

CAPITULO 6:

Conclusiones

1. CONCLUSIONES

1.1. Introducción

En este apartado comentaremos las conclusiones a las que hemos llegado después de analizar las herramientas informáticas para el cálculo dimensional de conductos.

Las conclusiones se han agrupado según los siguientes criterios: Estructura de la aplicación (diagrama de objetos), interfaz gráfica, datos de entrada, datos de salida, relativas a los resultados obtenidos, relativas al método de PCC y relativas al método de RE.

Terminaremos el capítulo con dos apartados, en el primero de ellos se exponen las simplificaciones, en algunos casos malas prácticas, respecto de los métodos descritos que suelen aplicarse en las ingenierías a la hora de calcular las secciones de los conductos y en el segundo apartado se aborda el desarrollo futuro que podríamos plantearnos en el tema de estudio tomando como inicio el presente proyecto.

1.2. Relativas a la estructura

Las conclusiones más significativas en cuanto a la forma de estructurar los datos en los diferentes programas son las siguientes:

- En la definición del trazado de la red tanto todos tienen una estructura marcadamente “vertical”. Dicha estructura se hace más “horizontal” para DAWIN y ÁNGEL MENOR al incluir en su trazado la posible definición de los objetos: sistemas de retorno, ventiladores y equipos de climatización.
- En cambio si podemos observar que la estructura de los cuatro programas para la definición de los accesorios en los tramos es claramente “horizontal”, para el caso de CONDU_2D pues los objetos derivaciones, codos, contracciones, diafragmas, etc., no son verdaderos objetos independientes sino que se definen dentro del espacio tramo (a partir de propiedades). En el resto es vertical ya que son unidades independientes que podemos definir, sin necesidad de pertenecer al tramo.
- Referente a los componentes, los programas resultan bastante heterogéneos. Mientras que DAWIN y MC4 permiten almacenar en la librería de componentes: modelos de difusores, ventiladores y material del conducto respectivamente de varios fabricantes, CONDU_2D no utiliza ningún componente al incorporarlo como objeto o directamente como propiedad asociada a algún espacio y ÁNGEL MENOR nos da la opción de incluir un objeto por su pérdida de carga.
- Como resumen se pueden calificar de 0 a 10 las estructuras de los distintos programas:

	DAWIN	CONDU_2D	MC4	ÁNGEL MENOR
ESTRUCTURA	8	6	8	5

1.3. Relativas a la interfaz

DAWIN es un programa con interfaz grafica, su manejo es bastante sencillo, al menos en cuanto a la introducción de la red se refiere ya que, podemos importar el diseño de nuestra de cualquier programa de diseño grafico que utilice los formatos dwg o dxf, como la conocida herramienta autocad. Una vez que introduzcamos el diseño de la red, esta la utilizaremos como plantilla para ir tranzando conducto a lo largo de nuestros tramos. Las piezas especiales como derivaciones codos etc. lo introduce de forma automática de forma que tan solo podremos modificar alguna de sus características como en el caso de los codos la relación radio/altura o su forma, pero en ningún caso podremos definir nada de las derivaciones.

Una vez introducida la red de conducto podremos ir añadiendo accesorios tales como reguladores, baterías post-calentamiento, filtros, rejilla difusores etc...

Tan solo tener es cuenta que a la hora de ir dibujando el conducto tienes que previamente colocar los difusores y el ventilador ya que solo podrás tirar líneas, uniendo puntos de referencia, y que cada línea que dibuja representara un tramo.

La aplicación de procuno permite además ver los resultados calculados por pantalla así como graficas de presiones.

CONDU_2D es un software que tiene la apariencia de barra de herramientas del programa autocad. En este caso casi es obligado el utilizar una red ya diseñada de plantilla ya para la forma en que se van añadiendo tramos y piezas es menos intuitiva que el resto de aplicaciones. Una flecha indica la dirección del tramo al que le tienes que introducir el largo del tramo, una vez en el extremo le indicas que tipo de pieza quieres introducir y el ángulo de cambio de sentido.

