



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona.

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial (Acceso desde Grado I. Electrónica Industrial y Automática)

AUTOR/A: Gallardo Jiménez, Carlos

Tutor/a: García-Serra García, Jorge

Cotutor/a: Escrivá Escrivá, Guillermo

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar la ocasión para agradecer la ayuda recibida por parte de los tutores del trabajo y a mi familiar por todo el apoyo durante el desarrollo de este.

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

RESUMEN

El presente documento recoge el diseño y cálculo de las instalaciones de suministro de agua fría, suministro de agua caliente, producción de agua caliente sanitaria a partir de captadores solares, sistema de evacuación de aguas residuales, sistema de evacuación de aguas pluviales, instalación de gas e instalación de suministro de baja tensión de un hotel de 7 plantas y 78 habitaciones situado en la ciudad de Barcelona.

Palabras Clave: Suministro agua fría, suministro agua caliente, agua caliente sanitaria, evacuación, suministro en baja tensión, hotel, suministro de gas.

RESUM

El present document recull el disseny i càlcul de les instal·lacions de subministrament d'aigua freda, subministrament d'aigua calenta, producció d'aigua calenta sanitària a partir de captadors solars, sistema d'evacuació d'aigües residuals, sistema d'evacuació d'aigües pluvials, instal·lació de gas i instal·lació de subministrament de baixa tensió d'un hotel de 7 plantes i 78 habitacions situat a la ciutat de Barcelona.

Paraules Clau: Subministre aigua freda, subministre aigua calenta, aigua calenta sanitària, evacuació, subministrament en baixa tensió, hotel, subministrament de gas.

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

ABSTRACT

This document includes the design and calculation of the cold water supply, hot water supply, domestic hot water production from solar collectors, wastewater evacuation system, rainwater evacuation system, gas installation and low voltage supply installation of a hotel with 7 floors and 78 rooms located in the city of Barcelona.

Keywords: Cold water supply, hot water supply, domestic hot water, evacuation, low voltage supply, hotel, gas supply.

DOCUMENTOS DEL PROYECTO

- CAPÍTULO I: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA FRÍA Y AGUA CALIENTE SANITARIA
- CAPÍTULO II: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA A PARTIR DE CONTRIBUCIÓN SOLAR TÉRMICA
- CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES
- CAPÍTULO IV: DISEÑO DEL SUMINISTRO DE GAS DE LA COCINA Y LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS
- CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE BAJA TENSIÓN
- CAPÍTULO VI: PRESUPUESTO
- BIBLIOGRAFÍA
- ANEXO I: PLANOS

ÍNDICE

ÍNDICE DEL PROYECTO

CAPÍTULO I: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE SANITARIA Y GAS		10
1	INTRODUCCIÓN.....	10
1.1	SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO	10
1.2.	CARACTERÍSTICAS DE LOS CUARTOS HÚMEDOS DE CADA PLANTA	12
2	MEMORIA DE CÁLCULO.....	12
2.1	INTRODUCCIÓN.....	12
2.2	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	12
2.3	ESQUEMAS DE AGUA FRÍA	14
2.4	ESQUEMÁS DE AGUA CALIENTE SANITARIA.....	15
2.5	CÁLCULO DE CAUDALES Y DIAMETROS	15
2.6	CÁLCULO DE LAS PRESIONES	19
2.6.1	Cálculo de las pérdidas por fricción en el tramo.....	20
2.6.2	Pérdidas en el tramo general.....	20
2.6.3	Cálculo de las pérdidas totales	21
2.6.4	Cálculo de la presión en directo.....	25
2.6.5	Cálculo de la presión en la Estación de Bombeo 1	26
2.7	CÁLCULO DEL VOLÚMEN DEL CALDERÍN	29
2.7.1	Selección del modelo comercial de calderín.....	30
2.8	CÁLCULO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO 1.....	31
2.8.1	Cálculo de la potencia de la EB1	31
2.8.2	Selección del modelo comercial	31
2.9	CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LOS ALJIBES.....	35
3.	DISEÑO DEL SUMINISTRO DE GAS	36
CAPÍTULO II: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA A PARTIR DE CONTRIBUCIÓN SOLAR TÉRMICA		37
1.	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	37
1.1	INTRODUCCIÓN.....	37
1.2	DESCRIPCIÓN Y TIPOLOGÍA DE LA INTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ACS ...	37
i.	Subsistema de contribución de energía renovable.....	37
1.3	SELECCIÓN DEL MODELO COMERCIAL DE CAPTADORES	40
2.	MEMORIA DE CÁLCULO.....	41
2.1	INTRODUCCIÓN.....	41
2.2	CONTRIBUCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE MÍNIMA	41
2.3	NECESIDADES ENERGÉTICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS	42
2.4	ENERGÍA QUE APORTA EL SOL POR METRO CUADRADO DE PLACA.....	44
2.5	SUPERFICIE DE CAPTACIÓN SOLAR Y NÚMERO DE CAPTADORES	47
2.6	SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE FILAS DE CAPTADORES	48
2.7	VOLUMEN DE ACUMULACIÓN SOLAR.....	49
CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES		51
1.	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	51
1.1	RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN	51
1.2	BAJANTES	52

