



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Ejemplo de aplicación de las instalaciones de evacuación y saneamiento.



INSTALACIONES I

ESCUELA DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN.



Gemma Vázquez Arenas

Área de Construcciones Arquitectónicas.

Departamento de Arquitectura y Tecnología de la Edificación.

ESCUELA DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA DE EDIFICACIÓN.

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.

EJEMPLO DE APLICACIÓN

Realizaremos el cálculo del saneamiento para un edificio definido en la bibliografía⁽¹⁾ descrita para la asignatura, pero adaptándolo a la nueva normativa. Este edificio es un bloque de viviendas de tipo medio, situado en Pamplona, que consta de una planta sótano destinada a aparcamientos, planta baja destinada al acceso del mismo así como a locales comerciales, una primera planta dedicada a oficinas y 10 plantas con la disposición de la figura (5 viviendas por planta) y con una planta de ático destinada a acoger tres viviendas. La planta tipo incluye un espacio destinado a trasteros para los usuarios de cada una de las plantas. Además se considerará, la existencia superior de una cubierta plana y que ocupará sensiblemente la misma superficie de la citada planta (Fig. 4.26a y b).

1. Descripción de la instalación y sistema propuesto

El sistema elegido es del tipo denominado semiseparativo o mixto, es decir, las bajantes se realizarán según el sistema separativo (ello supone, como se sabe, dos clases de conductos diferentes: uno para las aguas pluviales y otro para las aguas procedentes del interior del edificio, sean de cocinas o de servicios higiénicos), mientras que los colectores serán del tipo unitario, recogiendo en un solo conducto ambos tipos de aguas.

Esta solución presenta la ventaja de que, en caso de fuerte aguacero, es prácticamente imposible un llenado de las bajantes y la consiguiente puesta en carga de las mismas. Las bajantes de "aguas negras" incluirán una red de ventilación primaria y otra secundaria paralela a la bajante propiamente dicha conectadas ambas en todas las plantas. Las derivaciones acometerán a ellas según dos tipos: bien a través de un bote sifónico común a todos los aparatos, o bien, mediante sifones individuales. Según esta última tipología se realizarán asimismo las derivaciones individuales de las cocinas a las bajantes correspondientes que denominaremos de "aguas usadas". En resumen, tendremos tres tipos de bajantes diferentes en función de las aguas que reciben.

En cuanto a los materiales elegidos para las bajantes, será el mismo pero en diferentes calidades, tuberías de polipropileno reforzado para las columnas de aguas residuales y polipropileno normal para las de pluviales.

En cuanto a los colectores que unen las distintas columnas y conducen las aguas al exterior del edificio, se han previsto en cemento centrifugado sobre cama de hormigón, recibiendo las juntas entre piezas con rasillas y mortero de cemento. En la base de todas las bajantes se realizarán arquetas de ladrillo macizo con el interior talochado y tapas provistas de juntas de goma para una total estanqueidad frente a los olores. Estas arquetas serán del tipo sifónico en los encuentros de ramales con aguas de distinto origen, previéndose, finalmente, y antes de la acometida a la red general, una arqueta separadora de grasas en lugar del habitual pozo general de registro. Ello es debido a la existencia de una importante superficie dedicada al aparcamiento de automóviles. El objeto de esta arqueta es, como se sabe, retener las previsibles grasas y aceites en su

¹ Cálculo y Normativa Básica de las instalaciones en los edificios. Tomo I. L.J. Arizmendi Barnes. Ed. Eunsa, Pamplona, 2000.

parte superior, facilitando así el paso del agua a evacuar y la subsiguiente evitación de atascos.

En cuanto al vertido de las mismas y según datos obtenidos del Proyecto de Urbanización del polígono, éste se realizará a un pozo situado a una cota de (-4,33 m) con respecto a la cota 0,00 del edificio y ampliamente suficiente, por lo tanto, para efectuarlo por gravedad.