MC4 ha sido desarrollado en español bajo entorno Windows. Su funcionamiento es similar al de DAWIN, nosotros tan solo debemos introducir una red ya diseñada y e indicar las características de los accesorios como las bocas o el ventilador, en cuanto a los pantalones, curvas etc., el programa diseña de forma automática este tipo de piezas nosotros tan solo podremos variar algunos de sus parámetros como la relación radio altura.

Por último ÁNGEL MENOR es la única aplicación que no se presenta bajo un entorno grafico, se trata de una hoja de cálculo Excel, con macros para facilitar la introducción de datos, como por ejemplo la multitud de accesorios y piezas que nos permite introducir. Es el menos intuitivo de todos ellos, además del más laborioso ya que tienes que ir introduciendo todos y cada uno de las piezas y sus características, para obras de gran volumen no se aconseja por la forma tan laboriosa de meter todos los datos.

	DAWIN	CONDU_2D	MC4	ÁNGEL MENOR
INTERFAZ	8	6	8	5

1.4. Relativas a los datos de entrada

La entrada de datos en estos programas al ser la mayoría con entornos gráficos es bastante sencilla y no tiene ningún requerimiento especial a la hora de la ordenación de los tramos, ya que se hace de forma bastante intuitiva, otro caso es el de ANGEL MENOR, donde si tienes que tener en cuenta la numeración y el orden la hora de ir introduciendo cada una de las piezas, ya que cada una de los nudos debe ir con una numeración coherente.

En DAWIN tienes una primera pantalla donde introduces los datos de carácter general, una vez definidos estos datos, vas colocando los símbolos referentes al resto de accesorios en el lugar deseado, para definir estos complementos tan solo tienes que abrir una ventana clicando en ellos, de forma que resulta sencillos y rápido introducir una instalación por muy compleja que resulte.

CONDU_2D también debemos rellenar una ventana inicial con los datos generales de la instalación, es una tabla muy sencilla, con pocos campos para rellenar, los que limita un poco las características de la instalación, el resto de accesorios, se definen en otra ventana dedicada a las piezas y accesorios aunque resulta insuficientes, tanto los parámetros como los accesorios que podemos definir.

La aplicación MC4 resulta similar a DAWIN, lo único que encontramos de diferencia es que antes de colocar cualquier pieza debemos definirla antes, aunque resulta más completa, ya que además de poseer más accesorios podemos definir un mayor número parámetros a definir los que nos abre un abanico mayor de posibilidades. Una vez definidas las características tan solo tenemos que situarlo en el lugar elegido.

ÁNGEL MENOR es el programa mas tedioso a la hora de introducir los datos, en primer lugar debemos meter los datos generales, una vez introducidos comenzamos con los accesorios eligiéndolos en una lista desplegable e ir definiendo los parámetros que nos solicitan. Cuando tenemos todos los nudos definidos con los accesorios debemos introducir los tramos, añadiendo sus longitudes entre cada uno de los nudos, con la numeración correspondiente, poco funcional con respecto a la facilidad de las otras aplicaciones. Sin embargo la amplia gama accesorios y parámetros a definir es de las mayores presentadas por cualquiera de las aplicaciones.

- La calificación según los datos de entrada es la siguiente:

	DAWIN	CONDU_2D	MC4	ANGEL MENOR
DATOS DE ENTRADA	8	6	8	6

1.5. Relativas a los datos de salida

DAWIN con mucho es el programa más completo de todos los analizados, ya que una vez calculada la instalación nos da multitud de datos de cada uno de los tramos así como de los accesorios, todo ello por pantalla tan solo con poner el puntero encima del objeto que deseamos, además por pantalla también nos permite ver si lo deseamos todo tipo de graficas representando las presiones, etc..., del tramo que elijamos.

Por último nos ofrece la posibilidad de sacar un informe con todo tipo de datos, como dimensiones presiones, datos tanto de diseño como resultados, estos los presenta en tablas en formato Word por lo tanto compatible con todos los ordenadores actuales.

Los datos de salida de CONDU_2D tan solo los presenta en un informe en formato txt donde nos muestra , velocidades ,las dimensiones y los datos introducidos a la hora del diseño de la red , insuficiente ya que apenas muestra datos relativos a las presiones.

