales tridimensionales mediante avanzadas técnicas informáticas, que posibilitan aplicar colores, texturas, relieves y acabados en general; así como luces y ambientaciones que nos permite contemplar de manera virtual el edificio terminado, e incluso un recorrido virtual del exterior e interior.



Fig. 14: Máquina de copias v reproducibles de los

Actualmente están casi desaparecidas.

Una vez el plano se concluía en cuanto a dibujos, letras y acabados, se procedía a cortarlo a tamaño normalizado y posteriormente realizar **las copias** necesarias. Estas copias llamadas técnicamente **heliográficas** se hacían del soporte original, es decir del papel vegetal. La máquina funcionaba de forma similar al revelado fotográfico, donde el papel de copia, previamente tratado y expuesto a la luz, pasaba conjuntamente con el vegetal por unos rodillos mecánicos que lo impregnaban de un componente químico de amoniaco. Estas máquinas de elevado coste necesitaban casi un habitáculo especial para ellas, por los productos químicos que utilizaba, la suciedad que generaban y el tamaño de las mismas, como la que muestra la figura 14.

Tras estas primeras copadoras que dejaron de funcionar allá por los años 80, se introducen en el mercado las primeras **impresoras matriciales**. La impresión por matriz de puntos, circunscrita a formas simples a partir de

líneas y puntos, no dejaba de ser una forma de reproducción muy limitada. En los primeros años de la década de los noventa, se comienzan a introducir en el mercado las impresoras de **chorro de tinta**, inicialmente muy rudimentarias, costosas y voluminosas, van evolucionando a modelos más económicos, simples y pequeños, hasta tal punto que su costo llega a veces a ser similar al costo de la tinta que utilizan. A finales de los años 90 irrumpen en el mercado las **impresoras láser**, que como todo producto tecnológico nuevo estarán en manos de unos pocos, por su elevado costo y dificultad de reparaciones, pero poco a poco serán otro componente más de la tecnología informática cuya alcance se ha generalizado a todas las clases y estamentos sociales. El proceso de impresión ha degenerado en una notable reducción de tiempos y costes, y en una mayor versatilidad del software, prácticamente al alcance de casi todos.

Aunque la impresión de planos era el paso final en el proceso de elaboración de la documentación gráfica de un proyecto, gracias a los programas de diseño por ordenador es posible visualizarlos previamente y modificar datos de una forma rápida y eficaz sin necesidad de imprimirlos. En un principio estos programas de diseño solo realizaban dibujos bidimensionales, por lo que su previsualización en pantalla era más bien para correcciones técnicas y constructivas que para su presentación comercial. Este obstáculo ha sido la gran revolución del siglo XXI donde existen numerosos software informáticos como **3D Max**, **All Plan**, **V-Ray**, **Archicad**, **Dibac** y **Autocad** que permiten hacer modelados tridimensionales, auténticas maquetas reales de los proyectos, que simulan casi a la perfección la realidad constructiva.

## CONCLUSIONES

Esta comunicación ha pretendido, como se anunciaba en la introducción, *narrar una historia* para que nuestros estudiantes y futuros profesionales aprecien la enorme evolución y esfuerzo que la sociedad ha hecho en los últimos años para pasar tan drásticamente desde un proceso eminentemente manual y artesano en la elaboración de planos y dibujos a un proceso totalmente informatizado y automatizado donde el técnico puede concebir, dibujar, rectificar, visualizar, archivar e imprimir los planos en un tiempo record, a un coste muy bajo, con una calidad excelente y sobre todo una reducción de espacios para su archivo realmente sorprendente. Esta evolución discurre desde una concepción puramente manual, y artesana hasta un proceso totalmente informatizado, pero a su vez despersonalizado donde el técnico, a través de una máquina dibuja e imprime el plano, sin poderle inferir ningún carácter personal e impronta, más que aquellos escasos atributos y propiedades que la computadora y el software permitan.

Cabría preguntarse si nuestro alumnado y futuros profesionales deben simplemente conocer esta historia como *un cuento del pasado*, o por otro lado deberían además implicarse, al menos, en el manejo básico de estas técnicas del pasado, con objeto de no tener una dependencia total del ordenador y a su vez poder inferir a sus dibujos su personalidad y carácter y no con la frialdad que una máquina lo elabora y reproduce.

## Referencias bibliográficas

Archivo Histórico Ferroviario. Museo del Ferrocarril de Madrid. Estación de Madrid Delicias. Pº de las Delicias, 61 – 28045 – Madrid – <http://www.ffe.es>

Hemeroteca Municipal de Sevilla, Instituto de la Cultura y de las Artes de Sevilla, Ayuntamiento de Sevilla. C/ Almirante Apodaca, 6A – 41003 Sevilla – <http://www.icas-sevilla.org/>

Archivo Municipal de Jerez, Área de Cultura – Ayuntamiento de Jerez. Plaza General Primo de Rivera 7 y 8 – 11403 Jerez de la Frontera (Cádiz) – [http://www.jerez.es/areas\\_tematicas/cultura/archivo\\_municipal/](http://www.jerez.es/areas_tematicas/cultura/archivo_municipal/)

Archivo proyectos empresa Arinsur, S.C., Avda. Reyes Católicos, 60 – 41702 Dos Hermanas (Sevilla) – [arinsur@hotmail.com](mailto:arinsur@hotmail.com)

Sainz, J. (1990) *El Dibujo de Arquitectura*. Madrid. Nerea

Sainz, J y Valderrama, F. *Infografía y Arquitectura*. Madrid. Nerea

Allen, G. (1982) *Arte y proceso del dibujo arquitectónico*. Barcelona. Gustavo Gili

Steel, J. (2001) *Arquitectura y revolución digital*. Barcelona. Gustavo Gili.

Powell, D. (1986) *Técnicas de Presentación*. Londres. Hermann Blume

Wikipedia, *La enciclopedia libre* – <http://www.wikipedia.org>