2. Determinación de caudales y dimensionamiento

El método de cálculo usado es el de las unidades de descarga para las aguas fecales y usadas, mientras que para la determinación de las pluviales usaremos el método de intensidad pluviométrica descrito en el CTE. El procedimiento a seguir se descompone como sigue:

a) Caudales de aguas fecales y diámetro de derivaciones

Los ramales correspondientes a los distintos tipos de aparatos sanitarios se obtienen directamente de las tablas 1⁽²⁾, indicada en los apartados anteriores. En el caso de los cuartos de baño con bote sifónico el ramal de acometida de éste a la bajante se determinará mediante la evaluación directa de la misma obtenida de la suma de las unidades de descarga que a él vierten y con la tabla 3. Así tendremos:

Servicios higiénicos

Aparatos	Unidades de descarga (UD)	Ø sifón y derivación
Lavabo	1	32 mm
Bidé	2	32 mm
Bañera	3	40 mm
Ducha	2	40 mm
Inodoro (cisterna)	4	100 mm

La derivación del bote sifónico se realiza a partir de 6 UD, con lo que obtenemos un $\varnothing = 50$ mm y una pendiente de 2%. A partir de la tabla 1 se puede conseguir el caudal de vertido del cuarto de baño completo el cual equivale a 7 UD, aunque también se podría calcular a partir de la suma de todos los aparatos (10 UD).

Cocinas

Aparatos	Unidades de descarga (UD)	Ø sifón y derivación
Fregadero	3	40 mm
Lavadora	3	40 mm
Lavavajillas	3	40 mm

La ejecución se realiza en una derivación a la bajante a través de una única derivación que parte del aparato más elevado empotrada en la pared. En cuanto a la derivación en colector correspondiente al último tramo, consideramos una pendiente de 4% y un total de unidades de descarga de 9, con lo que seleccionaremos un $\varnothing = 50$ mm, cifra según tablas un poco escasa, pero que la práctica demuestra ser adecuada por la

² Código Técnico de la Edificación. Documento básico HS – Salubridad. Apartado 5. Ministerio de Vivienda, 2006.

falta de simultaneidad de los tres aparatos. Si la derivación hubiese estado colgada en el forjado tendría una pendiente del 2% y un $\varnothing = 63$ mm. (El problema se encuentra que comercialmente no son tan utilizados los diámetros de 63 mm.)

b) Bajantes y ventilación

• Bajantes de servicios higiénicos y ventilación secundaria

Partiendo de los datos de unidades de descarga anteriores, calcularemos el número de éstas que recoge cada una de las bajantes, sumando las producidas por todos los aparatos que conectan a las mismas. Es importante tener presente que en los edificios de considerable altura, como el que nos ocupa, dada la longitud de las bajantes, el agua en su recorrido por ella puede en un momento determinado llenarla totalmente, si bien la presencia de la red de ventilación tiende a minimizar estos efectos, por lo que el cálculo se ha realizado considerando los factores indicados en este mismo capítulo. Paralelamente, y en función del diámetro de la bajante correspondiente, así como de la longitud de la columna de ventilación y del máximo número de Unidades de descarga de la propia bajante, dimensionaremos directamente el diámetro de la ventilación secundaria. Esta ventilación secundaria se conectará con la columna de desagüe, por lo menos, 20 cm por encima del rebosadero del aparato sanitario más elevado. La ventilación primaria, prolongación de la bajante por encima de la cubierta, tendrá el mismo diámetro que ésta.

Debido a la altura del edificio se ha previsto realizar en cada planta unas conexiones intermedias entre la columna de ventilación secundaria y la propia bajante. De esta forma, se evitan las fluctuaciones de presión dentro de la tubería y se puede ajustar con una mayor exactitud el diámetro de la bajante.

Estrictamente, existen algunas bajantes, como las denominadas 2, 3 Y 4 en el plano correspondiente, las cuales evacuan, además de las de planta tipo, las aguas procedentes del ático.