MC4 nos presenta un archivo en formato Word donde nos da datos por cada uno de los tramos, separando dentro de estos todo lo relativo a piezas o accesorios que puedan contener, como longitudes equivalentes, después nos da los relativos al tramo completo , por lo que resulta muy útil a la hora de definir los codos etc. Y darnos cuenta exactamente de donde se nos pueden presentar los problemas de diseño de forma más precisa.

ÁNGEL MENOR es el que más datos de salida muestra, nos los muestra en la hoja de cálculo. Nos da datos referentes tanto a los tramos como a cada uno de los nudos o lo que es lo mismo a cada uno de las piezas o accesorios que incluyamos.

De todos los programas, CONDU_2D es el único software que no indica la rama de mayor pérdida de carga y el valor de la pérdida, aunque ninguno indica la rama de mayor longitud del sistema.

Todas las aplicaciones nos muestran las pérdidas de carga totales y las necesidades del ventilador, pero tan solo DAWIN y MC4, nos muestran las pérdidas de presiones dinámicas y estáticas.

	DAWIN	CONDU_2D	MC4	ANGEL MENOR
INTERFAZ	8	5	8	8

1.6. Relativas a los resultados obtenidos

- Para una misma aplicación, las dimensiones lineales obtenidas mediante el método de RE son, salvo pequeñas excepciones, superiores a las calculadas por medio del método de PCC, y como consecuencia directa de las dimensiones las secciones de los conductos.

$$\mathbf{DIM|_{RE} > DIM|_{PCC} \quad \Rightarrow \quad Secc|_{RE} > Secc|_{PCC}}$$

- Con el método de PCC el programa con el que se obtienen mayores dimensiones y secciones es DAWIN, seguido de CONDU_2D y de MC4, por último de ANGEL MENOR, mientras que con el método de RE el orden cambia.

$$\text{* En PCC: } \mathbf{DIM|_{DAWIN} > DIM|_{CONDU_2D} > DIM|_{MC4} > DIM|_{ANGEL\ MENOR} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mathbf{Secc|_{DAWIN} > Secc|_{CONDU_2D} > Secc|_{MC4} > Secc|_{ANGEL\ MENOR}}$$

$$\text{* En RE: } \mathbf{DIM|_{MC4} > DIM|_{ANGEL\ MENOR} > DIM|_{CONDU_2D} > DIM|_{DAWIN} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mathbf{Secc|_{MC4} > Secc|_{ANGEL\ MENOR} > Secc|_{CONDU_2D} > Secc|_{DAWIN}}$$

- Salvo pequeñas excepciones que se dan en cada programa, la pérdida de carga obtenida es superior, contrariamente a lo esperado, para el método de RE que para PCC.

$$P_{EST|RE} > P_{EST|PCC} \quad ; \quad P_{DIN|RE} > P_{DIN|PCC}$$

- En PCC, las pérdidas de carga obtenidas en el programa DAWIN superan con creces las obtenidas por las otras aplicaciones. Además, este aspecto se verifica en los dos tipos de pérdidas que estamos considerando, estáticas y dinámicas.

Entre DAWIN y CONDU_2D las estáticas están definidas siendo el primero el que presenta los valores más altos. En cuanto a las otras aplicaciones no queda bien definido ya que no presentan una tendencia clara mientras que en las dinámicas son superiores para DAWIN seguido de ANGEL MENOR, entre las otras dos aplicaciones no es tan fácil discernir cual es superior aunque, consideramos que CONDU_2D supera en los último tramos a MC4 .

$$* \text{ En PCC: } P_{EST|DAWIN} >> P_{EST|CONDU_2D} >> P_{EST|MC4} \hat{=} P_{EST|ANGEL\ MENOR}$$

$$P_{DIN|DAWIN} >> P_{DIN|ANGEL\ MENOR} > P_{DIN|CONDU_2D} \geq P_{DIN|MC4}$$

- En RE, las pautas establecidas son similares a las comentadas anteriormente. DAWIN es el programa con el que se obtiene mayores pérdidas de carga. Para los otros tres programas el comportamiento de las diferencias es indefinido tanto en estática como en dinámica.