1.3	COLECTORES	52
1.4	VENTILACIÓN	52
1.5	ARQUETAS, REGISTRO Y POZO GENERAL	52
1.6	POZO DE BOMBEO	53
2.	MEMORIA DE CÁLCULO.....	53
2.1	AGUAS RESIDUALES	53
2.1.1	Pequeña evacuación	53
2.1.2	Bajantes de aguas residuales	57
2.1.3	Colectores de aguas residuales.....	59
2.1.4	Descuelgues de los colectores de aguas residuales.....	61
2.1.5	Ventilación	61
2.1.6	Grupo de bombeo del pozo de evacuación de planta sótano	61
2.2	AGUAS PLUVIALES.....	62
2.2.1	Sumideros	62
2.2.2	Bajantes de aguas pluviales	63
2.2.3	Colectores de aguas pluviales.....	65
2.2.4	Descuelgues de los colectores de aguas pluviales	67
2.2.5	Ventilación de las bajantes de aguas pluviales	67
	CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	68
3.	INTRODUCCIÓN.....	68
4.	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS.....	68
3.1	DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS.....	68
3.2	EXTINTORES	69
3.3	BOCAS CONTRA INCENDIO EQUIPADAS.....	69
3.4	COLUMNA SECA	74
3.5	HIDRANTES EXTERIORES	75
3.6	SISTEMA DE EXTINCIÓN PARA COCINAR INDUSTRIAL	77
	CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	78
1.	INTRODUCCIÓN.....	78
2.	DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	78
3.	PREVISIÓN DE LA POTENCIA DEL LOCAL.....	78
3.1.	POTENCIA INSTALADA.....	78
3.2.	POTENCIA PREVISTA Y POTENCIA DE CÁLCULO.....	78
3.3.	POTENCIA MONOFÁSICA O TRIFÁSICA	79
4.	DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DE LA INSTALACIÓN	80
4.1.	EMPRESA SUMINISTRADORA	80
4.2.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	80
4.3.	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)	80
4.4.	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	84
4.5.	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)	85
4.5.1	Interruptor General Automático (IGA).....	85
4.5.2	Derivación a cuadros secundarios y aparatos.....	85
4.6	CUADROS SECUNDARIOS	89
4.6.1	CS Plana Sótano	89
4.6.2	CS Cocina	91
4.6.3	CT Bar.....	92
4.6.4	CS Plantas tipo	93
4.6.5	CT Habitación tipo	95
5.	SIMULACIÓN DE LA ILUMINACIÓN CON DIALUX	96
	CAPÍTULO VI: PRESUPUESTO	97

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

BIBLIOGRAFÍA	109
ANEXO I: PLANOS.....	110

CAPÍTULO I: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA FRÍA, AGUA CALIENTE SANITARIA Y GAS

1 INTRODUCCIÓN

En el presente documento se llevará a cabo el diseño y dimensionado de las instalaciones de suministro de agua de un hotel, junto con su distribución tanto de agua fría como caliente en él. Esto incluirá todas las tuberías desde la red general hasta cada uno de los aparatos de suministro de agua del hotel. Además, también se realizará el cálculo y la elección de las Estaciones de Bombeo necesarias, los aljibes y cualquier otro elemento esencial en el suministro de agua de la instalación. Todo este dimensionado y diseño estará reforzado mediante la explicación y cálculos necesarios para demostrar la elección de cada elemento de la instalación junto con esquemas visuales en los que se podrá observar toda la distribución del sistema en el hotel.