Así tendremos la tabla siguiente, (partiendo de las tablas 4 y 11):

Servicios higiénicos

Bajante nº	Unidades de descarga (UD)	Ø bajante	Ø ventilación secundaria
1	140	90 mm (110 mm)	65 mm (50 mm)
2, 3, 4	77	90 mm (110 mm)	65 mm (50 mm)
5, 6	70	90 mm (110 mm)	65 mm (50 mm)

Indicándose en el cuadro superior los diámetros obtenidos por cálculo, y entre paréntesis los diámetros comerciales más utilizados a los cuales se corresponden, en este caso, con el PP reforzado, como adelantábamos en el apartado 1. Además también de que en el caso de las bajantes con inodoros el diámetro mínimo es de 110 mm. Las unidades de descarga se han obtenido según el desglose siguiente, hay que tener en cuenta que el autor ha optado por utilizar el dato de la tabla 1 para conocer el valor de las unidades de descarga del baño completo en lugar de sumar cada uno de los aparatos:

Bajante nº 1

- 2 baños completos x 10 plantas = $(2 \times 7 \text{ UD} \times 10) = 140 \text{ UD}$.

Bajantes nº 2, 3 y 4

- 1 baño completo (ático)
- 1 baño completo x 10 plantas

Total = 7 UD + 70 UD = **77 UD**.

Bajantes nº 5 y 6

- 1 baño completo x 10 plantas = $(7 \text{ UD} \times 10) = 70 \text{ UD}$.

- Bajantes de cocinas

Los criterios de cálculo son los mismos que en el caso anterior, exceptuando el caso de la bajante nº 7 que es del tipo mixto pues recogerá además un determinado caudal de aguas pluviales, ya que en la en el año de publicación del libro era posible realizar esa ejecución, pero en para evitar incongruencias con la nueva normativa se considerará despreciable la recogida de las aguas pluviales y se considerará y calculará como bajante de residuales. Además el autor del problema consideró despreciable el cálculo de equivalencia entre unidades y calculó la bajante también como si fuera solo de residuales.

Hechas estas consideraciones tendremos:

Cocinas

Bajante nº	Unidades de descarga (UD)	Ø bajante	Ø ventilación secundaria
7	90	90 mm	63(50 mm)
8	90	90 mm	63(50 mm)
9	18	63 mm (75 mm)	40 mm

En el caso de la bajante 9, se ha tomado un diámetro más comercial. Las unidades de descarga de la cocina se han calculado sumando los tres aparatos con desagüe en ella, fregadero, lavadora y lavavajillas, en total 9 UD.

Bajante nº 7:

- 1 cocina x 10 plantas = $(9\text{UD} \times 10) = 90 \text{ UD}$

Bajante nº 8:

- 1 cocina x 10 plantas = $(9\text{UD} \times 10) = 90 \text{ UD}$

Bajante nº 9:

- 2 cocinas (ático) = $(9\text{UD} \times 2) = 18 \text{ UD}$

c) Superficies modificadas de aguas pluviales y diámetros de las bajantes.

El diseño y cálculo del sistema de evacuación de agua pluvial se hará con el criterio de tubería llena bajo condiciones de régimen uniforme. El diámetro de las bajantes, que solamente recogerá agua de lluvia como ya hemos indicado, se obtendrá en

función de la superficie de la cubierta en proyección horizontal y de la intensidad pluviométrica de lluvia de la zona de ubicación del edificio en este caso en Pamplona. Según el mapa pluviométrico esta intensidad será de: $i = 125 \text{ mm/h}$, la cual es diferente a la intensidad pluviométrica nominal de 100 mm/h , por lo que será necesario aplicar el factor de corrección.

Bajantes de pluviales

Bajante nº	f	superficie (m ²)	superficie modificada (m ²)	Ø bajante
10	1.25	77	96.25	63mm (75 mm)
11	1.25	93	116.25	75 mm
12	1.25	24	30	50 mm
13	1.25	76	95	63mm (75 mm)
14	1.25	57	71.25	63mm (75 mm)
15	1.25	71	88.75	63mm (75 mm)
16	1.25	80	100	63mm (75 mm)
17	1.25	86	107.5	63mm (75 mm)

Al igual que en las tablas anteriores los diámetros entre paréntesis son los de los diámetros comerciales para el material utilizado.

