



GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES

TRABAJO FIN DE GRADO DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA DIMENSIONAR INSTALACIONES DE SANEAMIENTO

Autor: Rodrigo Esteban García

Director: Jesús Ramon Jiménez Octavio

Co-Director: Carlos González Bravo

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA DIMENSIONAR

INSTALACIONES DE SANEAMIENTO

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2023/2024 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Rodrigo Esteban García

Fecha: 23/07/ 2024

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

**Jesús R.
Jiménez
Octavio -
06259224G**

Firmado
digitalmente por
Jesús R. Jiménez
Octavio -
06259224G
Fecha: 2024.07.23
23:20:41 +02'00'

Fdo.: Jesús R. Jiménez Octavio

Fecha: 23/07/2024

**11819216E
CARLOS
GONZALEZ (R:
B87246021)**

Firmado
digitalmente por
11819216E CARLOS
GONZALEZ (R:
B87246021)
Fecha: 2024.07.24
06:47:42 +02'00'

Fdo.: Carlos González Bravo

Fecha: 23/07/2024

Abstracto:

Este trabajo de Fin de Grado se concentra en el sector de instalaciones de la edificación, un sector el cual está ganando cada vez más importancia y relevancia en el mercado de nuevas construcciones. El proyecto trata de diseñar un programa de dimensionamiento de tuberías y pozo de bombeo de una instalación de saneamiento acorde a las normativas vigentes y relevantes. El código ofrece al usuario una herramienta simple y transparente que pueda usar para verificar los cálculos hechos con programas BIM más completos y de mayor envergadura, así como una gran flexibilidad a la hora de intentar realizar modificaciones a una instalación previamente diseñada con uno de estos programas. El programa resultante ofrece seis funciones, el cálculo de bajantes y colectores de aguas pluviales, bajantes, colectores, y ramales de aguas residuales, y el dimensionamiento de un pozo de bombeo. Cada una de estas funciones reflejan el objetivo clave del programa, el proporcionar un método de cálculo independiente a los programas de dibujo usados generalmente para diseñar instalaciones de saneamiento. De esta manera el proyecto consigue darle más libertad al usuario a la hora de explorar diferentes soluciones a problemas concretos en la existente instalación, así como una gran transparencia en cuanto al funcionamiento y procedimiento del cálculo de las diferentes partes de la instalación.

Palabras clave:

Instalación, apoyo, programa, transparencia, simplicidad, separación.

Abstract:

This dissertation focuses on the installations sector of infrastructure, a growing part of the building business, especially in recent times in new constructions. The project aims to create a program to calculate the dimensions of pipes and pumping well of sanitary installations according to the existing regulations that affect said type of infrastructure. The program offers the user a simple and transparent tool that can be used to verify the calculations made with BIM programs, as well as offering a great flexibility to the user when the latter needs to modify the previously planned installation. The resulting program offers 6 different options, to calculate the diameter of vertical and horizontal pipes used for rainwater, vertical and horizontal pipes used for residual water, as well as calculating the dimensions of a pumping well. All these functions are streamlined to exemplify the key aim of the project, to provide a tool for calculating pipes separate from the larger BIM programs which first require the whole installation be completely drawn and planned out before being able to calculate the sizes of the different pipes that make up the sanitation system. Through this separation and disassociation, the program provides greater freedom to the user when the latter needs to brainstorm small modifications to the existing installation without having to change the main plans to do so, as well as complete transparency in the way the program calculates the size of the pipe needed.

Key words:

Installation, support, program, transparency, simplicity, disassociation.

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1. Introducción | 7 |
| 1.1. Introducción..... | 7 |
| 1.2. Motivación | 8 |
| 1.3. Objetivos..... | 8 |
| 2. Estado de la cuestión | 9 |
| 2.1. Uso destinado | 9 |
| 2.2. Normativa por seguir | 10 |
| 2.3. Generalidades y consideraciones de diseño..... | 10 |
| 3. Material y Métodos | 13 |
| 3.1. Condiciones de diseño de los elementos de la red de evacuación | 13 |
| 3.1.1. Verticales | 13 |
| 3.1.2. Tuberías horizontales..... | 14 |
| 3.1.3. Desagües interiores..... | 16 |
| 3.1.4. Cierres hidráulicos | 16 |
| 3.2. Dimensionamiento de arqueta de bombeo | 18 |
| 3.3. Dimensionamiento de equipo de bombeo | 22 |
| 3.3.1. Parámetros de calculo | 22 |
| 3.4. Calculo y dimensionamiento de la instalación | 24 |
| 3.4.1. Pluviales | 24 |
| 3.4.2. Aguas residuales | 25 |
| 3.4.3. Ventilación | 29 |
| 3.5. Mantenimiento | 32 |
| 4. Parámetros del calculo | 33 |
| 4.1Cálculo de aguas pluviales. | 33 |
| 4.1.1. Bajantes pluviales | 33 |
| 4.1.2. Colectores pluviales | 34 |
| 4.2. Cálculo de aguas residuales. | 35 |
| 4.2.1. Bajantes residuales | 35 |
| 4.2.2. Ramales residuales | 37 |
| 4.2.3. Colectores residuales..... | 38 |
| 4.3. Dimensionamiento de pozo de bombeo. | 39 |
| 5. Diseño de un código de apoyo al cálculo | 44 |
| 6. Aplicación al diseño de una red de saneamiento | 51 |
| 6.1. Caso de validación del programa. | 51 |
| 6.2. Ejemplos de uso. | 54 |
| 7. Limitaciones del proyecto | 64 |

8. Conclusión..... 67
Bibliografía 70

1. Introducción

1.1. Introducción

El sector de la construcción de edificios residenciales y sociales siempre ha sido una constante en el sector de la edificación. Sin embargo, estas son el tipo de nuevas construcciones más comunes hoy en día acorde a la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos. La ANESE se dedica a crear una red de empresas dedicadas y comprometidas a actuar contra el cambio climático a través de técnicas de construcción enfocadas a promover el medio ambiente. ANESE declara que acorde a un informe de CBRE, una inmobiliaria internacional “la demanda de vivienda nueva en España rondará las 180000 unidades al año hasta 2025” (Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos, 2016). Dado el envejecimiento constante de antiguas construcciones, este es un mercado en expansión a nivel mundial. Por ejemplo, también se puede ver en Francia acorde a un informe sobre los patrones de consumo de viviendas de BNP Paribas, uno de los mayores bancos en el mundo con gran interés e inversión en el sector mobiliario a nivel mundial. El banco afirma que en los últimos 10 años ‘el mercado inmobiliario francés ha recibido unas 350000 nuevas viviendas por año’ (BNP Paribas, 2023). La gran demanda combinada con las nuevas expectativas de calidad de edificación ha resultado en un gran auge de demanda de servicios e instalaciones en edificios, desde climatización hasta un refinamiento y estandarización de sistemas básicos como la electricidad y saneamiento. Esto ha aumentado la importancia dada al papel de ingeniero de instalaciones de obras y al diseño de la red de instalaciones para que se pueda garantizar el funcionamiento de todas estas simultáneamente conforma a nuevas regulaciones y normativas introducidas frente al auge en edificación mencionado. Esta nueva demanda también ha hecho que se expanda el sector de programas que asisten al cálculo de instalaciones. Sin embargo, estos programas tales como CypeCAD, Tekton 3D, demELECT, etc.. generalmente demandan del usuario el diseño completo de la instalación para que estos puedan dimensionar la instalación, proceso que además normalmente hacen de manera cerrada sin enseñar al usuario exactamente como se está calculando las tuberías. Esto puede llegar a sobre complicar el proceso de dimensionamiento, sobre todo a la hora de planificar y realizar pequeñas modificaciones en la instalación.

1.2. Motivación

Como ha sido mencionado en el capítulo anterior el sector de diseño de instalaciones se ha complicado recientemente, incrementado su valor, pero en la mayor parte de casos, los programas ofertados requieren mucho tiempo y esfuerzo para conseguir que hagan los cálculos necesarios. Por lo tanto, el proyecto consiste en el diseño de un programa simple y transparente para facilitar el dimensionamiento de una instalación de saneamiento de una construcción residencial o residencia social como residencias de estudiantes. Esto proporcionaría una gran ayuda a los equipos de diseño de instalaciones por varias razones entrelazadas entre sí. Un programa de cálculo separado permite al usuario mayor libertad a la hora de comprobar dimensiones establecidas por otros programas, pero también ofrece una mayor simplicidad a la hora de querer diseñar o modificar una instalación ya en planos. Otra ventaja del programa es que dada su transparencia y fácil modificación este es adaptable a nuevas regulaciones que puedan surgir en el futuro. Esto no solo quiere decir que el usuario solo tiene que modificar algunas de las fórmulas y condiciones que incluye el código para poder seguir usando el código, pero también puede ver como el programa funciona y así detectar más fácilmente algún problema que este teniendo en el dimensionamiento de la instalación. Para facilitar el diseño de la instalación de saneamiento y como este se ajusta al resto de instalaciones de la obra el programa podrá ser usado por el usuario para calcular todas las tuberías de aguas residuales, pluviales, y el pozo de bombeo del edificio en el que se vaya a instalar la instalación. Lo cual quiere decir que el usuario puede considerar modificaciones de la instalación sin tener que cambiar el diseño en sí de la instalación en BIM, lo cual supone un gran ahorro de tiempo.

1.3. Objetivos

El proyecto tiene por objetivo crear un programa que tenga una interfaz simple para el usuario para facilitar lo máximo posibles modificaciones a la instalación que quiera hacer el usuario, así como ofrecer una gran transparencia y accesibilidad al funcionamiento del código. El programa también debe poder calcular y dimensionar

todas las tuberías que forman el conjunto de la instalación de saneamiento, pluviales y residuales, lo debe hacer de manera que el usuario solo deba introducir información y datos sobre la parte de la instalación que se ve por fuera del patinillo. Además, el programa también tendrá que poder dimensionar el pozo de bombeo del edificio únicamente con los datos de carga introducidos por el usuario e información esencial sobre la disposición del enterrado donde estará situado el pozo.

- Crear un programa de simple uso y diseño.
- Diseñar un programa que pueda dimensionar bajantes y colectores de aguas pluviales a través de información introducida por el usuario sobre el emplazamiento del edificio.
- Diseñar un programa capaz de calcular ramales, colectores, y bajantes de aguas residuales a través de la información introducida por el usuario sobre los aparatos sanitarios relevantes y altura en el caso de la bajante.
- El programa también deberá poder calcular y dimensionar el pozo de bombeo de la instalación a través de los mismos datos que los anteriores objetivos y un poco más de información sobre las características elegidas por el usuario sobre el pozo y su emplazamiento en el enterrado del edificio.

2. Estado de la cuestión

Este capítulo trata de aclarar e introducir adicionalmente el uso destinado del programa y su uso en el diseño de una instalación de saneamiento para una construcción residencial. Además, este capítulo también informa sobre las normativas específicas que gobernarán el diseño del programa.

2.1. Uso destinado

Hay varias maneras de disponer el sistema de saneamiento de un edificio, tal como se puede observar al comparar los planos de diferentes edificios. Esto se debe a que igual que sistemas de climatización, control de humos, electricidad, etc..., el sistema de saneamiento se tiene que adaptar a la cimentación del edificio y a las otras instalaciones de este. Esto quiere decir que a nivel formulación muchos edificios se parecen entre sí, pero la ejecución propia del proyecto es donde el sistema varía más y

donde se tienen que redirigir y recalcular la disposición de tuberías, bajantes y pozos. Existen varios ejemplos en línea de memorias de las instalaciones de saneamiento de edificios como un edificio de viviendas en Pozuelo Madrid (AJPERES, 2017). Estos planos normalmente están hechos en fases previas a la ejecución de la obra y que muchas veces contienen conflictos con otros sistemas del edificio, lo que resulta en que las empresas tienen que invertir en personal, ingenieros de instalaciones, especializado en instalaciones para supervisar y corregir estos conflictos y errores de diseño. Por lo tanto, el programa está destinado a que los departamentos de arquitectura puedan concentrar sus recursos con la labor de evitar problemas de conflictos y diseño en la obra, en lugar de tener que calcular y dimensionar las tuberías de la instalación. Con el uso del programa como herramienta de cálculo y método de previo cálculo al diseño final del edificio se espera que minimicen errores de conflictos entre instalaciones, pero también prevenir el posicionamiento incorrecto o no óptimo sobre todo de bajantes y pozos de bombeo. Sobre todo, en el caso de los pozos, si el usuario ve el impacto en costes y profundidad requerida que tienen diferentes sistemas y disposiciones de bajantes sobre el pozo de bombeo de manera directa y simple es más probable que consiga enviar un plano más finalizado y con menos errores teóricos a la obra, lo que conllevará a menores retrasos en la obra, recálculos, y por defecto menores costes de obra.

2.2. Normativa por seguir

Para cumplir esto la instalación tiene que estar diseñada acorde a las regulaciones vigentes y relevantes, el Código Técnico de la Edificación 2006, y normativa H.5 (Ministerio de la Vivienda, 2006) (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023) para las generalidades del sistema y las cargas estipuladas, y las normas UNE-EN 1451, UNE-EN 1401, y UNE-EN 1329 para las características y dimensiones de las tuberías a usar.

2.3. Generalidades y consideraciones de diseño

Una instalación de evacuación de aguas y por defecto el programa tiene que seguir unas condiciones y requisitos básicos generales estipulados en el artículo 2 del Documento Básico HS-05 sobre la caracterización de las exigencias sobre la red. Estas serán condiciones de diseño que el usuario tendrá que tener en cuenta, pero también el programa para producir cálculos precisos en el dimensionamiento de la instalación.

- ‘Deben disponerse cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los cuartos ocupados sin afectar al flujo de los residuos
- Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases mefíticos.
- La red de evacuación tiene que estar trazada de la manera más simple posible, en la que las tuberías tengan distancias y pendientes que faciliten el autolimpiado y la evacuación de residuos. Siempre y cuando se cumpla la condición de que el sistema no retenga agua en cualquier punto de la instalación, por lo que las pendientes tienen que ser siempre descendientes.
- Las dimensiones de las tuberías tienen que ser acordes a las cargas que se prevé que reciban de tal manera que las puedan transportar de manera segura.
- La red debe tener puntos de acceso que faciliten su mantenimiento, ya sea en huecos no visibles como los patinillos del edificio, pero si necesario también se incluirán arquetas o registros vistos.

La instalación también tiene que seguir los requisitos estipulados en el artículo 3 del Documento Básico HS-05 sobre el diseño:

- “Los colectores del edificio deben desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente acometida.
- Cuando no exista red de alcantarillado público, deben utilizarse sistemas individualizados separados, uno de evacuación de aguas residuales dotado de una estación depuradora particular y otro de evacuación de aguas pluviales al terreno. Los residuos procedentes de cualquier actividad profesional ejercida en el interior de las viviendas distintos de los domésticos requieren un tratamiento previo mediante dispositivos tales como depósitos de decantación, separadores o depósitos de neutralización. Cuando exista una única red de alcantarillado público debe disponerse un sistema mixto o un sistema separativo con una conexión final de las aguas pluviales y las residuales, antes de su salida a la red

exterior. La conexión entre la red de pluviales y la de residuales debe hacerse con interposición de un cierre hidráulico que impida la transmisión de gases de una a otra y su salida por los puntos de captación tales como calderetas, rejillas o sumideros. Dicho cierre puede estar incorporado a los puntos de captación de las aguas o ser un sifón final en la propia conexión. Si existen dos redes de alcantarillado público, una de aguas pluviales y otra de aguas residuales debe disponerse un sistema separativo y cada red de canalizaciones debe conectarse de forma independiente con la exterior correspondiente.” (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023). La red no debe utilizarse para la evacuación de residuos que ‘no sea aguas pluviales o residuales del tipo y carga estipuladas para este tipo de edificio.’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

3. Material y Métodos

A fin de diseñar un programa que pueda calcular y dimensionar tuberías y pozo de bombeo de una instalación de saneamiento acorde a la normativa vigente es esencial primero establecer estas. Este capítulo tratara de establecer y explicar el efecto de estas normativas sobre el programa y las condiciones que por defecto imponen a la hora de diseñar el código, su estructura, información que debe introducir el usuario, y la información relevante que debería devolver el programa.