1.1 SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

El hotel en el que se centra el trabajo se encuentra en Barcelona (Cataluña), formado con un sótano, una planta baja, 6 plantas y una azotea, componiendo un total de 9 alturas (situándose el suelo de la azotea a 26,6m de la calzada) y con orientación noroeste .

Debida a la geografía de la ciudad de Barcelona, la presión de la acometida puede variar según la zona en la que nos encontremos, oscilando entre los 20 m.c.a (cotas más elevadas de la ciudad) y los 130 m.c.a (cotas menos elevadas). Como no tenemos datos exactos, hemos realizado el diseño de la instalación teniendo en cuenta 20 m.c.a, de esta forma nos encontramos en una situación más desfavorable.



Ilustración 1. Situación del hotel en Barcelona

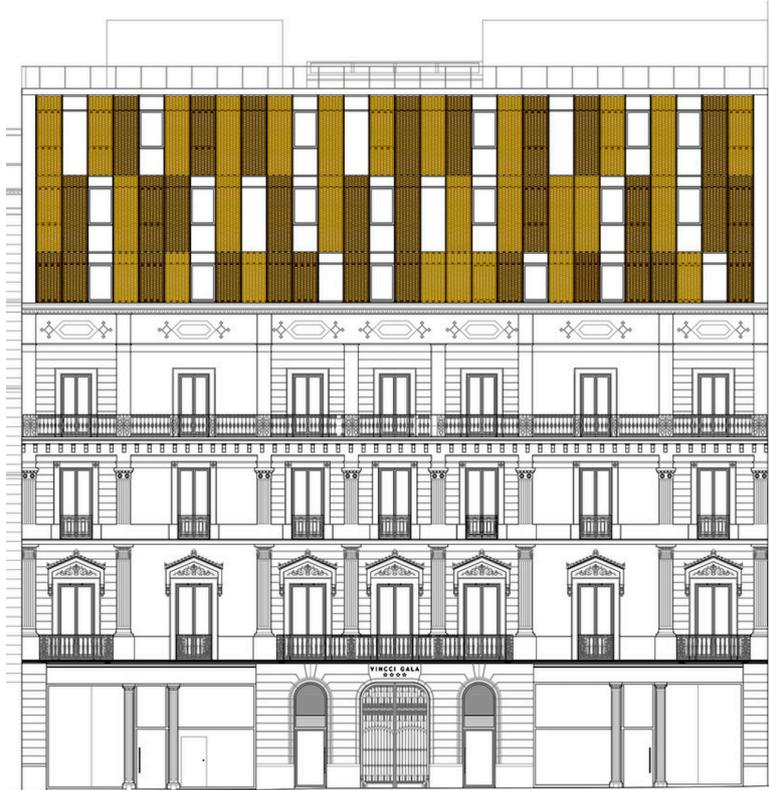


Ilustración 2. Fachada del hotel



Ilustración 3. Sección longitudinal del hotel

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS CUARTOS HÚMEDOS DE CADA PLANTA

La distribución de los cuartos húmedos del hotel varía entre la planta sótano, la planta baja y las plantas tipo, pero siendo exactamente en todas las plantas tipo. Por lo tanto, nos encontramos con la siguiente distribución.

Planta sótano:

- Cocina: 2 fregaderos industriales + 2 lavavajillas industriales
- Baño hombres: 1 inodoro + 2 urinarios + 2 lavabos
- Baño mujeres: 2 inodoros + 2 lavabos
- Baño de minusválidos: 1 inodoro + 1 lavabo
- Vestuario masculino: 2 lavabos + 2 duchas
- Vestuario femenino: 2 lavabos + 2 duchas
- Lavandería: 3 lavadoras + 3 secadoras

Planta tipo (x 6):

- 13 habitaciones: 1 ducha + 1 inodoro + 2 lavabos

Como la bañera es de < 1,4m el consumo de agua es el mismo que el de las duchas = 0,2 por lo que no necesitamos diferenciar las habitaciones y podemos decir que todas van a tener el mismo consumo.