Estrictamente, no es necesario realizar ventilación secundaria para estas columnas, pero la necesidad de empotrarlas en los cerramientos perimetrales hace que el autor realice un dimensionamiento estricto, para lo cual este tipo de ventilación supone una adecuada solución, pero que nosotros no vamos a tener en cuenta.

d) Dimensionamiento de colectores

Según se ha anticipado al principio del ejemplo, los colectores que conducen las aguas al exterior son del tipo unitario, es decir, desaguarán tanto aguas de pluviales como de fecales o de cocinas, pues recogen y agrupan bajantes de las tres procedencias. Esta solución es muy adecuada por su economía y simplicidad, particularmente en edificios, como el presente, que albergan un número de viviendas por planta importante en una superficie relativamente reducida.

El cálculo de los diámetros se realiza a partir de los orígenes de cada ramal para ir agregando los vertidos procedentes de cada una de las bajantes, sean de pluviales o de fecales, realizando un cambio de unidades de descarga a superficie equivalente y obteniendo directamente los valores de los diámetros (tabla 9) en función de dichas superficies y las pendientes correspondientes (en este caso 1%). En determinados puntos existen ramales colectores, según se aprecia en el plano de la figura 4.27, que, mediante las correspondientes arquetas de encuentro, colectan ramales transversales con un caudal de aportación determinado, y una pendiente preferiblemente mayor (el 2%) para facilitar la salida de ese mayor caudal. La misma técnica acumulativa y de obtención de caudales se realiza en la zona de garaje cuyas arquetas finales posibilitan la evacuación de las aguas pluviales superficiales hasta llegar al pozo final del edificio, que, en este caso, es una arqueta separadora de grasas debido a la superficie del garaje-aparcamiento. Desde este punto y tras atravesar el muro pantalla perimetral mediante el correspondiente pasamuros, acometemos al pozo del alcantarillado urbano.

Así tendremos:

• RAMAL 1

Tramo 1: Bajante nº 6 (servicios higiénicos) = 70 UD
 Pendiente 1% => $\varnothing = 90 \text{ mm}$ (adoptaremos un diámetro mínimo de 125 mm).

Tramo 2: Tramo nº 1 + Bajante nº 15 = 70 UD + 88.75 m²
 Superficie equivalente modificada de 70 UD = 1.25 x 90 m² = 112.5 m²
 Superficie total = 112.5 m² + 88.75 m² = 201.25 m².

Pendiente 1% => $\varnothing = 110 \text{ mm}$ => $\varnothing = 125 \text{ mm}$.

Tramo 3: Tramo 2 + 2 Bajantes nº 8 (cocinas) = 201.25 m² + 2 x 90 UD = 201.25 m² + 180 UD (= 112.5 m²) = 313.75 m².
 Pendiente 1% => $\varnothing = 160 \text{ mm}$ (150 mm comercial).

Tramo 4: Tramo 3 + Bajante nº 13 (pluviales) = 313.75 m² + 95 m² = 408.75 m²
 Pendiente 2% => $\varnothing = 125 \text{ mm}$ => $\varnothing = 150 \text{ mm}$

Tramo 5: Tramo 4 + Bajante nº 6 (servicios higiénicos) = 408.75 m² + 140 UD (= 112.5 m²) = 521.25 m²
 Pendiente 2% => $\varnothing = 160 \text{ mm}$ (150 mm comercial).

Tramo 6: Tramo 5 + Ramal 2 (primero tenemos que calcular este ramal)

• RAMAL 2

Tramo 1: Bajante nº 16 (pluviales) + Bajante nº 8 (cocina) = 100 m² + 90 UD (= 112.5 m²) = 212.5 m².
 Pendiente 1% => $\varnothing = 110 \text{ mm}$ => $\varnothing = 125 \text{ mm}$.