3.1. Condiciones de diseño de los elementos de la red de evacuación

3.1.1. Verticales

- ‘Se asegurará la verticalidad de las bajantes en toda su altura, permitiendo una inclinación no mayor del 2%, además, se tendrá que mantener una sección constante en toda la altura de la bajante, salvo cuando existan obstáculos insalvables. En el caso que una bajante reciba el agua de una toma de mayor tamaño’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023), por ejemplo, una bajante de diámetro 90 que recibe una la tubería de un inodoro de diámetro 110, entonces la bajante pasara a tener un diámetro no inferior a 110 desde ese punto.
- Todas las bajantes residuales deben tener ventilación primaria de “al menos 1,30 m por encima de la cubierta del edificio, si esta no es transitable. Si lo es, la prolongación debe ser de al menos 2,00 m sobre el pavimento de esta.” Estos conductos de ventilación tendrán que ir dotados del equipo necesario para garantizar su estanqueidad, considerando que están conectadas a las aguas residuales del edificio. Cuando la columna de ventilación sea paralela a la bajante fecal esta se posicionará lo más próxima posible a la bajante para facilitar la instalación e interconexión. Esta misma se hará en el sentido contrario al flujo del agua.
- Para la colección de aguas pluviales en exteriores se usarán sumideros de PVC rígido capaces de soportar cargas constantes acordes a la

lluvia y condiciones esperadas en el sitio donde se construya el edificio, en este caso Madrid, por lo que la carga a soportar será: “100kg/cm²” (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023).

- Las uniones de las tuberías se harán a través de juntas deslizantes entre uniones macho y hembra del diámetro correspondiente con la estanqueidad garantizada con gomas proporcionadas por el mismo fabricante. La tubería se montará a media carrera de la copa de la unión para mejor absorber dilataciones. Además, para reforzar la estructura de las bajantes, todas tendrán puntos fijos en toda su altura para fijarlas a elementos estructurales del edificio a la cual se conectará la correspondiente abrazadera generalmente en patinillos.
- Las uniones entre bajantes y red de saneamiento se harán con piezas que permitan la reparación, revisión, y posible sustitución sin tener que cortar la circulación del resto de la instalación.

3.1.2. Tuberías horizontales

- Las tuberías deberán reunir todas las propiedades exigidas por la normativa vigente (UNE-EN 1451) y ‘toda la documentación que demuestre que han superado las pruebas de estanqueidad y de resistencia a choque térmico’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023).
- Para evitar problemas de funcionamiento, bajo ningún caso se puede dar una parte horizontal o pendiente negativa en las tuberías horizontales que hagan que el agua se pueda quedar atascada y estacionaria en la instalación. Además, Los tubos no se pueden doblar, ni modificar de ninguna manera que modifique la dirección del caudal por su interior, ni modificar su forma de cualquier manera que no sea la longitud del tubo. También es necesario que las abrazaderas usadas para sujetar las tuberías nunca serán de apriete para evitar posibles

accidentes y roturas de las tuberías en casos de dilataciones de la tubería.

3.1.2.1. Horizontales colgados

- ‘Todas las tuberías horizontales tendrán una pendiente mínima del 1%.’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)
- La tubería se mantendrá en su posición y colgada a través de abrazaderas sin apriete exclusivamente recibidas en los forjados justo encima de por donde pase la tubería. Las abrazaderas se deberán colocar de tal manera que la parte superior de la tubería quede a un mínimo de 5cm de la cara inferior del forjado. Las abrazaderas se fijarán con los absorbedores de dilatación necesarios, con manguitos de dilatación en tuberías encoladas.
- “En los tramos rectos, en cada encuentro o acoplamiento tanto en horizontal como en vertical, así como en las derivaciones, deben disponerse registros constituidos por piezas especiales, según el material del que se trate, de tal manera que los tramos entre ellos no superen los 15 m.” (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)
- “No deben acometer en un mismo punto más de dos colectores” (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

3.1.2.2. Horizontales enterrados

Todas las tuberías deberán tener una pendiente “mínima del 2%” (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023) para asegurar que no se generen atascos o sobre cargas en la sección del edificio donde mayor volumen de agua se acumulara. Además, para verificar el estado de la instalación y su mantenimiento se instalarán arquetas o registros cada ‘15 metros en los tramos rectos’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023) al igual que en los cambios direccionales y arranques de red para facilitar la monitorización de la red y esta

no tener tantos tramos rectos largos como especifica la normativa.

3.1.3. Desagües interiores

- Las tuberías deberían ser de polipropileno de espesor mínimo de 1,8mm.
- Todos los aparatos que supongan entradas de agua a la instalación, incluyendo cada aparato de cada baño (lavabo, inodoro, ducha) tendrán su propio cierre hidráulico para poder aislarlos de la instalación en caso de problema o mantenimiento.
- Solo se podrán usar diseños de botes sifónicos que no permitan el vaciado de este por sifonamiento. Además, todos los botes sifónicos tendrán cierres herméticos estancos al aire y agua para que no escapen olores i aguas captadas.

3.1.4. Cierres hidráulicos

- Todos los cierres hidráulicos deben ser autolimpiables de tal manera que el agua en sí que los atraviesa arrastre cualquier material en suspensión en el cierre como se ve en la Ilustración 1 (Ingeniería Valladares S.L., 2023). Deben también ser de fácil acceso y manipulables para poder ser revisados con facilidad.

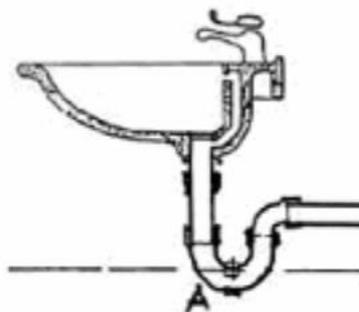


Ilustración 1 (Ingeniería Valladares S.L., 2023)

La ilustración proporciona una vista sobre el diseño y perfil de un cierre hidráulico esperado en una instalación de saneamiento.

- “la altura mínima de cierre hidráulico debe ser 50 mm, para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos. La altura máxima debe ser 100 mm. La corona debe estar a una distancia igual o menor que 60 cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón debe ser igual o mayor que el diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de Documento Básico HS Salubridad con comentarios HS 5 Evacuación de aguas. En caso de que exista una diferencia de diámetros, el tamaño debe aumentar en el sentido del flujo.” (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)
- El cierre hidráulico de estar lo más cerca posible de la fuente de agua de la que se encarga para minimizar la cantidad de tubo sucio y más vulnerable al ambiente.
- ‘No deben instalarse en serie para evitar un escenario de cebado.’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)
- Cuando se trate de aparatos con capacidad de bombeo propias como lavaplatos y lavadoras harán falta sifones individuales registrables para estos aparatos. Estos electrodomésticos no podrán compartir sifón.

3.2. Dimensionamiento de arqueta de bombeo

- La instalación tendrá una única arqueta de bombeo la cual tendrá dos bombas sumergibles, esta tendrá un sistema de arranque y paro automático dirigido mediante boyas de nivel mínimo y máximo en la arqueta. Las bombas estarán conectadas a un panel de control del edificio que así tendrá información sobre el rendimiento de las bombas y alarmas por paro o error en el funcionamiento de las bombas.
- El pozo debe estar conectado directamente al exterior del edificio para extraer gases que puedan producir en el tiempo que el agua pueda estar estacionaria en la arqueta. Específicamente, “El diámetro de la tubería de ventilación debe ser como mínimo igual a la mitad del de la acometida y, al menos, de 80 mm.” (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023). También debe ser completamente estanco para que el agua que llega al pozo no se pueda filtrar al suelo, lo que podría afectar el suelo debajo del edificio y por lo tanto sus cimentaciones. Además, la válvula entre la arqueta y la tubería que lleva el agua hacia la red de saneamiento municipal debe poder retener el agua que pueda caer desde la cota superior de la red de saneamiento.
- La caída del agua a la zona donde están las bombas en la arqueta debe estar dispuesta de manera que el agua no caiga directa sobre estas para que no puedan ser dañadas por el impacto del agua. Además, el fondo de la arqueta debe estar inclinada de manera que garantice que el agua fluirá y se acumulara dónde están las entradas de las bombas para que no se formen charcos y acumulaciones de agua no tratada en la arqueta. Además, “El caudal de cada bomba debe ser igual o mayor que el 125 % del caudal de aportación, siendo todas las bombas iguales” (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)
- Las bombas estarán conectadas al grupo de generación eléctrica del edificio en si además de la red pública para garantizar su funcionamiento en caso de fallo del suministro eléctrico.

- ‘La presión manométrica de las bombas se tomará como la diferencia de cotas geométrica entre el punto máximo al cual las bombas tienen que elevar el agua y el punto mínimo de la arqueta’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023) de bombea donde las bombas ‘recogen’ el agua del pozo.
- ‘El tramo de tubería horizontal desde la arqueta de bombeo hasta la conexión con la red de saneamiento municipal será dimensionado como cualquier otro tramo horizontal de la instalación’. (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)
- El número de arranques y paradas de las bombas en su operación será limitado a 12 veces por hora a través del dimensionamiento correspondiente de la arqueta. La bomba también deberá tener acceso a un caudal de aire igual al de desplazamiento de agua.
- La capacidad mínima del depósito vendrá dictada por:

$$Volumen_{min} = 0.3 * Qb [m^3]$$

Siendo Qb el caudal de la bomba en [m³/h]’

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

- Según la formula ‘ $V_n = \frac{1}{N_A} * \dot{Q}$ ’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

Siendo:

- V_N el volumen neto del depósito en m^3 .
- N_A la cantidad de veces que se va a parar y arrancar las bombas en una hora.
- \dot{Q} el caudal de aportación del conjunto de bombas en m^3/h .

Se dimensionará el depósito para respetar el límite de arranques y paradas que pueden realizar las bombas.

- Para calcular las dimensiones específicas del depósito se usará el diagrama de la Ilustración 2 (Ingeniería Valladares S.L., 2023).

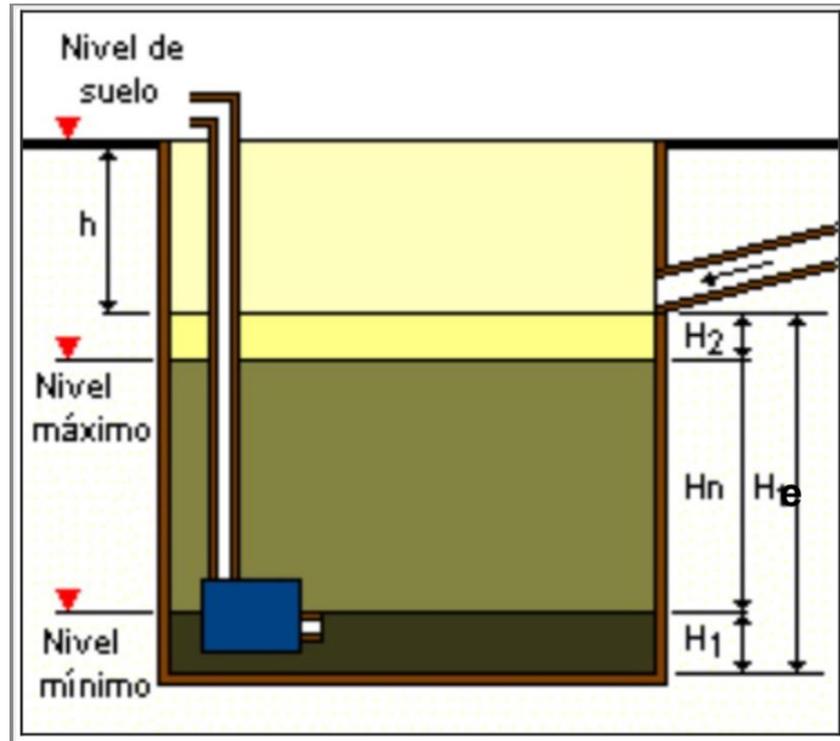


Ilustración 2 (Ingeniería Valladares S.L., 2023)

El diagrama muestra el perfil esperado de un pozo de bombeo de una instalación de saneamiento con las alturas relevantes para su diseño.

- La altura neta del depósito que va a ocupar el agua se puede calcular con:

$$H_N = \frac{V_N}{S}$$

Siendo S la superficie inferior del depósito en m^2 .

Esta altura dicta el nivel en el que se desea que esté el nivel del agua en todo momento, por lo que las boyas indicadoras de nivel y activadoras de las bombas se pondrán en la parte inferior y superior de H_N .

- Las dimensiones de la superficie del depósito serán dictadas por las dimensiones de las bombas y su posicionamiento en el fondo del pozo.
- Una vez calculada la altura neta del depósito se pueden conseguir las alturas H1, H2 y altura efectiva total He teniendo en cuenta los siguientes factores:
 - Debe dejarse una pequeña altura H1 para asegurarse de que la boca de la bomba este siempre sumergida para evitar que la bomba se estropee si se pusiese en funcionamiento sin agua en el pozo. También hay que dejar una pequeña altura entre la parte inferior de la tubería

que lleva al agua al pozo y el nivel superior previsto para el agua para prevenir posibles reflujos en la tubería al verter el agua en el pozo cuando este ya esté lleno.

$$H_e = H_1 + H_N + H_2$$

- La altura total HT del pozo será la suma de h y He, siendo la altura entre el bajo tubo que lleva agua al pozo y la parte inferior del acabado del edificio.

$$H_T = H_e + h$$

- El caudal de aguas sanitarias se hará a través del método de las Unidades de Descarga.
- También hará falta calcular el coeficiente de simultaneidad para dimensionar el pozo según la siguiente formula:

$$C_s = \frac{1}{\sqrt{N - 1}}$$

Siendo:

- C_s el coeficiente de simultaneidad.
 - N el número de aparatos sanitarios que tiene que cubrir la instalación.
- Si se asume N como el número de unidades de descarga UD se puede calcular el valor del caudal de aportación.

$$\dot{Q} = Q * C_s = 0.47 * UD_s * \frac{1}{\sqrt{UD_s - 1}}$$

Siendo:

- $Q = \text{caudal} = UD * \text{numero } UD_s$
- ' $UD = \text{unidad de descarga} = 0.47 [dm^3/s] = 0.47[l/s]$ ' (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

3.3. Dimensionamiento de equipo de bombeo

3.3.1. Parámetros de calculo

- Para determinar el caudal de bombeo esperado en la instalación se usará en particular la normativa UNE 12056. La normativa contempla varios sistemas con diferentes niveles de llenado de las tuberías, en este caso se usará el sistema 2 para el cual las tuberías tendrán un nivel de llenado del 70%, esto es para limitar el tamaño de las tuberías de los ramales de descarga de la instalación y así limitar gastos en diámetros mayores de lo necesario.
- Para determinar las unidades de descarga que tendrá que afrontar la instalación se utilizará la tabla 1:

Tabla 1

| Aparato sanitario | Sistema I | Sistema II | Sistema III | Sistema IV |
|---|-----------|------------|--------------|------------|
| | UD l/s | UD l/s | UD l/s | UD l/s |
| Lavabo, bidé | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Ducha sin tapón | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Ducha con tapón | 0,8 | 0,5 | 1,3 | 0,5 |
| Urinario con cisterna de agua | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,5 |
| Urinario con válvula de descarga de agua | 0,5 | 0,3 | – | 0,3 |
| Urinario de placa | 0,2* | 0,2* | 0,2* | 0,2* |
| Bañera | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 0,5 |
| Fregadero de cocina | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 0,5 |
| Lavavajillas doméstico | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 0,5 |
| Lavadora hasta 6 kg | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| Lavadora hasta 12 kg | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 |
| Inodoro con cisterna de 4,0 l | ** | 1,8 | ** | ** |
| Inodoro con cisterna de 6,0 l | 2,0 | 1,8 | 1,2 a 1,7*** | 2,0 |
| Inodoro con cisterna de 7,5 l | 2,0 | 1,8 | 1,4 a 1,8*** | 2,0 |
| Inodoro con cisterna de 9,0 l | 2,5 | 2,0 | 1,6 a 2,0*** | 2,5 |
| Sumidero de suelo DN 50 | 0,8 | 0,9 | – | 0,6 |
| Sumidero de suelo DN 70 | 1,5 | 0,9 | – | 1,0 |
| Sumidero de suelo DN 100 | 2,0 | 1,2 | – | 1,3 |
| * Por persona ** No permitido *** Depende del tipo (válido sólo para inodoros con sifón de aspiración) – no usado o no se dispone de datos | | | | |

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2001)

Tabla de equivalencias entre unidades de descarga y litros/segundo dependiendo del tipo de sistema aplicado.