$$* \text{ En RE: } P_{EST|DAWIN} >> P_{EST|CONDU_2D} \hat{=} P_{EST|MC4} \hat{=} P_{EST|ANGEL\ MENOR}$$

$$P_{DIN|DAWIN} >> P_{DIN|ANGEL\ MENOR} > P_{DIN|CONDU_2D} \geq P_{DIN|MC4}$$

- Observar como los programas DAWIN y MC4 equilibran no en el difusor sino en cada tramo de forma independiente, lo cual en la práctica conlleva a una dificultad añadida puesto que debe colocarse algún elemento de pérdida de carga en el interior del tramo.

- Para un mismo programa las velocidades de circulación del aire obtenidas mediante el método de PCC son superiores a las calculadas por medio del método de RE. Salvo en el caso excepcional de DAWIN.

$$V_{PCC} > V_{RE}$$

- En el método de PCC, CONDU_2D, ANGEL MENOR y MC4 tienen unos perfiles de velocidades bastante similares. Con DAWIN se obtienen los perfiles de velocidades más irregulares en los tramos de impulsión.

$$V_{\text{CONDU_2D}} > V_{\text{MC4}} \geq V_{\text{ANGEL MENOR}} \hat{=} V_{\text{DAWIN}}$$

- En RE, DAWIN tiene el mismo comportamiento irregular que en el caso anterior en los tramos de impulsión, pero entre el resto está mejor definido quienes tienen perfiles mayores.

$$V_{\text{CONDU_2D}} > V_{\text{ANGEL MENOR}} \hat{=} V_{\text{DAWIN}} > V_{\text{MC4}}$$

- La superficie total obtenida mediante RE es mayor que la obtenida por medio de PCC en las tres aplicaciones.

$$\text{SUP}_{\text{RE}} > \text{SUP}_{\text{PCC}}$$

- Por otra parte, tanto en PCC como en RE, se verifica que ANGEL MENOR es el que tiene un mayor requerimiento de superficie, seguido de MC4, DAWIN y por último CONDU_2D.

$$\text{SUP}_{\text{ANGEL MENOR}} > \text{SUP}_{\text{MC4}} > \text{SUP}_{\text{DAWIN}} > \text{SUP}_{\text{CONDU_2D}}$$

- Las presiones exigidas en un ventilador empleando en el cálculo el método de PCC son mayores que en el método de RE. Verificándose la misma regla tan solo en CONDU_2D, tanto en términos de presión estática como en presión total.

- Mediante el método de PCC, tanto en estática como en total, DAWIN es el programa que mayor requerimiento tiene. En cambio las necesidades en CONDU_2D y MC4 son similares, por debajo tenemos ÁNGEL MENOR salvo en estática donde está por encima de MC4.

$$P_{\text{EST}} | \text{DAWIN} >> P_{\text{EST}} | \text{CONDU_2D} > P_{\text{EST}} | \text{ANGEL MENOR} > P_{\text{EST}} | \text{MC4}$$

$$P_{\text{TOTAL}} | \text{DAWIN} >> P_{\text{TOTAL}} | \text{CONDU_2D} > P_{\text{TOTAL}} | \text{MC4} > P_{\text{TOTAL}} | \text{ANGEL MENOR}$$

- En RE, tanto en estática como en total, DAWIN sigue siendo el programa que tiene las mayores necesidades, el único cambio los vemos en ÁNGEL MENOR que la presión en estática es menor que MC4.

$$P_{\text{EST}} | \text{DAWIN} >> P_{\text{EST}} | \text{CONDU_2D} > P_{\text{EST}} | \text{MC4} > P_{\text{EST}} | \text{ANGEL MENOR}$$

$$P_{\text{TOTAL}} | \text{DAWIN} >> P_{\text{TOTAL}} | \text{CONDU_2D} > P_{\text{TOTAL}} | \text{MC4} > P_{\text{TOTAL}} | \text{ANGEL MENOR}$$