Tramo 2: Tramo 1 + Bajante nº 4 (servicios higiénicos) = 212.5 m² + 77 UD (= 112.5 m²) = 325 m².
 Pendiente 1% => $\varnothing = 125 \text{ mm}$ (aunque deberíamos haber utilizado 150 mm)

Tramo 3: Tramo 2 + Bajante nº 9 (cocinas) = 325 m² + 18 UD (=112.5 m²) = 437.5 m².
 Pendiente 1% => $\varnothing = 160 \text{ mm}$ (150 mm comercial).

Tramo 4: Tramo 3 + Bajante nº 14 (pluviales) = 437.5 m² + 71.25 m² = 508.75 m².
 Pendiente 1% => $\varnothing = 160 \text{ mm}$ (150 mm comercial).

Nota. El colector correspondiente a la bajante nº 14 se considera de diámetro mínimo 125 mm, ampliamente suficiente.

TOTAL RAMAL 2 = 508.75 m².

Luego, retomando el Tramo 6 (Ramal 1), se dimensionará como sigue:

Tramo 6: Tramo 5 + Ramal 2 + Bajante nº 3 (serv. higiénicos) + Bajante nº 12 (pluviales) = 521.25 m² + 508.75 m² + 77 UD (= 112.5 m²) + 30 m² = 1172.5 m².
 Pendiente 2% => $\varnothing = 200 \text{ mm}$.

Tramo 7: Tramo 6 + Bajante nº 8 (cocinas) = 1172.5 m² + 90 UD (=112.5 m²) = 1285 m².
 Pendiente 2% => $\varnothing = 200 \text{ mm}$.

Tramo 8: Tramo 7 + Bajante nº 11 (pluviales) = $1285 \text{ m}^2 + 116.25 \text{ m}^2 = 1401.25 \text{ m}^2$.
Pendiente 2% => $\varnothing = 200 \text{ mm}$.

Dados los diámetros obtenidos que nos obligarán a adoptar por razones constructivas valores similares en los restantes ramales, expondremos los cálculos del Ramal 3 con lo cual tendremos totalmente definida la red.

• RAMAL 3

Tramo 1: Bajante nº 17 (pluviales) = 107.25 m^2
Pendiente 1% => $\varnothing = 90 \text{ mm}$ => adoptaremos 125 mm.

Tramo 2: Tramo 1 + Bajante nº 10 (pluviales) = $107.25 \text{ m}^2 + 96.25 \text{ m}^2 = 203.5 \text{ m}^2$.
Pendiente 1% => $\varnothing = 110 \text{ mm}$ => $\varnothing = 125 \text{ mm}$.

Tramo 3: Tramo 2 + Bajante nº 7(cocinas) + Bajante nº 2(serv. higiénicos) = $203.5 \text{ m}^2 + 90 \text{ UD} (= 112.5 \text{ m}^2) + 77 \text{ UD} (= 112.5 \text{ m}^2) = 428.5 \text{ m}^2$
Pendiente 2% => $\varnothing = 125 \text{ mm}$ (con la antigua normativa $\varnothing = 150 \text{ mm}$).

e) Dimensionamiento de elementos singulares

Denominamos como elementos singulares en esta red de evacuación: las arquetas, sean éstas a pie de bajantes o de encuentro, y el separador de grasas.

El dimensionamiento de las primeras en el plano se ha realizado usando la tabla 2 de la NTE-ISS, si bien esta normativa actualmente está desfasada y se debe de tener en cuenta en lugar de las dimensiones indicadas en el plano las dimensiones de la tabla 13, correspondiente al CTE⁽²⁾.

En cuanto al separador de grasas, indicaremos al respecto que habitualmente el dimensionamiento de este elemento se realiza en función del tiempo mínimo de permanencia de las aguas a tratar, que se cifra en tres minutos. Sin embargo, en esta ocasión, dado que la actividad del lavado de coches será prácticamente inexistente, se ha dimensionado como si actuara como una arqueta sifónica por su efecto de cierre hidráulico, pero superando la capacidad mínima que debe tener el separador de 200 litros, lo que se cumple sobradamente por ser ésta de 640 litros.