- El caudal de aguas residuales se calculará con la siguiente formula, esta 'solo es válida para edificios en los que están conectados aparatos sanitarios domésticos' (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2001).

$$Q_{estimado} = K * \sqrt{\sum UDs}$$

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2001)

Siendo:

- K el coeficiente de frecuencia de uso.
- El coeficiente de frecuencia de uso correspondiente a una instalación de este tipo acorde a la Tabla 2 es de 0.5 al tener una residencia de estudiantes un uso más parecido al de una pensión o vivienda que al de una escuela.

Tabla 2

| Utilización de aparatos sanitarios | K |
|---|----------|
| Utilización irregular, por ejemplo, viviendas, pensiones, oficinas | 0,5 |
| Utilización frecuente, por ejemplo, hospitales, escuelas, restaurantes, hoteles | 0,7 |
| Utilización intensiva, por ejemplo en servicios y/o duchas publicas | 1,0 |
| Utilización especial, por ejemplo en laboratorios | 1,2 |

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2001)

Tabla de valores del coeficiente de frecuencia dependiendo del tipo de uso destinado de la instalación.

- Dado el enfoque del proyecto y que este está concentrado en edificios de tipo residencial o viviendas sociales se tomara un coeficiente de escorrentía de 0.4 como señala la Tabla 3.

Tabla 3

| Coberturas | C |
|---|----------|
| Calles (aceras y calzadas) (*) | |
| Pavimentos en espacios públicos | 0.9 |
| Vivienda unifamiliar, hasta 2 pisos (<OCUPACIÓN DE SUELO) | 0.6 |
| Vivienda unifamiliar, hasta 2 pisos (>OCUPACIÓN DE SUELO) | 0.65 |
| Vivienda unifamiliar con centro de manzana forestado | 0.57 |
| Viviendas multi - unidades, hasta 4 pisos | 0.7 |
| Viviendas multi - unidades, mas de 4 pisos | 0.75 |
| Viviendas multi - unidades con acera, centro de Mz. Y terraza verde | 0.48 |
| Residencial o suburbano | 0.4 |

(Chiarito, Zimmermann, & Zaquías., 2018)

Tabla de valores de coeficiente de escorrentía dependiendo del tipo de edificio en el que estará la instalación.

3.4. Calculo y dimensionamiento de la instalación

3.4.1. Pluviales

- El dimensionamiento de las tuberías que forman la red de aguas pluviales se hará a través de la Imagen 1 y la Tabla 4.

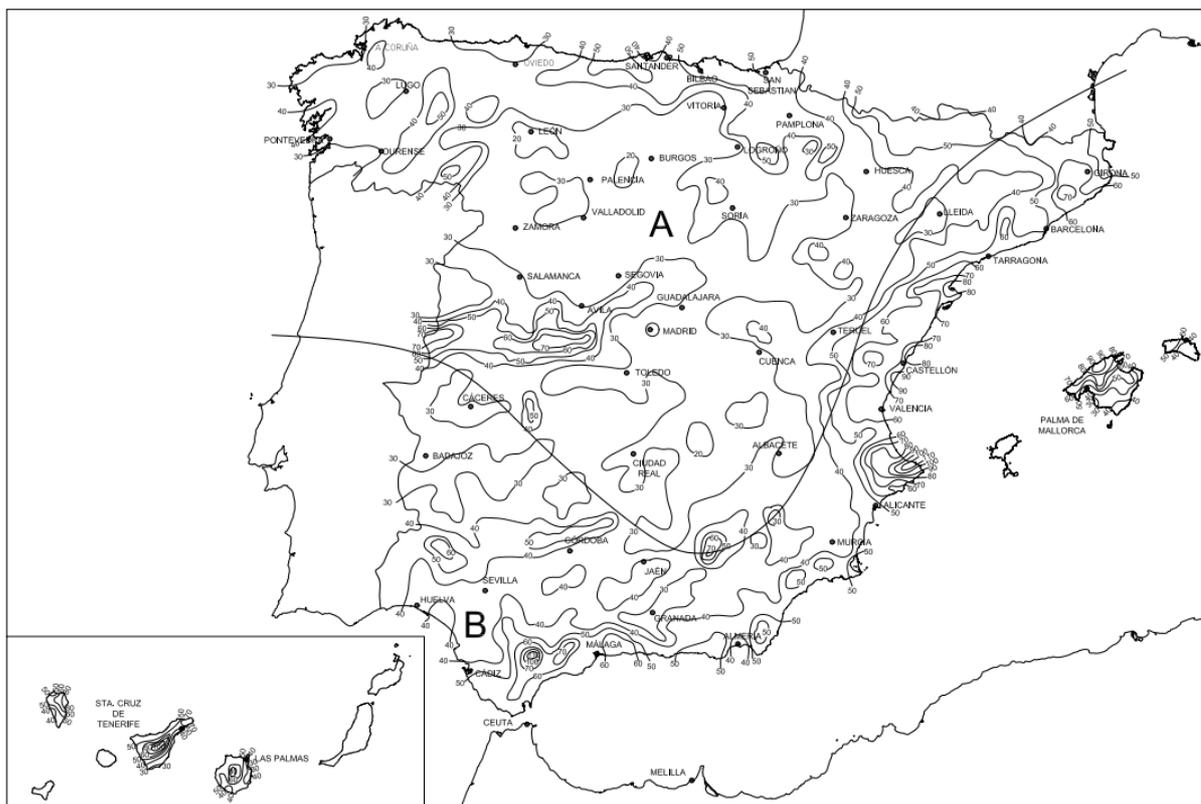


Imagen 1

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)
 Mapa de las zonas e isoyetas pluviométricas de España.

Tabla 4

| Intensidad Pluviométrica I (mm/h) | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Isoyeta | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
| Zona A | 30 | 65 | 90 | 125 | 155 | 180 | 210 | 240 | 275 | 300 | 330 | 365 |
| Zona B | 30 | 50 | 70 | 90 | 110 | 135 | 150 | 170 | 195 | 220 | 240 | 265 |

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)
 Tabla con los valores en intensidad pluviométrica correspondientes a isoyetas y zonas pluviométricas.

- La Tabla 5 se usará para dimensionar las bajantes de la red pluvial mientras que la Tabla 6 será para calcular los ramales horizontales de la red.

Tabla 5

| Diámetro nominal bajante (mm) | Superfici en proyección horizontal servida, m ² (lm = 100mm/h) | Superfici en proyección horizontal servida, m ² (lm = 90mm/h) |
|-------------------------------|---|--|
| 50 | 65 | 70 |
| 63 | 113 | 125.5 |
| 75 | 177 | 196.6 |
| 90 | 318 | 353.3 |
| 110 | 580 | 644.4 |
| 125 | 805 | 894.4 |
| 160 | 1544 | 1715.5 |
| 200 | 2700 | 3000 |

(Penelas, 2012)

Tabla con valores que pueden soportar diferentes diámetros de bajante pluvial en m² de superficie proyectada en 100mm/h y 90mm/h

Tabla 6

| Diámetro nominal del colector (mm.) | Superfici en proyección horizontal servida, m ² (lm = 100mm/h) | | | Superfici en proyección horizontal servida, m ² (lm = 90mm/h) | | |
|-------------------------------------|---|------|------|--|--------|--------|
| | Pendiente | | | Pendiente | | |
| | 1% | 2% | 4% | 1% | 2% | 4% |
| 90 | 125 | 178 | 253 | 138.9 | 197.8 | 281.1 |
| 110 | 229 | 323 | 458 | 254.4 | 358.9 | 508.9 |
| 125 | 310 | 440 | 620 | 344.4 | 488.9 | 688.9 |
| 160 | 614 | 862 | 1228 | 682.2 | 957.8 | 1364.4 |
| 200 | 1070 | 1510 | 2140 | 1188.9 | 1677.8 | 2377.8 |
| 250 | 1920 | 2710 | 3850 | 2133.3 | 3011.1 | 4277.8 |
| 315 | 2016 | 4589 | 6500 | 2240 | 5098.9 | 7222.2 |

(Penelas, 2012)

Tabla con valores de superficie pluviométrica que pueden soportar diferentes diámetros de colector pluvial.

3.4.2. Aguas residuales

- Ambas bajantes y tuberías horizontales utilizarán la siguiente tabla para relacionar los aparatos sanitarios que tienen que cubrir y la carga que estas imponen, se usará un sistema de unidad adimensional

Unidades de desagüe, igual al usado para el dimensionamiento del pozo de bombeo. Estas relaciones se pueden apreciar en la Tabla 7.

Tabla 7

| Tipo de aparato sanitario | | Unidades de desagüe UD | | Diámetro mínimo sifon, y derivación individual (mm) | |
|---|-------------------------------------|------------------------|-------------|---|-------------|
| | | Uso privado | Uso público | Uso privado | Uso público |
| Lavabo | | 1 | 2 | 32 | 40 |
| Bidé | | 2 | 3 | 32 | 40 |
| Ducha | | 2 | 3 | 40 | 50 |
| Bañera (con o sin ducha) | | 3 | 4 | 40 | 50 |
| Inodoro | Con cisterna | 4 | 5 | 100 | 100 |
| | Con fluxometro | 8 | 10 | 100 | 100 |
| Urinario | Pedestal | - | 4 | - | 50 |
| | Suspendido | - | 2 | - | 40 |
| | En batería | - | 3.5 | - | - |
| Fregadero | De cocina | 3 | 6 | 40 | 50 |
| | De laboratorio, restaurante, etc... | - | 2 | - | 40 |
| Lavadero | | 3 | - | 40 | - |
| Vertedero | | - | 8 | - | 100 |
| Fuente para beber | | - | 0.5 | - | 25 |
| Sumidero sifónico | | 1 | 3 | 40 | 50 |
| Lavavajillas | | 3 | 6 | 40 | 50 |
| Lavadora | | 3 | 6 | 40 | 50 |
| Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé) | inodoro con cisterna | 7 | - | 100 | - |
| | inodoro con fluxómetro | 8 | - | 100 | - |
| Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha) | inodoro con cisterna | 6 | - | 100 | - |
| | inodoro con fluxómetro | 8 | - | 100 | - |

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

Tabla con los valores equivalentes en cargas de desagüe de cada tipo de aparato sanitario.

- Se debe considerar que todos los aparatos son de uso privado salvo los que se sitúan en zonas comunes como las cocinas comunes, lavadoras, vertederos, etc.

3.4.2.1. Bajantes

- Las bajantes se dimensionarán con la Tabla 8, la cual relaciona la carga que afecta a una bajante en Unidades de drenaje con el diámetro necesario para transportar tal carga.

Tabla 8

| Diámetro mm. | Máximo número de Uds, para una altura de bajante de: | | Máximo número de Uds, en cada ramal para una altura de bajante de: | |
|--------------|--|------------------|--|------------------|
| | Hasta 3 plantas | Más de 3 plantas | Hasta 3 plantas | Más de 3 plantas |
| 50 | 10 | 25 | 6 | 6 |
| 63 | 19 | 38 | 11 | 9 |
| 75 | 27 | 53 | 21 | 13 |
| 90 | 135 | 280 | 70 | 53 |
| 110 | 360 | 740 | 181 | 134 |
| 125 | 540 | 1100 | 280 | 200 |
| 160 | 1208 | 2240 | 1120 | 400 |
| 200 | 2200 | 3600 | 1680 | 600 |
| 250 | 3800 | 5600 | 2500 | 1000 |
| 315 | 6000 | 9240 | 4320 | 1650 |

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

Tabla con los valores límites de carga en unidades de desagüe para diferentes diámetros de bajantes y ramales de aguas residuales según la altura de la bajante.

- Se debe recordar que al dimensionar las bajantes es preferible que se use el mismo diámetro en toda su altura, aunque sea necesario un mayor diámetro en plantas inferior que en las superiores.

3.4.2.2. Tuberías horizontales

- Los ramales de la red, las tuberías horizontales que conectan los aparatos a las bajantes y éstas a la red subterránea y el colector general del edificio, serán dimensionadas a través de la Tabla 9. Esta también relaciona la carga en unidades de drenaje con el diámetro de la tubería. Sin embargo, también proporciona la posibilidad de usar la pendiente de la tubería para disminuir el diámetro necesario. Al ser el edificio relativamente pequeño se puede usar una pendiente más acentuada sin superar los patinillos horizontales del edificio. Por lo tanto, se usarán pendientes del 2% para reducir costes de tubo.

Tabla 9

| Diámetro mm. | Máximo número de Uds | | |
|--------------|----------------------|-----------------|------|
| | 1% | Pendiente 2% | 4% |
| 32 | - | 1 | 1 |
| 40 | - | 2 | 3 |
| 50 | - | 6 | 8 |
| 63 | - | 11 | 14 |
| 75 | - | 21 | 28 |
| 90 | 47 | 60 | 75 |
| 110 | 123 | 151 | 181 |
| 125 | 180 | 234 | 280 |
| 160 | 438 | 582 | 800 |
| 200 | 70 | 1150 | 1680 |

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

Tabla con el máximo de carga en unidades de descarga que permite cada diámetro de ramal de aguas residuales para diferentes pendientes.

- En el caso de los colectores se usará una tabla muy similar (Tabla 10), pero con una pendiente del 4% a estos ser mayoritariamente subterráneos, donde el problema de caída de cota no es tan grave como en el caso de los ramales. Los colectores pueden contener mayor carga para la misma pendiente y diámetro de tubo porque el agua llega con menor presión y velocidad después de pasar por ramales y bajantes.

Tabla 10

| Diámetro mm. | Máximo número de Uds | | |
|--------------|----------------------|-----------------|-------|
| | 1% | Pendiente 2% | 4% |
| 50 | - | 20 | 25 |
| 63 | - | 24 | 29 |
| 75 | - | 38 | 57 |
| 90 | 96 | 130 | 160 |
| 110 | 264 | 321 | 382 |
| 125 | 390 | 480 | 580 |
| 160 | 880 | 1056 | 1300 |
| 200 | 1600 | 1920 | 2300 |
| 250 | 2900 | 3500 | 4200 |
| 315 | 5710 | 6920 | 8290 |
| 350 | 8300 | 10000 | 12000 |

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

Tabla con el máximo de carga en unidades de descarga que permite cada diámetro de colector de aguas residuales para diferentes pendientes.