2 MEMORIA DE CÁLCULO

2.1 INTRODUCCIÓN

En este apartado se explicarán los cálculos realizados en el diseño de la instalación en detalle que se han trabajado en la hoja Excel, pudiendo ver el resultado de dichos cálculos para la elección de los elementos necesarios.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

CUARTO DE MÁQUINAS

El suministro de agua a la instalación del hotel se realiza desde la planta sótano, donde se encuentra la sala de máquinas.

Desde el exterior la tubería de la acometida discurre enterrada por debajo de la calzada. Desde la acera la compañía suministradora tendrá acceso a la llave de registro en caso de que sea necesario.

La acometida discurre por el techo de la planta sótano hasta que, una vez en la sala de máquinas, atraviesa el forjado para alimentar la instalación de bombeo. El material que se ha seleccionado para el tramo desde la llave de registro hasta la base del montante es acero galvanizado, pensando en la seguridad de la tubería ya que se encuentra accesible a un posible accidente.

Después de atravesar el forjado se encuentra la llave de corte general, el filtro doble (para realizar de manera fácil el mantenimiento), el contador general, el grifo de comprobación, la válvula antirretorno y las llaves de corte.

Desde este punto la tubería se divide para suministrar agua a la planta sótano en directo y para alimentar los dos aljibes (para no cortar el suministro en caso de mantenimiento) de la estación de bombeo (EB1 para nombrarla de ahora en adelante). El suministro en directo discurre por el techo de la planta sótano mientras que el suministro de la EB1 sube por el montante que se divide en cada planta para realizar el suministro.

La estación de bombeo aspirará de un aljibe que cuenta con una sonda de nivel inferior que cortará el funcionamiento de las bombas cuando el nivel sea muy bajo, evitando de esta forma que aspiren en vacío y puedan sufrir daños. También contará con una sonda de nivel superior para interrumpir el llenado del aljibe cuando se alcance un máximo, un rebosadero y una alarma en caso de que la válvula de flotador con la que cuenta no se active y por lo tanto se consuma agua de forma innecesaria.

A la salida de la estación de bombeo se encuentra un calderín de membrana, que permite suministrar el agua a una presión constante y que gracias a regulador que tiene conectado a la EB1 se puede regular la frecuencia a la que gira en base a la demanda solicitada por el hotel, logrando así que la instalación no sufra oscilaciones de presión.

La estación de bombeo cuenta con un bypass conectado a la entrada del aljibe con el que se busca seguir con suministro (aunque no sea a los valores que demanda la instalación) en caso de fallo en la EB1, aprovechando el suministro en directo desde la red.

Una vez pasado el calderín, la tubería atraviesa de nuevo el forjado para subir a cada una de las plantas.

Los aljibes que se han colocado han sido de 1,5 m de diámetro y 1,9 m de alto. Se debe tener en cuenta el peso de los aljibes en el cálculo estructural del edificio, ya que suponen una carga puntual muy pesada.

INSTALACIONES PARTICULARES

Tras pasar el grupo de impulsión de agua, en la base del montante que suministra a cada una de las plantas del hotel se coloca una válvula antirretorno con una válvula de vaciado con su llave de corte. Todas las tuberías a partir de este punto serán de polipropileno.

Al final del montante que suministra a todas las plantas del hotel se coloca una válvula antiarriete y una ventosa con lo que se pretende evitar golpes de presión y evacuar el aire de las tuberías.

En cada una de las plantas la tubería se bifurcará para alimentar las habitaciones de la planta, en total 13. Todas las tuberías se encuentran tras un falso techo y paralelas a las paredes, facilitando de esta forma todas las tareas de mantenimiento.

Una vez en cada habitación tenemos la instalación particular de estas, donde al tratarse de una habitación de hotel, únicamente tendremos suministro al cuarto de baño de la habitación. En cada uno de estos encontraremos una llave de corte para ambos suministros, agua fría y agua caliente. Desde el techo del cuarto de baño bajará cada una de las tuberías hasta una altura aproximada de unos 60 cm donde encontramos la conexión con los aparatos.