El tubo de acometida, se ha colocado según la salida del separador de grasa si hubiéramos tenido que calcularlo, $\varnothing_{\text{acometida}} = \sqrt{(150^2 + 200^2 + 200^2 + 150^2)} = 353 \text{ mm}$, que es excesivo, por lo que al ser un separador y parte del vertido se queda en él, se podría dimensionar en un diámetro de 200 mm ó 250 mm y una pendiente del 4%.

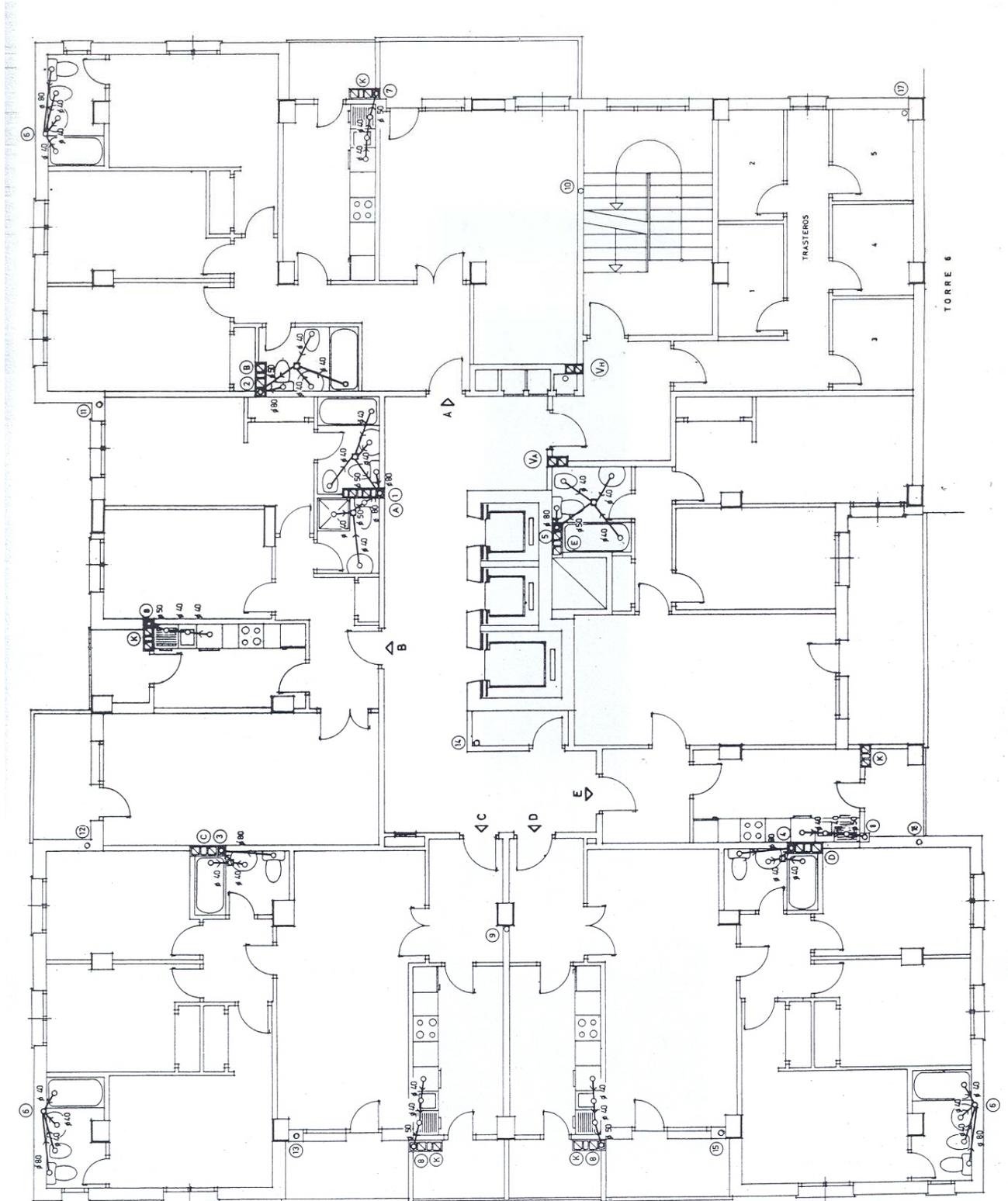


Figura 4.26a. Planta tipo de saneamiento.