3.4.3. Ventilación

3.4.3.1. Ventilación de bajantes

- “Deben tener un diámetro uniforme en todo su recorrido.” (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023). “El diámetro de la tubería de unión entre la bajante y la columna de ventilación debe ser igual al de la columna.” (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)
- ‘La columna de ventilación debe tener un diámetro de por lo menos la mitad del diámetro de la bajante a la que está conectada’. (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023). Además, la conexión superior de la ventilación que la abre a la atmosfera debe estar por lo menos 1 metro por encima de la última conexión a un aparato sanitario. También se debe respetar que el diámetro en la unión entre bajante y columna de ventilación debe ser el mismo al de esta.
- Al igual que para conseguir los diámetros de las tuberías verticales y horizontales de las aguas residuales, también se usa el sistema de unidades de carga UD para dimensionar las columnas de ventilación, como se ve en la Tabla 11.

Tabla 11

| Diámetro de la bajante (mm) | UD | Máxima longitud efectiva (m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | 9 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 60 | | | | | | | | | |
| 32 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 8 | 15 | 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 10 | 9 | 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 24 | 7 | 14 | 40 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 63 | 19 | 13 | 38 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 40 | 10 | 32 | 90 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 75 | 27 | 10 | 25 | 68 | 130 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 54 | 8 | 20 | 63 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | 65 | | 14 | 30 | 93 | 175 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 153 | | 12 | 26 | 58 | 145 | | | | | | | | | | | | | | |
| 110 | 180 | | | 15 | 56 | 97 | 290 | | | | | | | | | | | | | |
| | 360 | | | | 10 | 51 | 79 | 270 | | | | | | | | | | | | |
| | 740 | | | 8 | 48 | 73 | 220 | | | | | | | | | | | | | |
| 125 | 300 | | | | 6 | 45 | 65 | 100 | 300 | | | | | | | | | | | |
| | 540 | | | | | 42 | 57 | 85 | 250 | | | | | | | | | | | |
| | 1100 | | | | | 40 | 47 | 70 | 210 | | | | | | | | | | | |
| 160 | 696 | | | | | | 32 | 47 | 100 | 340 | | | | | | | | | | |
| | 1048 | | | | | | 31 | 40 | 90 | 310 | | | | | | | | | | |
| | 1960 | | | | | | | 25 | 34 | 60 | 220 | | | | | | | | | |
| 200 | 1000 | | | | | | | 28 | 37 | 202 | 380 | | | | | | | | | |
| | 1400 | | | | | | | 25 | 30 | 185 | 360 | | | | | | | | | |
| | 2200 | | | | | | | 19 | 22 | 157 | 330 | | | | | | | | | |
| | 3600 | | | | | | | 18 | 20 | 150 | 250 | | | | | | | | | |
| 250 | 2500 | | | | | | | 10 | 18 | 75 | 150 | | | | | | | | | |
| | 3800 | | | | | | | | 16 | 40 | 105 | | | | | | | | | |
| | 5600 | | | | | | | | 14 | 25 | 75 | | | | | | | | | |
| 315 | 4450 | | | | | | | | | 7 | 8 | 15 | | | | | | | | |
| | 6508 | | | | | | | | | 6 | 7 | 12 | | | | | | | | |
| | 9046 | | | | | | | | | 5 | 6 | 10 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 32 | 40 | 50 | 63 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 | | | | | | | | | |

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

Tabla con los valores de ventilación secundaria correspondientes a diferentes cargas y diámetros de bajantes de aguas residuales.

- La ventilación primaria de las bajantes consiste en una prolongación de la bajante en la cubierta que le corresponda. Esta ventilación no solo sirve para la bajante directamente conectada a la apertura a la atmosfera, pero también a bajantes que estén conectas a este tipo de bajantes, aunque ellas mismas no tengan conexión recta a cubierta. Además, un requerimiento extra en cuanto a la ventilación de bajantes es que ‘cuando la bajante mida más de 7 plantas, requerirá ventilación secundaria’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023). La ventilación secundaria consiste en una bajante de aire a paralela a la bajante de aguas residuales y se conecta a esta a un intervalo de una planta, y al principio del ramal de la bajante. Además, la ventilación secundaria se usa para la conexión entre la

bajante y los aparatos sanitarios que se conectan a ella cuando la bajante mide as de 7 plantas.

- ‘En el caso de conexiones a la columna de ventilación en cada planta, los diámetros de esta se obtienen en la Tabla 12 en función del diámetro de la bajante’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

Tabla 12

| Diámetro de la bajante (mm) | Diámetro de la columna de ventilación (mm) |
|------------------------------------|---|
| 40 | 32 |
| 50 | 32 |
| 63 | 40 |
| 75 | 40 |
| 90 | 50 |
| 110 | 63 |
| 125 | 75 |
| 160 | 90 |
| 200 | 110 |
| 250 | 125 |
| 315 | 160 |

(Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023)

Tabla de diámetros de ventilación secundaria para bajantes de aguas residuales.

3.5. Mantenimiento

Habrá que revisar periódicamente el estado de la instalación, verificando el estado de sumideros, sifones y cualquier entrada de agua a la red cuando se detecte un cambio inesperado en el caudal. Además, se deberá asegurar que siempre se mantendrán sumideros y sifones con agua para evitar la formación de malos olores y formación de defectos al estos ser autolimpiables con el caudal de agua. Con el fin de garantizar que no se formen gases mal olientes también se revisará regularmente que la red sigue siendo estanca y que no permite la fuga de agua ni de gases mal olientes. Esta estanqueidad se comprobará ‘cada 5 años’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023) como regula la normativa.

Acorde a la normativa vigente las bajantes por gravedad se revisarán y repararán si necesario ‘cada 6 meses’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023). En paralelo a la revisión de las bajantes bianual se debe revisar la limpieza de las tuberías del edificio ‘cada año’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023), y ser limpiadas a mano en el caso de que se hayan producido atrancos o formaciones que no vayan a ser autolimpiadas por el caudal esperado de la tubería. Otra operación de mantenimiento a ‘completar de manera anual’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023) es la limpieza y revisión de entradas de agua al sistema de saneamiento.

Los filtros del pozo de bombeo se revisarán ‘cada 6 meses’ con ‘limpieza y/o sustitución cada año’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023).

Finalmente, se deberá revisar el correcto funcionamiento de todos los sistemas de control electrónico y automatismos (como el sistema de activación de las bombas del pozo de bombeo) ‘cada 2 años’ (Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana, 2023).

4. Parámetros del calculo

En este capítulo, se explica los parámetros y formulación específica del código usados en el diseño del código en sí. De esta manera el capítulo busca a demostrar el funcionamiento del código y como trata la información que introduce el usuario para luego devolver la información relevante deseada en la función elegida.

4.1 Cálculo de aguas pluviales.

- Para el cálculo de aguas pluviales el programa toma los parámetros introducidos por el usuario en cuanto a la carga pluviométrica esperada. Esto se consigue a través de la isoyeta donde estará el edificio y la zona de la península donde estará a través del sistema que se puede ver en la Imagen 1 y Tabla 4.

4.1.1. Bajantes pluviales

- Al calcular las bajantes pluviales el programa necesita que el usuario introduzca el número de bajantes de las que va a disponer la instalación para el drenaje de aguas pluviales. Esto es necesario para determinar cuanta superficie va a tener que cubrir cada bajante, y por lo tanto la carga pluviométrica de cada una.
- Para dimensionar cada bajante el programa usa el reglamento establecido y usa una equivalencia de carga pluviométrica a superficie servida.

$$\text{factor de corrección} = \frac{\text{Intensidad pluviométrica} \left[\frac{\text{mm}}{\text{h}} \right]}{100}$$

$$\text{superficie equivalente} = \text{factor de corrección} * \text{superficie real} [\text{m}^2]$$

- Con la carga pluviométrica total a cubrir el programa divide la cantidad de carga que cada bajante tiene que cubrir según el dato introducido por el usuario.

$$\text{superficie de bajante} = \frac{\text{superficie equivalente}}{\text{numero de bajantes}}$$

- Una vez realizados estos cálculos el programa simplemente devuelve el diámetro de bajante mínimo necesario que pueda con la carga que le corresponde. El programa asume que se puede dividir la carga pluviométrica de manera lineal. Esto no supone un problema porque, aunque los edificios no suelen tener una forma simétrica perfecta a nivel de posicionamiento de patinillos o forma del edificio, este desnivel de carga local se puede remediar a través de una disposición de los colectores que redistribuyan el agua colectada de manera uniforme a las bajantes disponibles.

4.1.2. Colectores pluviales

- A la hora de calcular el diámetro de los colectores pluviales, el dimensionamiento del tramo final que se conecta a la bajante sigue la misma secuencia de cálculos y métodos que el cálculo de bajantes pluviales. Esto se debe a que el tramo final del colector y la bajante tendrán que lidiar con la misma carga total pluviométrica.
- Sin embargo, el programa también ayuda al usuario a dimensionar tramos de los colectores anteriores o las pendientes necesarias en estos. Para calcular los tramos de colector más cercanos a los sumideros el usuario tiene que aproximar la superficie a la que sirve ese sumidero y señalando que tiene una sola bajante, o un solo recipiente para ese tramo de colector se puede dimensionar cualquier tramo de la red de colectores pluviales.
- Para calcular la pendiente del colector, el programa intenta que sea lo más empinado posible para facilitar el tránsito del agua, siempre y cuando la caída total de cota que genera está pendiente no supere el medio metro. Esto se debe a que los falso techos del edificio y particularmente el techo del edificio contienen muchas más instalaciones que solo la de saneamiento, y tiene que haber sitio para que todas funcionen correctamente. El programa parte de una pendiente sea del 2%, pero si el camino total del colector es mayor de 25 metros, tendrá que pasar a ser

de 1%, lo cual también es más que suficiente para garantizar el adecuado flujo del agua recogida.

$$\text{Longitud máxima de colector} = \frac{0.5}{0.02}$$

- Si la longitud total del colector desde el sumidero conectado más lejano y la bajante es de más de 50 metros, entonces, el usuario deberá introducir más bajantes repartidas por la cubierta del edificio para no superar la máxima caída de cota. El programa de esta manera protege al usuario de tener un brazo colector de pendiente no continua, lo cual no está permitido según la regulación vigente. Sin embargo, introduciendo los datos apropiados, el usuario sí que podrá tener una mayor pendiente en otro brazo colector en la misma planta con tal de que desde que la pendiente se mantenga constante desde el sumidero más distante de la bajante y esta.

4.2. Cálculo de aguas residuales.

- El cálculo de las tuberías de aguas residuales es similar al cálculo de aguas pluviales en cuanto a que el usuario tiene que introducir los datos de carga esperada de la tubería. Sin embargo, en el caso de las aguas residuales el usuario introduce el número de aparatos sanitarios de los tipos que se pueden observar en la Tabla 7 que vierten a la bajante, ramal, o colector.

4.2.1. Bajantes residuales

- Para calcular la carga que sirve a cada bajante el usuario tiene que haber primero decidido como repartir las bajantes en la instalación acorde a los patinillos y espacios disponibles para estas. El programa luego diferencia las bajantes que necesitan ventilación secundaria de las que no dependiendo de si miden más de siete plantas o no tal y como estipula el reglamento. En el caso de que, si necesita esta ventilación secundaria, el programa no solo devuelve el diámetro de la bajante, sino que también indica el diámetro de la bajante de ventilación que corresponde según regulación como se puede observar en la Tabla 12. Otra consideración

relacionada a la altura que el programa tiene en cuenta es que la altura de la bajante no solo afecta el hecho de si necesita ventilación secundaria o no. Como señala la regulación vigente a través de la tabla de la Tabla 8, esta indica que la capacidad de una bajante de aguas residuales cambia si tiene más o menos de 3 plantas de altura total.

- Para convertir los datos de numero de diferentes aparatos sanitarios el programa usa la Tabla 7 y se equivalen los datos introducidos a un valor total de unidades de desagüe mediante la siguiente formula:

$$CD = 2 * L + 3 * D + 5 * I + 6 * F + 8 * V + 6 * LD + 6 * LP$$

Donde:

-CD=Carga desagüe

-L=Lavabos

-D=Duchas

-I=Inodoros de cisterna

-F=Fregaderos

-V=Vertederos

-LD=Lavadoras

-LP=Lavaplatos

- Una vez obtenido un valor total para la carga de desagüe el programa selecciona el diámetro mínimo suficiente que pueda con la carga estipulada.
- El programa también tiene que tomar en cuenta otra condición impuesta por la regulación, y esto es que ninguna bajante puede ser de menor diámetro que la conexión necesaria para los aparatos sanitarios a los que sirve, los cuales se pueden observar en la Tabla 7. Esto quiere decir que sea cual sea la carga de desagüe total que le llegue a la bajante, si está conectada a un inodoro, por ejemplo, debe tener un diámetro mínimo de 110mm al este ser el diámetro de desagüe de un inodoro. Este es un factor que el usuario debería tener en cuenta al diseñar la red de saneamiento, dado que, si por ejemplo una bajante tuviese por ejemplo únicamente un inodoro y lavabo de servicio, en lugar de tener una tubería de pequeño

diámetro, deberá tener un diámetro mínimo de 110mm, lo cual supone un malgasto de material y espacio en la instalación.

4.2.2. Ramales residuales

- A la hora de dimensionar los ramales de aguas residuales, el programa sigue un procedimiento muy similar al seguido en el cálculo de bajantes residuales. Igual que para las bajantes, el usuario debe introducir el número de aparatos sanitarios que vierten al ramal, con la equivalente carga de desagüe calculada según la formula:

$$CD = 2 * L + 3 * D + 5 * I + 6 * F + 8 * V + 6 * LD + 6 * LP$$

Donde:

CD=carga de desagüe

L=Lavabo

D=Duchas

I=Inodoros de cisterna

F=Fregaderos

V=Vertederos

LD=Lavadoras

LP=Lavaplatos

- Una vez calculada la carga de desagüe total del ramal, el programa calcula el diámetro de ramal mínimo necesario según las tablas 10 y 11 para poder transportar la carga de desagüe hasta la bajante a la que conecte. Igual que para las bajantes, el programa también toma en cuenta el hecho de que las cargas permitidas por ramal dependen de la altura de la bajante a la que vierten, un dato que el usuario debe introducir. Al igual que para las bajantes, aquí también influye la regla que ningún ramal puede ser de menor diámetro que el diámetro de los aparatos sanitarios que vierten a él. Además, dado que los ramales de desagüe de aguas residuales se sitúan normalmente en los falso techos mas ocupados y complejos del edificio, como los de las habitaciones, por donde deben también pasar todas las otras instalaciones se ha establecido una pendiente continua del

1% para minimizar la complejidad de instalación de los espacios de falso techo.