La instalación de ACS se encuentra centralizada por lo que a cada habitación y planta llegará directamente una tubería con el suministro de agua caliente, después de haber calentado el agua fría en el depósito de inercia, acumulador y caldera. Como método de aportación de energía renovable al edificio se ha decidido elegir aprovechar la energía del sol mediante placas solares.

Los materiales para la instalación se han tenido en cuenta a la parte de esta donde se encuentran, considerando una presión mínima de 10 bar y además un 50% de la presión máxima de servicio.

2.3 ESQUEMAS DE AGUA FRÍA

Antes de avanzar en el cálculo de la instalación es necesario conocer la distribución de esta y como está compuesta, como se puede observar en los esquemas a continuación.

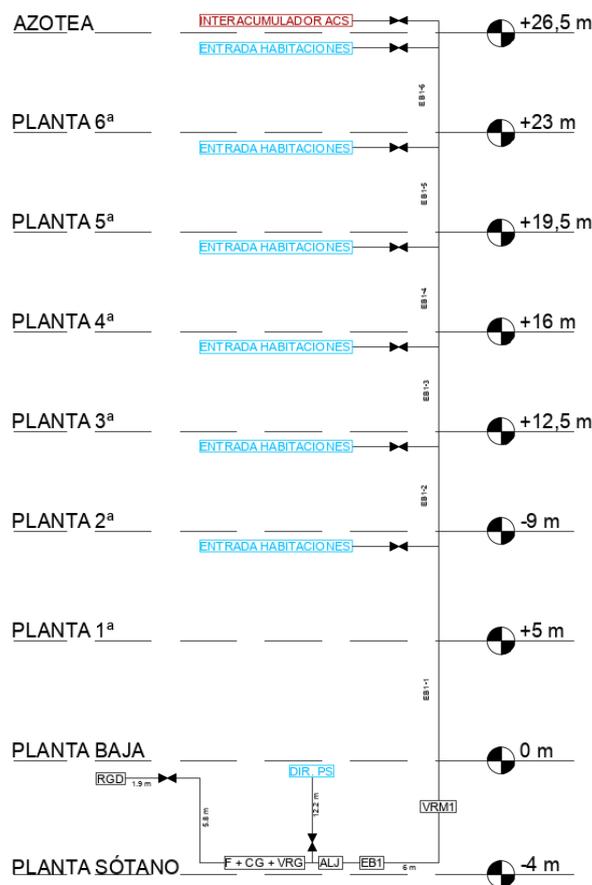


Ilustración 4. Esquema distribución agua fría

2.4 ESQUEMÁS DE AGUA CALIENTE SANITARIA

La instalación de agua caliente sanitaria tendría la misma distribución que el de agua fría ya que discurren en paralelo por toda la instalación de suministro del hotel. La única excepción la encontraríamos en la planta sótano donde se produce esta agua caliente, ya que tenemos una instalación con depósitos de inercia, acumuladores y una caldera.