	DAWIN	CONDU_2D	MC4	ANGEL MENOR
RESULTADOS	3	5	8	8

1.7. Relativas al método de pérdida de carga constante

- En general el método de PCC en toda la instalación es el más utilizado por su sencillez y la forma práctica de su aplicación.
- Produce unas secciones de conductos pequeñas, menor superficie total necesaria para la ejecución de la instalación, por lo que requiere un menor coste de inversión.
- Asimismo produce una “razonable” superficie total de conducto a emplear, y por lo tanto un coste igualmente “razonable”.
- Como limitación principal señalaremos que es necesario el equilibrado del sistema, pues cuando en una instalación se combinan ramas largas, junto a ramas cortas, la instalación normalmente estará descompensada.
- Además debe evitarse que todo el peso del equilibrado recaiga sobre la compuerta de regulación del difusor ya que en determinados casos puede provocar ruidos molestos en la instalación.
- Es por ello que en instalaciones pequeñas y de baja velocidad es el método de cálculo más utilizado.

1.8. Relativas al método de recuperación de la presión estática

- Es el método que requiere una presión estática menor en el ventilador, por lo que con la elección de un ventilador con un rendimiento óptimo el ahorro de energía puede llegar a ser importante y no sólo el coste será menor en el consumo, sino también en la inversión del equipo y en su mantenimiento.
- Este método proporciona un sistema que está prácticamente equilibrado y la presión estática (responsables de posibles fugas) a lo largo de la red se mantiene baja y prácticamente constante.
- Además, al obtener secciones de conductos mayores la circulación del aire en el interior de los mismos se produce a menor velocidad originando menores problemas de ruidos.
- Contrariamente al método anterior, si se parte de la misma condición de dimensionamiento para el primer tramo que en PCC (misma velocidad o misma pérdida de carga por metro), las dimensiones de los conductos que se obtienen con este procedimiento son superiores, lo cual produce un mayor coste de material.
- Otro de los inconvenientes que posee es que debemos controlar, en los tramos finales, las velocidades establecidas por el método para que no sean excesivamente bajas.

- Este método de dimensionamiento se aconseja utilizarlo siempre en grandes instalaciones y de alta velocidad.

1.9. Consideraciones prácticas

Las ingenierías en la práctica reducen los métodos de cálculo a dos, los analizados en nuestro proyecto. Además normalmente en las ingenierías se suelen hacer las siguientes simplificaciones:

- No es necesario caracterizar los difusores y las rejillas, ya que las casas comerciales suministran sus características para distintos caudales circulantes.
- Suponen que las pérdidas de carga en difusores y rejillas son las que indican la presión estática en la sección de entrada.
- Se trabaja siempre con longitudes equivalentes, y no con los coeficientes dinámicos “C” de accesorios. En general las longitudes equivalentes son burdas aproximaciones de la realidad.
- Sólo se calcula la pérdida de presión en la rama más larga (asignada inicialmente por el proyectista), y esta será la presión que debe suministrar el ventilador o equipo de climatización.
- No se calcula el equilibrado necesario, “ya que se equilibrará en la obra”. En general estos equilibrados suelen realizarse sobre las compuertas que contienen los difusores en las secciones de entrada.
- No se utilizan formulas, sólo graficas. Se utilizan gráficas independientemente del material empleado.

1.10. Desarrollo futuro

Relacionadas con el presente proyecto se vislumbran las siguientes líneas de trabajo: Analizar otras herramientas de cálculo no incluidas en el presente proyecto como: Cipe, etc.

- Contrastar los resultados y conclusiones obtenidos realizando los cálculos para otros climas y otras tipologías edificatorias.
- Diseñar una herramienta informática capaz de realizar un despiece de la instalación en un formato compatible con la mayoría de maquinas de trazadoras (maquinas de plasma etc...), de forma que se agilice el proceso de diseño y fabricación. En este camino que podamos insertar instalaciones ya construidas, con despieces detallados para el cálculo de pérdidas de cargas, etc....
- Estudio comparativo de las presiones, velocidades y demás parámetros, con herramientas informáticas de intalaciones ya dimensionadas.