4.2.3. Colectores residuales

- El cálculo de colectores de aguas residuales se parece al cálculo de las otras tuberías de aguas residuales, pero también incluye un concepto y parámetro ya mencionado en el dimensionamiento de los colectores pluviales. Igual que en el cálculo de bajantes y ramales de aguas residuales, el programa convierte el número total de dispositivos sanitarios que vierten a él en una carga de desagüe equivalente según la siguiente fórmula:

$$CD = 2 * L + 3 * D + 5 * I + 6 * F + 8 * V + 6 * LD + 6 * LP$$

Donde:

CD=carga de desagüe

L=Lavabo

D=Duchas

I=Inodoros de cisterna

F=Fregaderos

V=Vertederos

LD=Lavadoras

LP=Lavaplatos

- Como en las anteriores funciones, una vez calculada la carga de desagüe equivalente que vierte al colector, el programa devuelve diámetro mínimo necesario para poder transportar esta carga según indicada la regulación en la Tabla 10.
- Los colectores también tienen la condición de tener un diámetro mayor al de los aparatos que vierten a él, pero dado que toda el agua del edificio vierte a ellos, es muy poco común que esto sea un problema y condición que defina el diámetro del colector ya que siempre tendrán una carga total de desagüe mucho mayor a los ramales. Además, dado que los colectores suelen estar en falso techos o espacios más despejados, ya sea en plantas

subterráneas o sótanos donde no hay tantas instalaciones con las que lidiar, los colectores pueden tener diferentes pendientes para poder minimizar el diámetro de tubería necesario. Lo cual viene definido por la siguiente fórmula:

$$\text{longitud máxima de colector de fecales} = 1/0.02$$

- Esta fórmula quiere decir que, si el colector es de menos de 50 metros, se podrá usar una pendiente del 2% en lugar de 1%. Sin embargo, dado que la carga que entra a los colectores viene a través de otros colectores o ramales con mucha carga después de haber recogido el agua de varias bajantes, el usuario puede usar el programa para redimensionar cada tramo de colector individualmente, en lugar de fijar el máximo diámetro que será necesario en el último tramo de colector y usar ese para toda su longitud. Esto último evitara ineficiencias como el tener un diámetro necesario para por ejemplo tres mil unidades de desagüe para un tramo de cinco metros al que solo vierte una bajante que lleva 200 unidades de desagüe.

4.3. Dimensionamiento de pozo de bombeo.

- Parte del dimensionamiento del pozo de bombeo es similar al dimensionamiento de aguas residuales y pluviales en cuanto a que el tamaño y capacidad de este depende de los datos de demanda de desagüe que pida el usuario. La capacidad del pozo depende de la suma de caudales de aguas pluviales y residuales esperadas en el sistema con un coeficiente de simultaneidad para mejor simular el hecho de que las cargas de agua no ocurrirán todas a la vez, de esta manera se evita sobredimensionar el pozo para una demanda irreal.
- El método de cálculo para las aguas residuales esperadas en el pozo es muy similar al método usado en anteriores apartados, primero el programa pide al usuario la cantidad total de aparatos sanitarios que vierten al pozo, esta carga total es calculada según regulación vigente a través de la Tabla 1 es luego

recalculada a una carga equivalente de simultaneidad por las razones mencionadas anteriormente.

$$CR = 0.3 * L + 0.5 * D + 1.3 * S + 2 * I + 0.5 * F + 0.5 * V + 0.5 * LD + 0.2 * LV$$

Donde:

CR=Carga residual en unidades de descarga

L=Lavabos

D=Duchas

S=Sumideros

I=Inodoros

F=Fregaderos

V=Vertederos

LD=Lavadoras

LV=Lavadoras

$$CAR = UD * CR * \frac{K}{\sqrt{CR - 1}}$$

Donde:

CAR=Caudal de aguas residuales [l/s]

UD=0.47=Equivalente de unidad de descarga en [l/s]

K=0.5=coeficiente de simultaneidad

- El cálculo del caudal equivalente de las aguas pluviales sigue un similar proceso en el que usuario introduce la superficie total que vierte al pozo y la isoyeta y zona correspondientes al edificio, pero más sencillo dadas las características de estas aguas al ser de más simple proceso. La medición de intensidad de carga pluviométrica obtenida en la Tabla 4 ya incluye la consideración de simultaneidad. Sin embargo, como indica la regulación mencionada en el apartado 3.1 para el cálculo del caudal de aguas pluviales se debe incluir un coeficiente de escorrentía correspondiente al tipo de edificio esperado que toma en cuenta la cantidad de agua que se vierte naturalmente a la calle directamente en lugar de ir por la instalación.

$$CAP = SUP * INT * KE$$

Donde:

CAP=Caudal equivalente de aguas pluviales [l/s]

SUP=Superficie total que vierte al pozo

INT=Intensidad

KE=0.4=coeficiente escorrentía

- Una vez calculados los caudales equivalentes de aguas residuales y pluviales esperadas en pozo, estas se suman para poder dimensionar la capacidad del pozo.

$$CAT = CAP + CAR$$

Donde:

CAT=Caudal total de aguas que vierten al pozo [l/s]

- El volumen neto del depósito no corresponde directamente al caudal total de agua esperado en él dado que durante el vertido de aguas las bombas del pozo estarán en funcionamiento cuando el nivel del agua rebose el límite de activación de estas. Esto quiere decir que el pozo se dimensionara acorde al número esperado de veces que las bombas se podrán poner en funcionamiento y parada en el espacio de una hora como es indicado en el apartado 3. Para realizar este cálculo, el programa primero pasa el caudal total equivalente obtenido anteriormente a metros cúbicos por hora dado que no es cómodo medir el número de veces que se puede encender y parar las bombas en segundos.

$$CATH = CAT * \frac{3600}{1000}$$

Donde:

CATH=Caudal de aportación [m^3/h]

$$Vn = \frac{CATH}{N}$$

Donde:

Vn=Volumen neto del pozo en m^3 .

$N=12$ =veces que las bombas se pueden encender y parar en 1 hora.

- Para calcular la profundidad del pozo, el programa necesita que el usuario introduzca la sección que desea para el pozo, a partir de este dato, el programa calcula la profundidad neta que tendrá el pozo. A esta profundidad neta el programa sumara dos alturas mínimas para determinar la profundidad total del pozo por debajo del nivel al que llega el agua al depósito de recepción. Una altura mínima de detección de las bombas para asegurarse que estas estarán sumergidas y así no correr el riesgo de estropearlas aspirando aire en lugar de agua. Una segunda altura mínima de recepción de agua debajo de la entrada de agua al depósito para garantizar que no habrá retorno de agua desde el pozo hacia la instalación.

$$AN = Vn/SP$$

$$AE = AN + AMB + AMR$$

Donde:

AN=Altura neta del pozo en [m]

SP=Sección pozo en [m^2]

AE=Altura efectiva en [m]

AMB=0.1=Altura mínima de captación de las bombas en [m]

AMR=0.2=Altura mínima de recepción de agua en [m]

- Esta altura efectiva del pozo marca la profundidad del pozo por debajo del nivel del agua al verter al pozo de bombeo. Además, el programa calcula la altura a la que llega el agua al depósito dado que el usuario debe introducir la distancia entre la bajante o sumidero mas lejano del pozo. Dado que el pozo de bombeo se sitúa debajo de los sótanos del edificio la instalación puede tener una mayor pendiente que en otras plantas, está pendiente también es introducida por el usuario. Sin embargo, tiene que tener en cuenta que, aunque la mayor pendiente facilita el flujo de las grandes cantidades de agua residuales y pluviales esperadas en el sótano, cuanto más pendiente desee el usuario, más profundo tendrá que ser el pozo, lo que implica mayores costes de excavación para construir el pozo de bombeo.

$$CE = \frac{P}{100} * LO + AF$$

Donde:

CE=Cota entrada del agua en [m]

P=Pendiente de tuberías en el enterrado del sótano introducida por el usuario en [%]

AF=0.25=Cota de sumideros y bajantes al pasar por el codo inferior en el sótano inferior [m]

- Una vez obtenida la cota de entrada del agua al pozo el programa procede a calcular la profundidad total del pozo por debajo del acabado del suelo del sótano inferior.

$$PT = CE + AE + AC$$

Donde:

PT=Profundidad total del pozo por debajo del acabado [m]

AC=0.1=Altura del acabado [m]

- Para facilitar la modificación de las características del pozo el programa no solo devuelve la profundidad total del pozo, sino que también señala los valores de altura neta y efectiva del pozo, su volumen neto, y la cota de entrada del agua al verter al pozo. De esta manera el usuario puede identificar más fácilmente la causa del resultado obtenido y así modificar algunas características para obtener un dimensionamiento más acorde a los parámetros o condiciones necesarias de la obra en su conjunto en relación con el pozo de bombeo. Por ejemplo, si la cota de entrada del agua pozo es demasiado profunda con una pendiente excesiva el usuario puede fácilmente identificar esto como un problema remediable. En este ejemplo, una entrada de agua demasiado profunda no solo llevara a mayores gastos de obra y excavación, pero también a un sobredimensionamiento de las bombas que deberán tener más potencia para bombear agua desde su posición a alturas más altas de lo necesarias para llegar al colector municipal.

5. Diseño de un código de apoyo al cálculo

Este capítulo trata de describir los flujos del programa para cada función que abarca describiendo que datos toma, como los manipula, y los resultados que luego devuelve al usuario.

El código toma como entradas del usuario los datos básicos de demanda que impone el edificio o construcción a la instalación de saneamiento a diseñar. Estos se reducen a dos tipos, aguas pluviales que dependen de la superficie en cubierta del edificio, el emplazamiento geográfico de este, y el tipo de superficie que se puede esperar en la cubierta de la construcción. El segundo tipo de aguas son las residuales, estas provienen de los dispositivos sanitarios del edificio y del drenaje interno que se pueda esperar en cocinas, cuartos húmedos, o garajes. A partir de estos datos de entrada y la sección de la instalación que el usuario desea dimensionar (bajantes, ramales, colectores, o pozo de bombeo) el programa procede a dimensionar la sección elegida a través de las formulas y normativas mencionadas en los capítulos 3 y 4.

- Diagrama de flujo para bajantes pluviales:

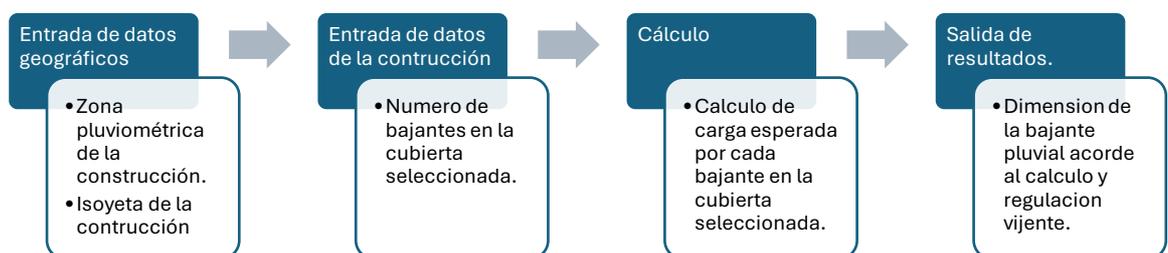


Ilustración 3

Diagrama de flujo del programa para el cálculo de bajantes de aguas pluviales.

Como se puede observar en la Ilustración 3, el programa toma primero los datos geográficos de la instalación, los cuales no pueden ser cambiados por el usuario y son independientes al diseño de la instalación de saneamiento en sí. Segundo, el usuario debe introducir el número de bajantes que desea tener debajo de la cubierta para drenar el agua pluvial, este dato sí que puede ser modificado por el usuario si tiene un problema con las dimensiones que resultan, cuantas más bajantes, más pequeñas estas serán. Una vez introducidos estos datos el programa procede a dimensionar las bajantes dividiendo la carga total de manera igual entre todas las bajantes, devolviendo el tamaño de estas para los parámetros introducidos por el usuario.

- Diagrama de flujo para colectores pluviales:

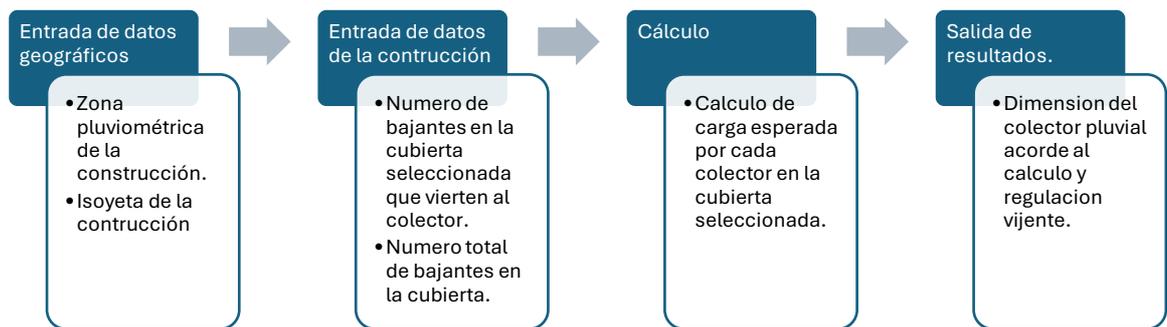


Ilustración 4

Diagrama de flujo del programa para el cálculo de colectores de aguas pluviales.

El diagrama de flujo para el colector de aguas pluviales es muy similar al de las bajantes pluviales, esto se debe a que el colector depende de la carga que proviene de las bajantes que vierten en él. Esto quiere decir que igual que para las bajantes el programa empieza pidiendo información sobre la carga pluvial total esperada para el edificio. Sin embargo, además de dividir la carga total entre el número total de bajantes, el programa también pide el número de bajantes que vierten al colector que desea

calcular el usuario para saber la carga pluviométrica que vierte a ese tramo de colector. Una vez tiene estos datos el programa dimensiona el tramo de colector indicado y devuelve su diámetro y la carga que tiene el tramo, de esta manera el usuario puede decidir si tener más colectores y mejor distribuir la carga de cada colector.

- Diagrama de flujo para bajantes residuales:

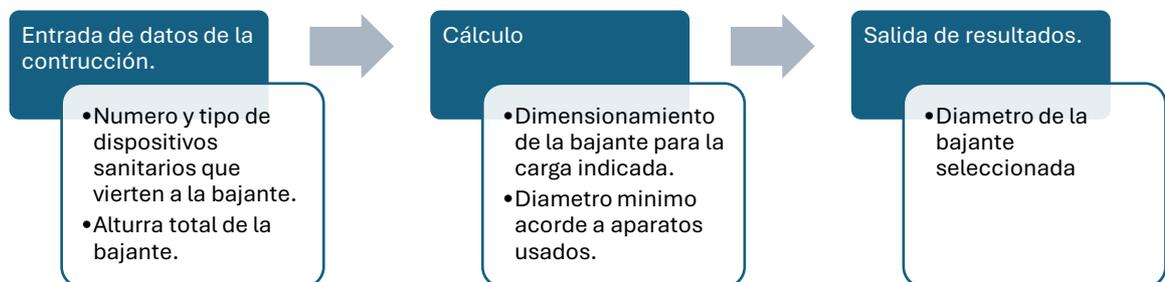


Ilustración 5

Diagrama de flujo del programa para bajantes de aguas residuales.

Como indica la ilustración, el programa empieza solicitando los datos de carga de agua residual que vierten a la bajante, así como la altura de esta al este ser un factor importante en el dimensionamiento de la bajante como se puede observar en capítulos anteriores. Una vez tiene estos datos de entrada el programa dimensiona la bajante residual acorde a las capacidades máximas establecidas para las diferentes alturas de bajante de aguas residuales. El programa también tiene en cuenta la condición de diseño que determina que la bajante no puede ser de menor diámetro que el mayor diámetro de desagüe de los aparatos sanitarios que vierten a ella. Para esta función el programa devuelve el diámetro de la bajante, el diámetro de la tubería de ventilación secundaria si

esta es necesaria, así como la carga que fluye por la bajante para que el usuario pueda verificar si que la carga indicada sea la que esperaban.