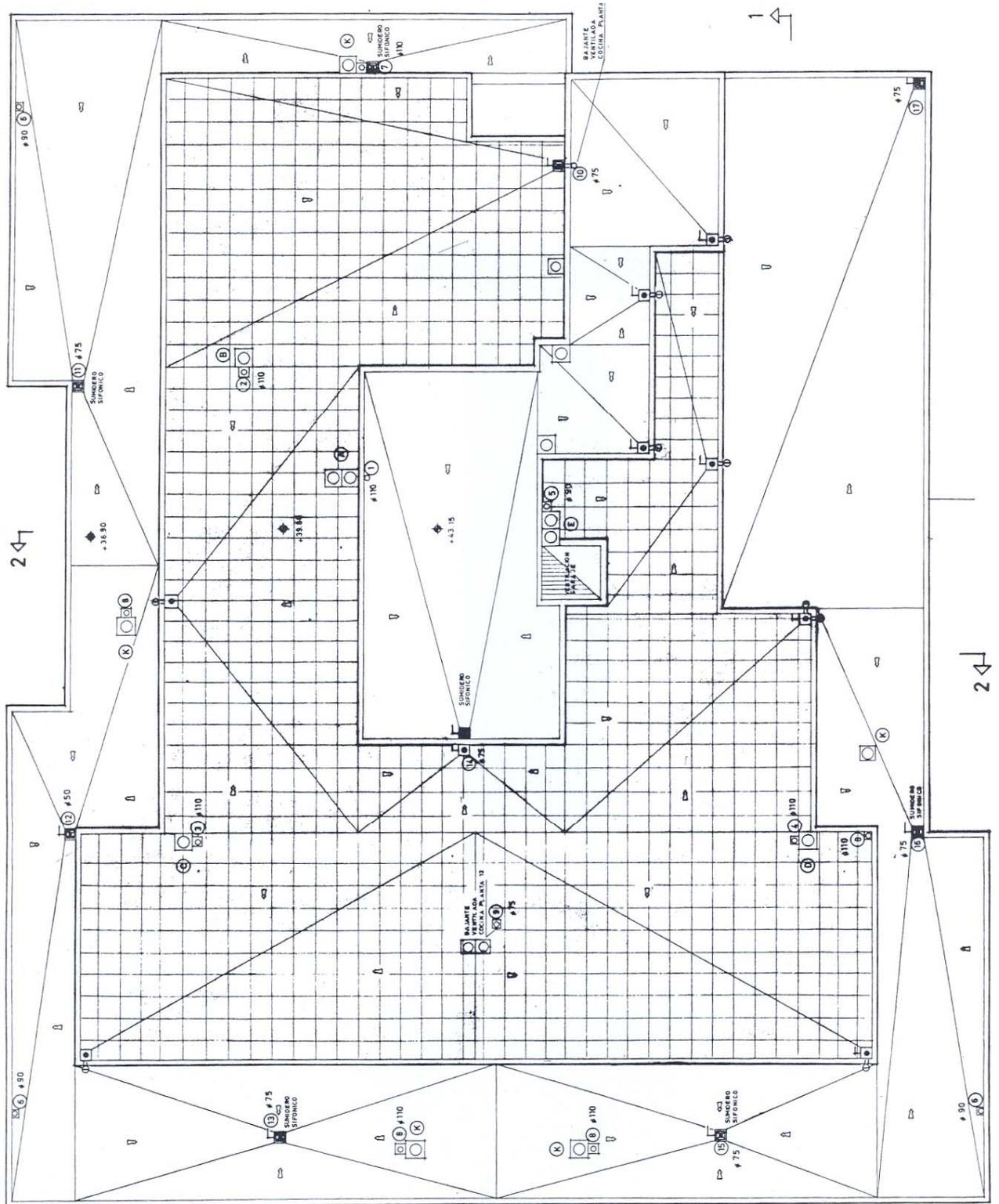


Figura 4.26b. Planta de cubierta.