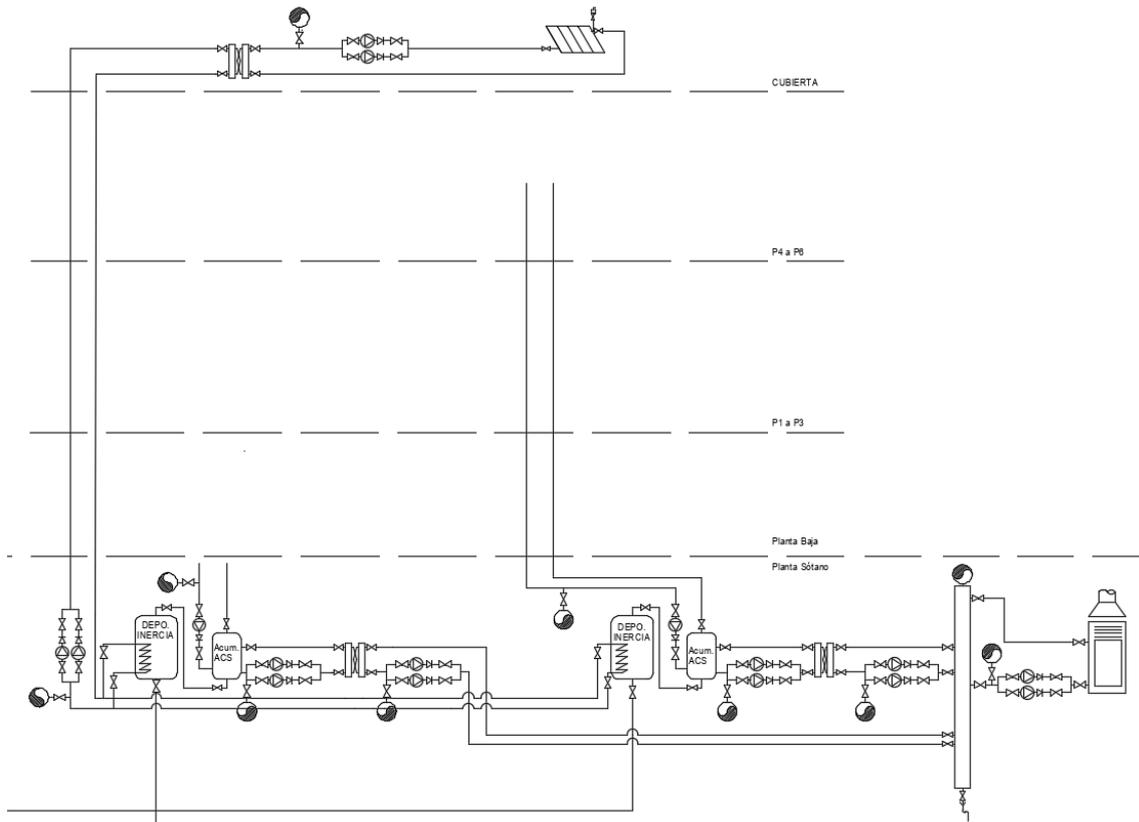


Ilustración 5. Esquema de producción y distribución de ACS

2.5 CÁLCULO DE CAUDALES Y DIAMETROS

A continuación, se lleva a cabo el cálculo de los caudales de la alimentación, donde se ha decidido utilizar la norma francesa entre aparatos a la hora de calcular el coeficiente de simultaneidad para las instalaciones particulares (IP) y el coeficiente de simultaneidad entre las habitaciones del hotel para la instalación general (IG). Establecemos un valor mínimo para este coeficiente de 0,2 y máximo de 1:

Instalación particular

$$Q_{IP} = k_{\text{aparatos}} \cdot \sum Q_{\text{instalado}}$$

$$k_{\text{aparatos}} = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad \text{Siendo } n = n^{\circ} \text{ de aparatos}$$

Instalación General

$$Q_{IG} = k_{habitaciones} \cdot \sum Q_{punta\ habitaciones}$$

$$k_n = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + \alpha [0,035 + 0,035 \log(\log n)]$$

Para el cálculo del coeficiente de simultaneidad en la instalación general seguimos la fórmula propuesta por Rubio Requena, donde en nuestro caso al tratarse de un hotel el valor de $\alpha = 3$.

Una vez hemos calculado el caudal punta para cada uno de los tramos, donde tomamos como estimación una velocidad de 1 m/s en las conducciones de la instalación general y 0,6 m/s en la instalación particular.

Conociendo la fórmula del caudal por una tubería, es posible despejar el diámetro teórico que debería tener la tubería para cumplir con el caudal y velocidad que hemos definido para cada uno de los tramos:

$$Q = v \cdot A = v \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$

Una vez conocido el diámetro teórico, seleccionamos el diámetro comercial directamente superior que cumplirá con las condiciones que hemos establecido para cada una de las tuberías. Conociendo el diámetro real comercial que se utilizará, se vuelve a calcular la velocidad del agua para confirmar que se cumple con las condiciones de diseño.