- Diagrama de flujo para colectores residuales:

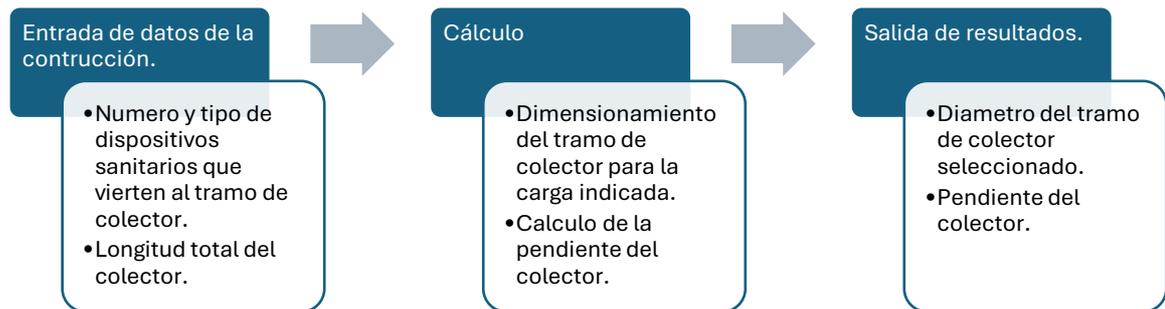


Ilustración 6

Diagrama de flujo del programa para el cálculo de colectores de aguas residuales.

Como describe la Ilustración 6, el programa sigue un similar flujo para el cálculo de colectores residuales que el usado para las bajantes. Primero el usuario debe introducir el número total de aparatos sanitarios que vierten al tramo de colector que desea calcular el usuario. Segundo, el programa calcula el diámetro apropiado para la carga indicada. Además, el programa también usa la longitud total del colector para decidir y calcular la pendiente que debe tener el colector, esto es importante dado el hecho que dependiendo de la pendiente del tramo de colector en cuestión el diámetro necesario se verá afectado, cuanta mayor pendiente, menor diámetro requerido al haber menor retención de fluidos en la tubería. Por último, el programa indica el diámetro necesario en el tramo de colector necesario, así como la pendiente recomendada para la longitud total de colector indicada.

- Diagrama de flujo para ramales residuales:

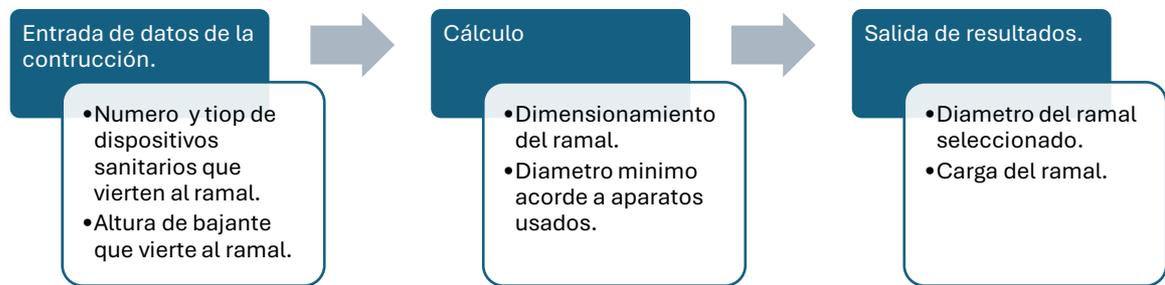


Ilustración 7

Diagrama de flujo del programa para el cálculo de ramales de aguas residuales.

Como muestra la Ilustración 7, esta función también sigue un diagrama de flujo similar a los otros, aunque con unas diferencias en relación con el proceso de cálculo del colector de aguas residuales. Al igual que en el anterior proceso, el programa empieza solicitando el número y tipo de aparatos sanitarios que vierten por el ramal, pero también requiere la altura de la bajante a cuál vierte el ramal. Esto se debe a que cuanto menos alta sea la bajante más capacidad podrá tener el ramal para el mismo diámetro de tubería. El programa luego dimensiona el ramal con esto último en cuenta, al igual que incluye la consideración que dicta que el ramal no puede ser de menor diámetro que el mayor diámetro de desagüe de aparato sanitario que vierte a él. Finalmente, el programa devuelve el diámetro del ramal, así como la carga de agua que pasa por el para que el usuario pueda comprobar que la carga indicada sea coherente con lo que esperaba.

- Diagrama de flujo para pozo de bombeo:

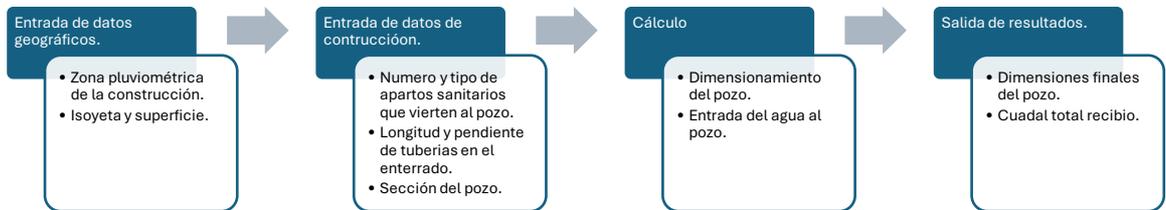


Ilustración 8

Diagrama de flujo del programa para el dimensionamiento del pozo de bombeo.

Como se puede observar en el diagrama de flujo de la Ilustración 8, el programa comienza pidiendo una gran variedad de datos del pozo de bombeo que desea diseñar el usuario. Primero el programa solicita los datos geográficos que no puede cambiar el usuario para calcular la cantidad de aguas pluviales que recibirá el pozo. Segundo, el programa no solo solicita todos los aparatos sanitarios para calcular el caudal total de aguas residuales que vierten al pozo, pero también la longitud entre el sumidero o bajante más lejano del pozo y el pozo en el plano del enterrado del último sótano, pendiente que desea tener el usuario en el enterrado y sección de la planta del pozo. Tercero, una vez tiene estos datos el programa calcula el caudal total de agua que recibirá el pozo, una vez tiene este dato puede calcular las dimensiones exactas y necesarias con la sección del pozo para que este pueda funcionar de manera segura y conforme a regulaciones mencionadas en capítulos anteriores. Además, para poder proporcionar un dimensionamiento completo del pozo el programa también usa los datos de longitud y pendiente solicitados para calcular la altura de la entrada del agua al pozo, para poder calcular precisamente la altura total necesaria en el pozo para poder el volumen requerido por debajo de la entrada de agua. Por último, al ser el pozo de gran

importancia y este tener varias características claves para su correcto dimensionamiento el programa devuelve numerosos datos sobre sus características calculadas. El programa devuelve los caudales totales de aportación de aguas pluviales y residuales, el volumen neto del pozo, su altura neta, altura efectiva, cota de entrada del agua, y altura total del pozo con y sin acabado. Con estos datos el usuario puede observar si alguno no se ajusta a lo que se esperaba o que es lo que se debería cambiar, por ejemplo, si el pozo tiene gran profundidad por un sumidero muy lejano el usuario podría verlo en los resultados del programa y luego proceder a ajustar la instalación para aliviar el efecto del sumidero.

6. Aplicación al diseño de una red de saneamiento

En este capítulo se trata de hacer un caso de estudio comparativo entre el funcionamiento del programa comparado con los resultados conseguidos a través de otros programas de cálculo y dimensionamiento de instalaciones de saneamiento. Además, también se busca a explicar el funcionamiento del programa y como lo puede usar un futuro usuario.

6.1. Caso de validación del programa.

Ya que existen otros programas de cálculo para instalaciones de saneamiento, es necesario comparar los resultados que estos dan en comparación con el programa producido. Como ha sido mencionado anteriormente, el principal beneficio del código es que ofrece una herramienta de dimensionamiento simple, rápida, y transparente para que el usuario pueda comprobar las dimensiones de diferentes partes de la instalación sin tener que rediseñar esta. Sin embargo, para poder confirmar que el programa puede ser usado como método de comprobación es necesario verificar que efectivamente el código devuelve los mismos resultados o similares que otros programas de cálculo, en este caso se usara CypeCAD. Para estudiar las diferencias entre los resultados de ambos programas se usarán las dimensiones que proporcionan para un ramal de aguas residuales, y una bajante de aguas residuales. Ambos programas se rigen a las mismas regulaciones estipuladas en la normativa H.5 sobre el diseño de instalaciones de saneamiento.

- Dimensionamiento de bajantes de aguas residuales.

La bajante de aguas residuales a comparar conduce el agua de un baño y cocina por cada planta sobre una altura de 4 plantas, sin llegar a incluir la planta más baja.

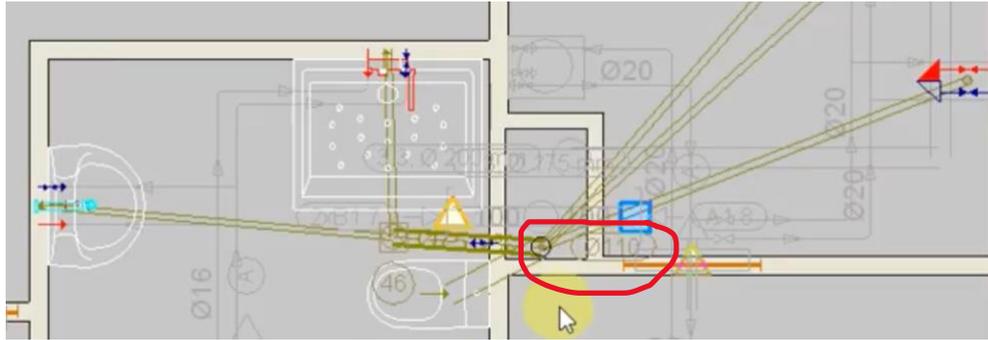


Ilustración 9 (Montes, 2020)

Ilustración de la primera planta de un edificio con resultados de la bajante conseguidos con CypeCAD.

Como se puede ver en la ilustración, CypeCAD devuelve un diámetro de bajante de 110mm para una carga total de 3 duchas, inodoros, lavabos, fregaderos, lavadoras, y lavaplatos. Durante el uso de este programa el usuario diseña toda la red y a la hora del cálculo el programa detecta que aparatos vierten a la bajante y dimensiona esta misma automáticamente. Esto contrasta con el funcionamiento del código de este proyecto, donde el usuario simplemente necesita introducir los aparatos que vierten a la bajante.

| Descripción | Ejemplo | Su Valor |
|------------------------|---------|----------|
| Plantas | 5 | 4.0 |
| Duchas | 2 | 3.0 |
| Inodoros | 3 | 3.0 |
| Lavabos | 4 | 3.0 |
| Fregaderos | 1 | 3.0 |
| Vertederos | 0 | 0.0 |
| Lavadoras | 1 | 3.0 |
| Lavaplatos | 1 | 3.0 |
| Descripción | | Valor |
| Plantas | | 4.0 |
| Carga de Bajante (UDs) | | 84.00 |
| Diámetro Nominal (mm) | | 110 |

Salida 1

Salida de datos del programa para una bajante de aguas residuales de las mismas características que en la Ilustración 9.

Como se puede observar en la Salida 1, ambos programas devuelven los mismos resultados, aunque lo consigan a través de procesos, particularmente en el formato de entrada de datos de carga por el usuario muy diferentes. Estos resultados resaltan el uso que tiene el código, particularmente a la hora de tener que hacer modificaciones, este

puede ser usado para comprobar el impacto que tendría mover las conexiones de ciertos aparatos sanitarios a otras bajantes, sin tener que modificar el dibujo inicial, lo cual representa un gran ahorro de tiempo.

- Dimensionamiento de ramales de aguas residuales.

El ramal de aguas residuales que se va a usar de ejemplo conecta directamente a la bajante mencionada anteriormente, con una carga idéntica pero también incluyendo los aparatos sanitarios de la primera planta, donde termina la bajante, lo cual supone una carga total de 4 duchas, inodoros, lavabos, fregaderos, lavadoras, y lavaplatos.

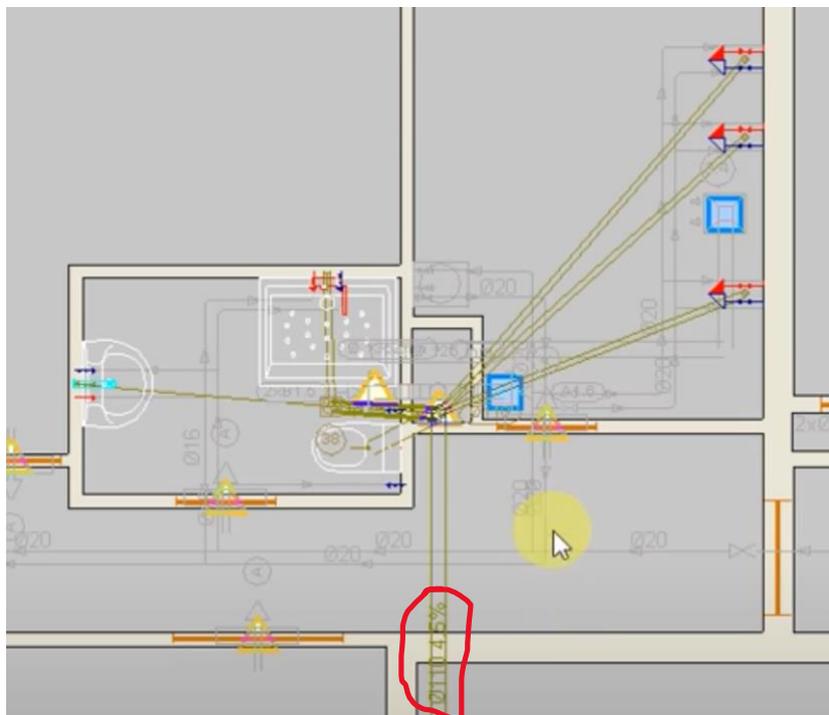


Ilustración 10 (Montes, 2020)

Ilustración de la planta primera incluyendo el ramal a estudiar en la parte inferior.

En este caso se puede observar una gran diferencia en el funcionamiento de ambos programas, CypeCAD modifica la pendiente del ramal acorde al espacio disponible en falso techo para facilitar el flujo del agua a través de la tubería, mientras que el código opera con una pendiente fija, independientemente del espacio disponible. Esto quiere decir que el código está hecho de manera que devolverá un diámetro más conservador que CypeCAD dado que cuanto más pendiente menor diámetro de ramal sería necesario en principio.

| Descripción | Valor |
|-----------------------|--------|
| Plantas | 2.0 |
| Duchas | 4.0 |
| Inodoros | 4.0 |
| Lavabos | 4.0 |
| Fregaderos | 4.0 |
| Vertederos | 0.0 |
| Lavadoras | 4.0 |
| Lavaplatos | 4.0 |
| Carga del Ramal (UDs) | 112.00 |
| Diámetro Nominal (mm) | 110 |

Salida 2

Salida de datos del código para un ramal de los mismos parámetros de carga indicados anteriormente.

Al igual que en el caso de la bajante, se puede observar que ambos programas devuelven el mismo diámetro de ramal, una vez más legitimando el código y demostrando su posible uso como método de comprobación y experimentación sencillo a la hora de planificar cambios en los caminos de vertidos de diferentes tuberías de la instalación. Sin embargo, esto quiere decir que la modificación de la pendiente del ramal por parte de CypeCAD es innecesaria, lo que podría ser problemático en cuanto a prevenir posibles conflictos con otras instalaciones que pasen por el mismo falso techo. Esto probablemente se deba a que en ambos casos el diámetro está siendo marcado por el vertido de inodoros y no por la carga de desagüe en sí.

6.2. Ejemplos de uso.

En este capítulo se describirá el uso específico y aplicación que tiene el programa y situaciones en las que el programa apoyara al usuario en el diseño de una instalación de saneamiento.