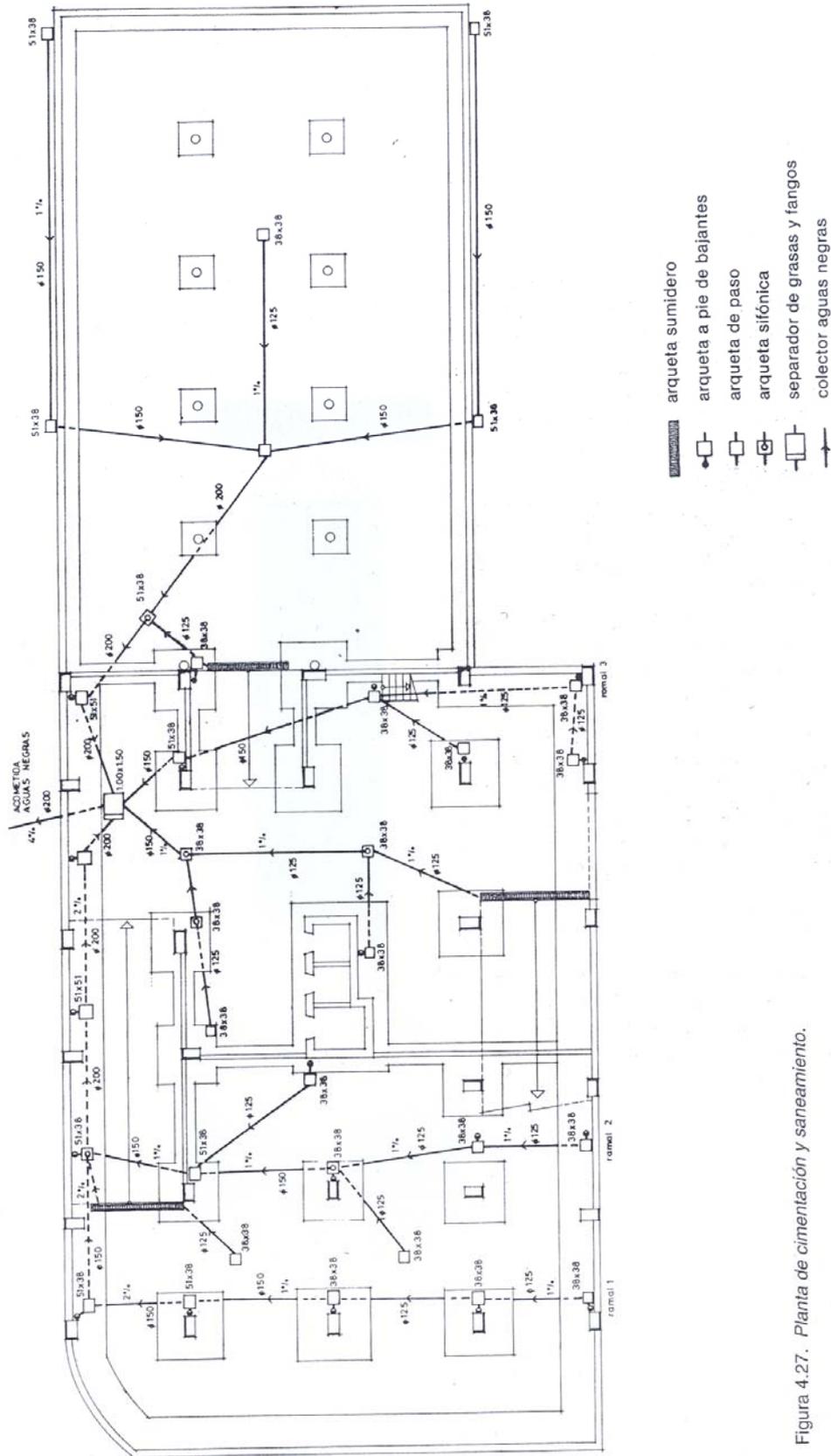


Figura 4.27. Planta de cimentación y saneamiento.