Para entender la nomenclatura de cada uno de los tramos a que parte de la instalación pertenece en la planta tipo, se ha indicado en la tabla siguiente:

Agrupación de habitaciones con la misma morfología	
HT1	HABITACIONES 1, 2, 3, 5 Y 6
H4	HABITACIÓN 4
H7	HABITACIÓN 7
H8	HABITACIÓN 8
H9	HABITACIÓN 9
H10	HABITACIÓN 10
H11	HABITACIÓN 11
H12	HABITACIÓN 12
H13	HABITACIÓN 13

Tabla 1. Nomenclatura de los tramos de instalación

En las siguientes tablas se pueden observar los datos de los cálculos para el diseño de las conducciones del hotel:

PLANTA SÓTANO										
Tramos	n	kn	Q instalado (l/s)	Q punta (l/s)	V diseño (m/s)	D teórico (mm)	Material	DN (mm)	D int. (mm)	V (m/s)
PS1	1	1,00	0,3	0,30	0,60	25,2	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,56
PS2	3	0,71	0,8	0,57	0,60	34,6	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,68
PS3 (Cocina)	4	0,58	1,1	0,64	1,00	28,4	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,76
PS4	2	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
PS5	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
PS6 (Baño Hombres)	5	0,50	0,38	0,19	1,00	15,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,92
PS7	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
PS8	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
PS9 (Baño Minusvalidos)	2	1,00	0,2	0,20	1,00	16,0	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,97
PS10	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
PS11	3	0,71	0,3	0,21	0,60	21,2	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,65
PS12 (Baño Mujeres)	4	0,58	0,4	0,23	1,00	17,1	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,71
PS13	11	0,32	0,98	0,31	1,00	19,9	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,95
PS14	15	0,27	2,08	0,56	1,00	26,6	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,67
PS15 (Vestuario Masculino)	4	0,58	0,6	0,35	1,00	21,0	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,64
PS16	2	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
PS17	1	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
PS18	3	0,71	0,4	0,28	0,60	24,5	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,52
PS19	1	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
PS20 (Vestuario Femenino)	4	0,58	0,6	0,35	1,00	21,0	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,64
PS21	8	0,38	1,2	0,45	1,00	24,0	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,84
PS22 (Lavandería)	3	0,71	1,8	1,27	1,00	40,3	Polipropileno	PPR-DN 50	40,8	0,97
PS23	11	0,32	3	0,95	1,00	34,8	Polipropileno	PPR-DN 50	40,8	0,73
DIR	26	0,20	5,08	1,02	1,00	36,0	Polipropileno	PPR-DN 50	40,8	0,78

Tabla 2. Resultados de caudales y diámetros de la planta sótano AF

PLANTA TIPO										
Tramos	n	kn	Q instalado (l/s)	Q punta (l/s)	V diseño (m/s)	D teórico (mm)	Material	DN (mm)	D int. (mm)	V (m/s)
HT1-1	1	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
HT1-2	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
HT1-3	4	0,58	0,5	0,29	0,60	24,8	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,54
H4-1	1	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
H4-2	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
H4-3	2	1,00	0,3	0,30	0,60	25,2	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,56
H4-4	2	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
H4	4	0,58	0,5	0,29	1,00	19,2	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,88
H7-1	1	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
H7-2	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
H7	4	0,58	0,5	0,29	1,00	19,2	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,88
H8-1	1	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
H8-2	2	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
H8	4	0,58	0,5	0,29	1,00	19,2	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,88
H9	4	0,58	0,5	0,29	1,00	19,2	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,88
H10	4	0,58	0,5	0,29	1,00	19,2	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,88
H11	4	0,58	0,5	0,29	1,00	19,2	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,88
H12-1	1	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
H12-2	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
H12	4	0,58	0,5	0,29	1,00	19,2	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,88
H13-1	1	1,00	0,200	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
H13-2	2	1,00	0,200	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61
H13	4	0,58	0,5	0,29	1,00	19,2	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,88
PT1	8	0,30	1	0,30	1,00	19,5	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,92
PT2	12	0,24	1,5	0,36	1,00	21,3	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,66
PT3	16	0,21	2	0,41	1,00	22,9	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,76
PT4	20	0,20	2,5	0,50	1,00	25,2	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,93
PT5	24	0,20	3	0,60	1,00	27,6	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,72
PT6	8	0,30	1	0,30	1,00	19,5	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,92
PT7	8	0,30	1	0,30	1,00	19,5	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,92
PT8	16	0,21	2	0,41	1,00	22,9	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,76
PT9	44	0,20	5,5	1,10	1,00	37,4	Polipropileno	PPR-DN 50	40,8	0,84
PT10	48	0,20	6	1,20	1,00	39,1	Polipropileno	PPR-DN 50	40,8	0,92
PT11	52	0,20	6,5	1,30	1,00	40,7	Polipropileno	PPR-DN 50	40,8	0,99