- Ejemplo de uso para el dimensionamiento de las bajantes pluviales de una cubierta:

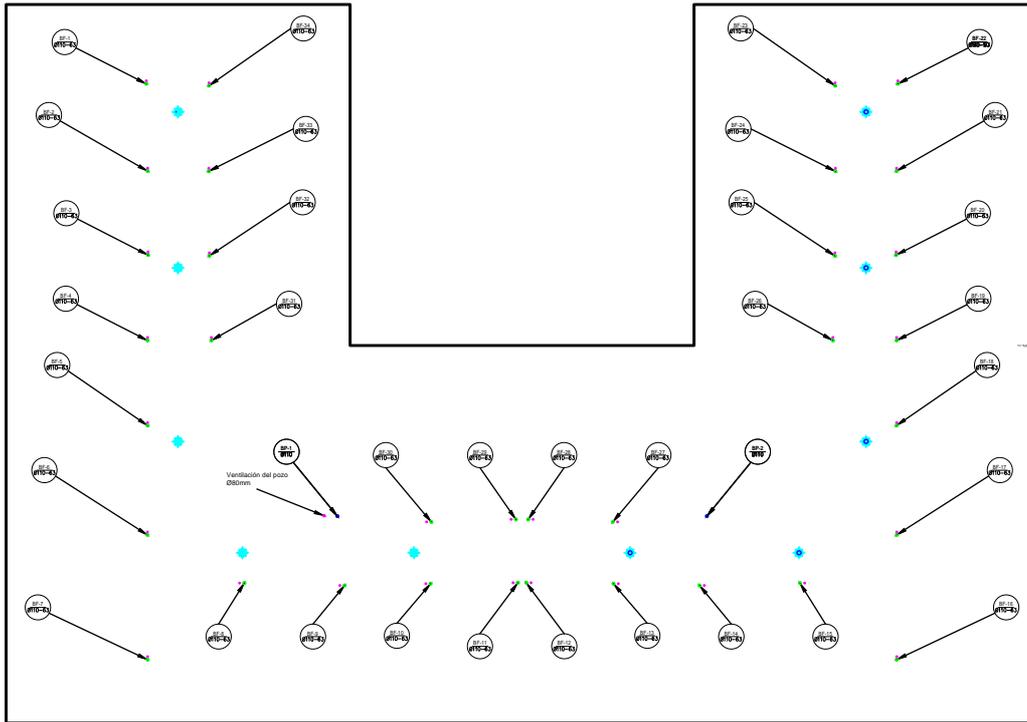


Diagrama 1

El diagrama 1 representa un ejemplo de lo que se podría esperar que el usuario haya diseñado en AutoCad como plano para la instalación de saneamiento en la cubierta de un edificio.

En este caso, se usará un ejemplo de un edificio de cubierta de Zona pluviométrica B e isoyeta 120, $2000m^2$ y 10 sumideros que por defecto resultan en 10 bajantes pluviales para drenar la carga pluviométrica correspondiente.

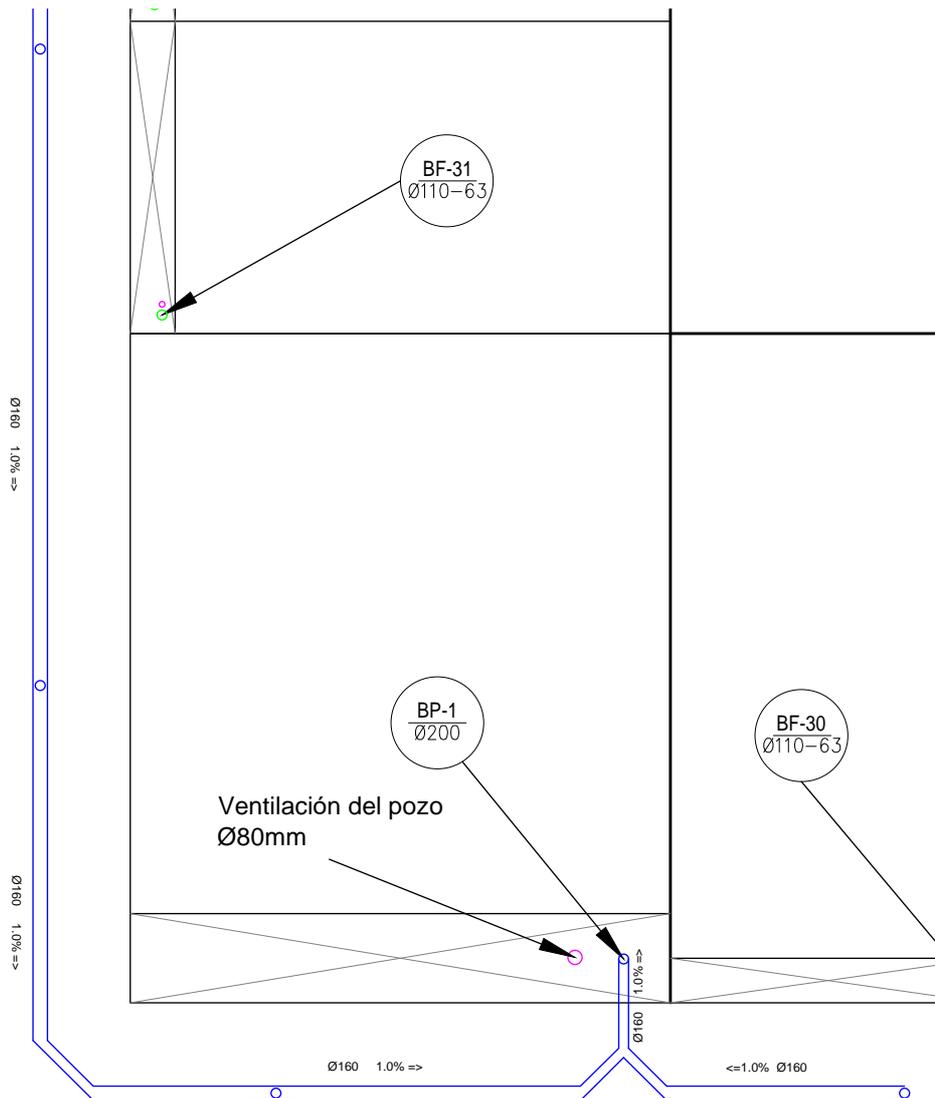


Diagrama 2

El diagrama 2 muestra lo que se podría esperar en la sección inferior izquierda del colgado de la planta debajo de la cubierta donde se sitúan las bajantes y colectores de los sumideros de aguas pluviales de la cubierta del Diagrama 1.

Una vez el usuario ha hecho el diseño y emplazado las diferentes bajantes y sus colectores puede introducir los datos geográficos y de construcción en el programa.

El programa devuelve los siguientes resultados para las 10 bajantes pluviales conectadas a los sumideros de cubierta:

```
--- Salida de Datos ---

Descripción                Valor
Superficie de Bajante (m²) 530.00
Intensidad de Lluvia (mm/h) 265
Diámetro Nominal (mm)     110
```

Salida 3

Salida de datos para el cálculo de 10 bajantes pluviales de la cubierta.

El programa indica la carga equivalente de 100mm/h en superficie correspondiente a cada bajante, así como la carga pluviométrica de cada bajante y el diámetro de la bajante. Esto quiere decir que el usuario puede luego decidir si le hacen falta más o menos bajantes a través de la carga que cada una está absorbiendo.

Otro ejemplo de la función del programa que se puede observar en el Diagrama 2 es el dimensionamiento de una de las dos bajantes pluviales principales del edificio que recoge el agua de cubierta y la conduce por uno de los patinillos del ascensor. En este ejemplo el edificio tiene 2 bajantes pluviales principales que recogen toda el agua de lluvia de la cubierta, por lo tanto, al usar el programa el usuario puede indicar las mismas características de carga pluviométrica total, pero reduciendo el número de bajantes acordemente.

```
--- Salida de Datos ---

Descripción                Valor
Superficie de Bajante (m²) 2650.00
Intensidad de Lluvia (mm/h) 265
Diámetro Nominal (mm)     200
```

Salida 4

Salida de datos para el cálculo de 2 bajantes pluviales principales

Como se puede observar en la Salida 4 y Diagrama 2, el programa devuelve la superficie equivalente correspondiente a cada bajante, carga pluviométrica, así como el diámetro. Una de las ventajas del programa que se puede observar en este caso es que a través de su simpleza el usuario puede rápidamente calcular cualquier diámetro de una bajante o tubería siempre que tenga en cuenta cuanta carga le corresponde, el programa no toma en consideración ni depende de otros factores como el

emplazamiento de la tubería dentro del edificio, lo que da completa libertad al usuario de mover las tuberías como vea necesario.

- Ejemplo de uso para el dimensionamiento de ramales de aguas residuales:

Como ha sido mencionado en el capítulo anterior, el dimensionamiento de ramales de aguas residuales es muy similar en su procedimiento al de bajantes o colectores de aguas pluviales, con la gran diferencia siendo la naturaleza de los parámetros de carga que tiene que introducir el usuario en el programa.

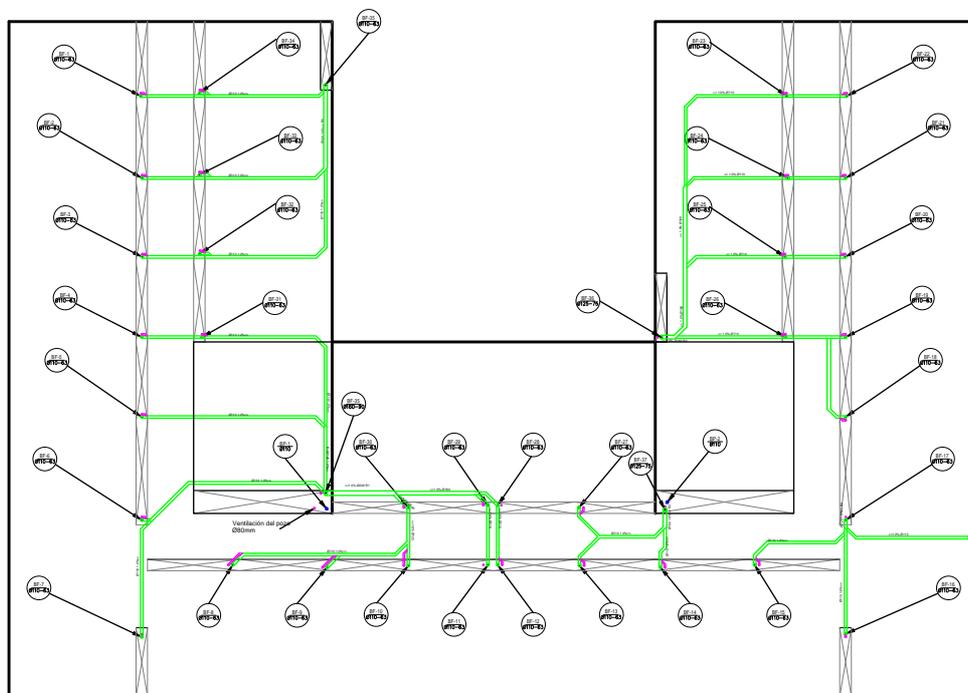


Diagrama 3

El Diagrama 3 representa un ejemplo de lo que se podría esperar en el colgado de una planta baja de un edificio donde las bajantes residuales de habitaciones se combinan a través de ramales en bajantes primarias que van hacia el pozo de bombeo.

El diagrama superior se usará como ejemplo para demostrar el funcionamiento y aplicación del programa en el dimensionamiento de ramales de aguas residuales. En este caso el ejemplo también incluye ventilación secundaria de bajantes y ramales, simulando el caso en el que las bajantes tienen una altura superior a 7 plantas. Como se puede observar en el diagrama, en esta planta es donde se redirige el flujo de las aguas

residuales desde las bajantes de habitaciones a bajantes residuales situadas en los patinillos del edificio, de esta manera la planta baja puede tener más espacios abiertos para salas comunes. Esto sin embargo resulta en una gran cantidad de ramales para redirigir dichas aguas.

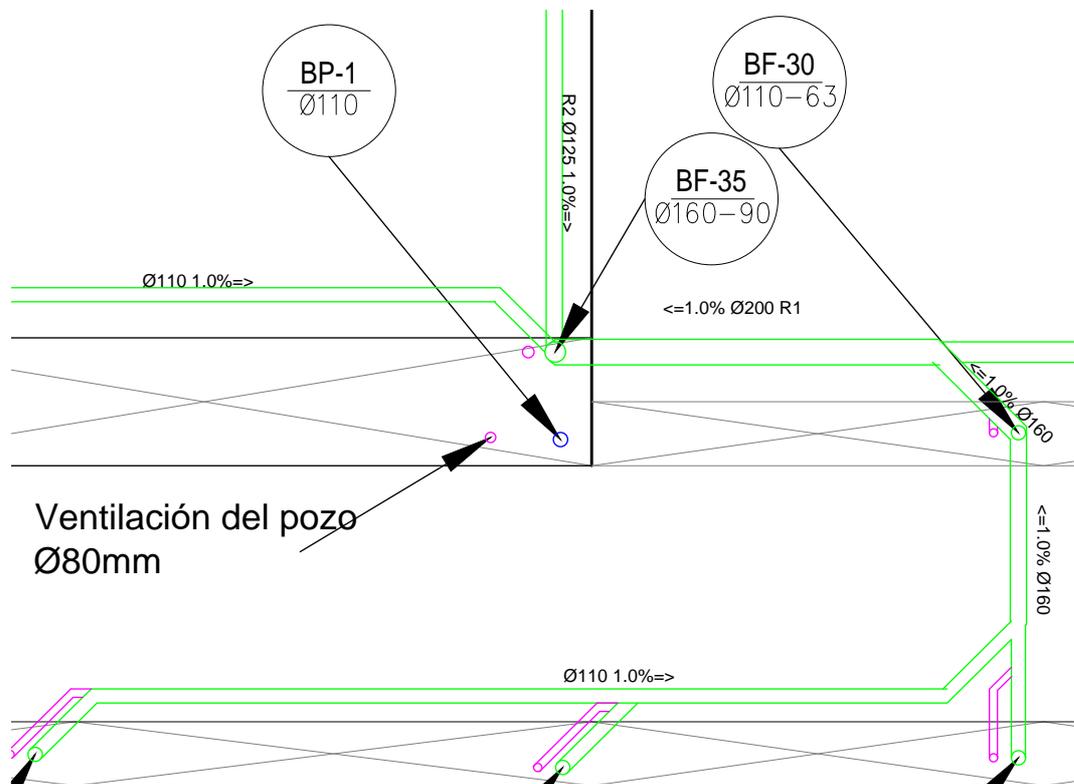


Diagrama 4

El diagrama 4 es un enfoque de la parte inferior izquierda del Diagrama 3 para proporcionar una mejor vista del ejemplo del funcionamiento del programa.

Cuando el usuario ha completado el diseño de los ramales y sus posicionamientos puede usar el programa para dimensionar los ramales que se ven en el Diagrama 4. Cada tubería en la parte inferior del diagrama representa una bajante de una columna de habitaciones de 7 plantas, por lo que cada una de estas lleva una carga de 7 duchas, inodoros, lavabos, y fregaderos, y por defecto esta es la carga de los ramales que solo reciben una de estas bajantes.

```
Carga del Ramal (UDs) 112.00
Diámetro Nominal (mm) 110
```

Salida 5

La salida 5 representa la salida de datos que resulta al dimensionar un ramal de las características mencionadas.

La carga de estos ramales no corresponde al diámetro indicado, pero al haber inodoros que vierten al ramal este debe tener un diámetro mínimo de 110mm. El programa también devuelve la carga total que vierte por el ramal, para ayudar al usuario a controlar cuanta carga hay por cada bajante y ramal si desea, por ejemplo, combinar las bajantes de dos líneas de habitaciones en una sola ya que puede que el diámetro no cambie dado el diámetro mínimo impuesto por los inodoros.

```
Carga del Ramal (UDs) 336.00
Diámetro Nominal (mm) 160
```

Salida 6

La salida 6 representa la salida de datos del programa para un ramal que combina 3 bajantes de habitaciones.

Una vez calculadas las dimensiones de las bajantes singulares, el usuario también puede usar el programa para dimensionar los ramales que se van creando con la convergencia de los ramales directos de las bajantes, en este caso un ramal que junta 3 bajantes. En este ejemplo la carga es suficiente para que el tamaño del ramal no esté dictado por los inodoros y a la vez proporciona nuevamente no solo el diámetro correspondiente del ramal opero también la carga total que lo atraviesa. Al igual que para las bajantes pluviales, el programa proporciona una gran ventaja en como aísla el procedimiento de dimensionamiento del de diseño de tal manera que el usuario puede comprobar las dimensiones del ramal sin tener que redibujarlo.

- Ejemplo de uso para el dimensionamiento del pozo de bombeo:

Para el dimensionamiento del pozo primero el usuario debe haber diseñado el resto de la instalación para saber la carga total que llega al pozo, y la longitud y pendiente de la instalación en el enterrado del último sótano para que el programa pueda calcular la altura de entrada del agua al pozo. Otra razón importante por la que el dimensionamiento del pozo debería ser uno de los últimos pasos es para determinar

| Descripción | Valor |
|---|--------|
| Carga residual (UDs) | 711.20 |
| Caudal pluvial (L/s) | 58.89 |
| Caudal residual (L/s) | 6.27 |
| Caudal aportación total (L/s) | 65.16 |
| Caudal aportación total (m ³ /h) | 234.58 |
| Volumen neto del depósito (m ³) | 19.55 |
| Altura neta del depósito (m) | 4.89 |
| Altura efectiva del pozo (m) | 5.19 |
| Cota de entrada del agua al pozo (m) | -1.65 |
| Altura total del pozo (m) | 6.84 |
| Altura total del pozo con acabado (m) | 6.94 |

Salida 7

La salida 7 es la salida de resultados que produce el programa para las características de carga y diseño estipuladas anteriormente.

El Diagrama 5 es una representación de los resultados de la Salida 7 en vista de perfil, esta vista la haría el usuario a partir de la información proporcionada por el programa y sería la vista necesaria a la hora de construir el pozo de bombeo.

Como se puede observar en la Salida 7, el programa devuelve varios parámetros y características del pozo de bombeo, algunos son necesarios para la construcción de este como la altura total con acabado, la cota de entrada del agua por debajo del acabado y las alturas efectivas y netas del pozo. Estos datos permiten al usuario no solo diseñar el perfil en el Diagrama 5 pero también le da la oportunidad de ver la profundidad del pozo con la sección dada. En este caso, dada la gran profundidad del pozo con la carga estipulada, los datos alertarían al usuario de que sería recomendable intentar aumentar la sección del pozo, en el ejemplo se ha usado una superficie de $4m^2$. Además, el programa también indica la carga total que llega al pozo, así como las cargas pluviales y residuales, y el volumen neto que estas requieren del pozo. Nuevamente, estas han sido exageradas en el ejemplo para resaltar el funcionamiento y ventajas que proporciona el programa. En este caso se ha simulado que toda la carga pluvial y residual llegaría únicamente al pozo de bombeo en lugar de ser drenada directamente al colector principal del edificio, por lo tanto, la profundidad del pozo es muy excesiva. Sin embargo, al ver estos datos, el usuario vería el problema y lo intentaría remediar modificando el

posicionamiento y flujo de ramales y bajantes en plantas anteriores para limitar la profundidad y capacidad necesaria del pozo de bombeo.

Este capítulo refleja y explica el funcionamiento del programa y como lo puede usar el usuario a la hora de no solo dimensionar, pero también devuelve información que puede ayudar a alertar al usuario de la necesidad de rediseñar parte de la instalación. Como se puede ver en los dos primeros ejemplos, el programa ayuda al usuario para tener en cuenta cuanto flujo atraviesa cada tubería para poder optimizar el diseño acordemente. Mientras que, en el último ejemplo del pozo de bombeo, el programa proporciona todas las dimensiones relevantes del pozo a la vez que proporciona un resumen del impacto que la instalación diseñada tiene sobre la profundidad necesaria para el pozo, profundidad que siempre debería ser limitada a lo mínimo posible al ser esta una parte muy costosa económicamente de la obra.

7. Limitaciones del proyecto

La ventajosa simplicidad del programa a la hora de dar al usuario una plataforma de cálculo y verificación también lleva consigo inconvenientes en cuanto a sus condiciones de uso. El siguiente capítulo busca a explicar y aclarar estas limitaciones y diferentes factores que debería tener en cuenta el usuario al usarlo como método de dimensionamiento y cálculo.

Dada la existencia de programas más completos y complejos para el cálculo de instalaciones de saneamiento el código depende y requiere que el usuario se pueda apoyar en otro programa con funcionalidades geométricas para diseñar y dimensionar gran parte de la instalación. Esto quiere decir que el proceso de optimización del posicionamiento de bajantes y uso de diferentes patinillos depende del usuario, este proceso es simplemente reforzado y asistido por el código. Un ejemplo de esta limitación del programa es a la hora de dimensionar las bajantes residuales. Como ha sido mencionado antes, estas deben tener un diámetro igual o superior al diámetro de desagüe de los aparatos sanitarios que vierten a ella, lo que puede llevar a un sobredimensionamiento de la bajante si esta recibe la carga de un solo lavabo e inodoro que necesita un diámetro de desagüe de 110mm. El programa también requiere del usuario que tenga conocimientos básicos de la estructura que desea diseñar, como donde va a estar el edificio, o el emplazamiento del pozo de bombeo. Este último se debe situar tomando en consideración otras partes estructurales del edificio. Ya sea las cimentaciones de los pilares que sostienen el edificio porque estas no pueden ser comprometidas de ninguna manera, o las zapatas de los ascensores ya que el pozo de bombeo debe ser accesible para mantenimiento rutinario desde su parte superior. El usuario también debe tener en cuenta el coste adicional en excavación y tiempo que conlleva el poner un pozo de bombeo dentro de una losa de cimentación. Cuanto más profundo deba ser el pozo por el nivel de recepción del agua, más se tendrá que cavar y mayor cantidad de ferralla será necesaria para garantizar la integridad estructural que proporciona la losa de cimentación con un pozo de por medio. Por lo tanto, es

recomendado que el usuario intente estructurar la instalación y distribución de bajantes y sumideros en el sótano para evitar lo máximo posible que el pozo de bombeo quede dentro de una losa de cimentación, esto no es siempre posible ya que algunos edificios no siempre disponen de parcela en la que no hay losa de cimentación. Es necesario que el usuario tenga un conocimiento de la arquitectura del edificio y sus correspondientes planos de cimentación y estructurales.

El programa también está limitado en cuanto a los tipos de aparatos sanitarios que puede introducir el usuario. El programa está diseñado con edificios o construcciones de tipo residencial o viviendas sociales, por lo que no incluye aparatos sanitarios que se esperarían en construcciones de ocio, científicas, o educativas, lo cual incluye urinarios, lavabos de laboratorio, o fluxores.

Otra limitación del programa y del proyecto es que los diámetros utilizados para el dimensionamiento de tuberías están basados en los diámetros normalizados y usados por la regulación vigente. Esto conlleva un sobredimensionamiento casi constante al calcular los diámetros de las tuberías. Por ejemplo, si una bajante supera la capacidad estipulada para un diámetro de 160mm por poco, entonces sería lógico el poder usar una tubería un poco más ancha, no debería hacer falta usar una tubería de diámetro de 200mm. El cálculo preciso del diámetro requerido se podría hacer con varias fórmulas de dinámica de fluidos y las condiciones de llenado de bajantes que estipulan las regulaciones. Sin embargo, este modelo no sería viable a nivel de suministro y fabricación, las empresas constructoras no suelen tener sus propias fábricas de suministros de tubería PVC así que dependen de proveedores exteriores, los cuales basan su producción en el modelo estandarizado proporcionado por la regulación a seguir. Además, diseñar tuberías de PVC a medida para colectores, bajantes, y ramales conllevaría un gran coste económico extra para las constructoras ya que no podrían aprovechar la reducción de costes por unidad que trae con si la producción en lotes grandes.

El proyecto y programa requieren que el usuario tenga en consideración una variedad de condiciones para usarlo, debe tener en cuenta las demandas arquitecturales y estructurales del edificio, el tipo de edificio en el que esta la instalación de saneamiento que desea dimensionar, y las realidades económicas de suministros en cuanto al tamaño de las tuberías requeridas. Sin embargo, estas limitaciones son de

esperar para el alcance y uso al cual se concentra el código. Dado que este se debería usar como método de comprobación y para simplificar el proceso de modificación de una instalación ya diseñada en programas de BIM como CypeCAD o Tekton 3D.

8. Conclusión

El proyecto y programa cumplen con los objetivos estipulados inicialmente de manera adecuada y precisa. Este consigue dimensionar las diferentes partes de la instalación de saneamiento únicamente con los datos de consumo y carga correspondientes a la parte del sistema a calcular, ya sea una bajante, colector, ramal o el pozo de bombeo. Esto quiere decir, que como se deseaba inicialmente en los objetivos del proyecto, el programa consigue separar los procesos de dimensionamiento y diseño geométrico de forma que el usuario pueda usar el código como método de comprobación y apoyo de manera independiente a un programa de BIM. Sin embargo, el código también tiene una función que se puede usar para dimensionar parte de la instalación sin el apoyo de un programa de diseño y calculo conjunto. Esto se puede apreciar sobre todo con la función de cálculo del pozo de bombeo. Como se puede ver en la

Imagen 2, el programa devuelve varios datos sobre las características y dimensiones totales del pozo y el punto de entrada de la red de tuberías al entrar a él. Esto no solo refleja como el programa consigue cumplir unos de los objetivos iniciales del proyecto, pero también como lo puede usar un usuario. El usuario puede usar esta información para poder ver la carga total que vierte al pozo, pero también la puede usar para ver si es necesario u optimo acercar el pozo al sumidero o bajante más lejano y viceversa o agrandar la sección del pozo para disminuir la profundidad requerida para el pozo y así los costes adicionales que esto conlleva.

Imagen 2

| Descripción | Valor |
|---|--------|
| Carga residual (UDs) | 486.00 |
| Caudal pluvial (L/s) | 33.33 |
| Caudal residual (L/s) | 5.19 |
| Caudal aportación total (L/s) | 38.52 |
| Caudal aportación total (m ³ /h) | 138.67 |
| Volumen neto del depósito (m ³) | 11.56 |
| Altura neta del depósito (m) | 4.62 |
| Altura efectiva del pozo (m) | 4.92 |
| Cota de entrada del agua al pozo (m) | -1.25 |
| Altura total del pozo (m) | 6.17 |
| Altura total del pozo con acabado (m) | 6.27 |

Ejemplo de datos que devuelve el programa en la función de dimensionamiento de pozo de bombeo.

Además, el programa también devuelve las características de dimensionamiento del pozo necesarias para su construcción en la obra al indicar la cota de entrada del agua al pozo y su altura total por debajo de esta cota.

Los resultados positivos también se pueden observar en lo que devuelve el programa en las otras funciones de dimensionamiento, por ejemplo, al dimensionar una bajante de agua residual de altura total de 15 plantas como se puede observar en la Imagen 3. En este caso el usuario puede ver claramente cuál es la carga total que vierte a la bajante seleccionada y el diámetro correspondiente a tal carga para una bajante de esta altura, al ser de mayor altura de 7 plantas, el programa también devuelve el diámetro de la bajante de ventilación secundaria correspondiente como estipula la regulación vigente.

Imagen 3

| Descripción | Ejemplo | Su Valor |
|------------------------|---------|----------|
| Plantas | 5 | 15.0 |
| Duchas | 2 | 90.0 |
| Inodoros | 3 | 90.0 |
| Lavabos | 4 | 90.0 |
| Fregaderos | 1 | 90.0 |
| Vertederos | 0 | 7.0 |
| Lavadoras | 1 | 2.0 |
| Lavaplatos | 1 | 2.0 |
| Descripción | | Valor |
| Plantas | | 15.0 |
| Carga de Bajante (l/s) | | 1520.00 |
| Diámetro Nominal (mm) | | 160 |
| Ventilación (mm) | | 90 |

Ejemplo de salida de datos del programa para la función de dimensionamiento de bajante de aguas residuales.

Sin embargo, como es mencionado el capítulo anterior, el programa tiene sus limitaciones y dado su objetivo, el programa ha de ser usado principalmente como método de verificación y apoyo a posibles modificaciones, complementando un programa más complejo de tipo BIM. El programa está pensado sobre todo a darle más libertad al usuario en cuanto a la transparencia y fácil uso del código, y ofrecerle un

método rápido de cálculo que puede ser muy cómodo en cuanto a implementar y explorar posibles modificaciones a una instalación ya realizada en planos.

El siguiente paso en el desarrollo de este programa sería por tanto que el programa proporcione aún más libertades de diseño y cálculo al usuario. Por ejemplo, incluyendo una función que permita al usuario cambiar la pendiente de cualquier ramal o colector acorde al espacio que tenga disponible o mayor rango de tipos de construcciones y aparatos sanitarios para las cuales se puede usar el programa.

Bibliografía

- AJPERES. (2017). *Memoria Instalación de Saneamiento*. Pozuelo: contratacion del estado.
- Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos. (19 de Septiembre de 2016). *anese*. Obtenido de <https://www.anese.es/noticias-de-socios/la-demanda-de-vivienda-nueva-en-espana-rondara-las-180-000-unidades-al-ano-hasta-2025-segun-un-informe-de-cbre/>
- BNP Paribas. (2023). *ECOCONJUCTURE*. Paris: BNP Paribas.
- Chiarito, E., Zimmermann, E., & Zaquarías., S. M. (2018). *METODOLOGÍAS PARA LA ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA EN ÁREAS URBANIZADAS MEDIANTE TELEDETECCIÓN*. Rosario; Argentina: Centro Universitario Rosario de Investigaciones Hidroambientales, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Rosario, Santa Fe, Argentina.
- Ingenieria Valladares S.L. (2023). *MEMORIA Instalación de Saneamiento Obras de Edificacion Edificio Uso Dotacional, Equipamiento y Garaje Aparcamiento En La Parcela AM4 del APE 08.17 "CLESA"*. Madrid: Ingenieria Valladares S.L.
- Lee, J. T. (2014). Education hubs and talent development: policymaking and implementation challenges. *Springer Link - Higher Education*.
- Martín, N. (12 de Octubre de 2022). *EL MUNDO*. Obtenido de EL MUNDO: <https://www.elmundo.es/madrid/2022/10/12/6345b1bffc6c839d428b45bf.html>
- Ministerio de la Vivienda. (2006). *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación*. Madrid: Gobierno de España, BOE.
- Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. (2001). *UNE-EN_12056-2=2001*. Madrid: B.O.E.
- Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. (2023). *Documento Basico Salubridad*. Madrid: Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana.
- Montes, J. E. (20 de Enero de 2020). *CYPECAD MEP SANEAMIENTO. CYPECAD MEP SALUBRIDAD. Tutorial Clase 41. Instalaciones del edificio*. Madrid, España.
- Penelas, J. L. (2012). *Proyecto de Ejecución de 25 Viviendas con Protección Oficial en Parcela 1.12.12 en Prados de Torrejón, denominada Coca de la Piñera*. Madrid: Plataforma de Contratación del Estado.