Tabla 3. Resultado de los caudales y diámetros de la planta tipo AF

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

SUMINISTRO											
Tramos	n	kn	Q instalado (l/s)	Q punta (l/s)	V diseño (m/s)	D teórico (mm)	Material	DN (mm)	D int. (mm)	V (m/s)	
EB1-6	52	0,20	6,5	1,30	1,00	40,7	Polipropileno	PPR-DN 50	40,8	0,99	
EB1-5	104	0,20	13	2,60	1,00	57,5	Polipropileno	PPR-DN 75	61,4	0,88	
EB1-4	156	0,20	19,5	3,90	1,00	70,5	Polipropileno	PPR-DN 90	73,6	0,92	
EB1-3	208	0,20	26	5,20	1,00	81,4	Polipropileno	PPR-DN 110	90,0	0,82	
EB1-2	260	0,20	32,5	6,50	1,00	91,0	Polipropileno	PPR-DN 125	102,2	0,79	
EB1-1	312	0,20	39	7,80	1,00	99,7	Polipropileno	PPR-DN 125	102,2	0,95	
DIR	26	0,20	5,08	1,02	1,00	36,0	Polipropileno	PPR-DN 50	40,8	0,78	
TA-1	338	0,20	44,08	8,82	1,00	105,9	Acero galvanizad	AG DN 5"	129,7	0,67	
TA-2	338	0,20	44,08	8,82	1,00	105,9	Acero galvanizad	AG DN 5"	129,7	0,67	
AC	338	0,20	44,08	8,82	1,00	105,9	Polietileno	PE-DN 125	115,4	0,84	

Tabla 4. Resultado de los caudales y diámetros del suministro de AF

A la hora de seleccionar los diámetros nominales de cada uno de los tramos de la instalación general se ha tenido en cuenta que la velocidad del agua esté comprendida entre 0,6 m/s y 1 m/s, además de estandarizar el diámetro de las conducciones para de esta forma no tener gran cantidad de tubos de diferentes diámetros, todo lo contrario, grupos de igual diámetro.

En las siguientes tablas se puede ver el mismo procedimiento, pero para el ACS:

PLANTA SÓTANO											
Tramos	n	kn	Q instalado (l/s)	Q punta (l/s)	V diseño (m/s)	D teórico (mm)	Material	DN (mm)	D int. (mm)	V (m/s)	
PS1-ACS	1	1,00	0,2	0,20	0,60	20,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,61	
PS2-ACS	3	0,71	0,6	0,42	0,60	30,0	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,51	
PS3-ACS (Cocina)	4	0,58	0,8	0,46	0,60	31,3	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,55	
PS4-ACS	2	1,00	0,13	0,13	0,60	16,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,63	
PS5-ACS	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	
PS6-ACS (Baño Hombres)	2	1,00	0,13	0,13	0,60	16,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,63	
PS7-ACS	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	
PS8-ACS	1	1,00	0,065	0,07	0,60	11,7	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50	
PS9-ACS (Baño Minusvalidos)	1	1,00	0,065	0,07	0,60	11,7	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,97	
PS10-ACS	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-	
PS11-ACS	2	1,00	0,13	0,13	0,60	16,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,63	
PS12-ACS (Baño Mujeres)	2	1,00	0,13	0,13	0,60	16,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,63	
PS13-ACS	5	0,50	0,325	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79	
PS14-ACS	9	0,35	1,125	0,40	0,60	29,1	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,74	
PS15-ACS (Vestuario Masculino)	4	0,58	0,33	0,19	0,60	20,1	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,58	
PS16-ACS	2	1,00	0,13	0,13	0,60	16,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,63	
PS17-ACS	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50	
PS18-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,50	
PS19-ACS	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50	
PS20-ACS (Vestuario Femenino)	4	0,58	0,33	0,19	0,60	20,1	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,58	
PS21-ACS	8	0,38	0,66	0,25	0,60	23,0	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,76	
PS22-ACS (Lavandería)	3	0,71	1,2	0,85	0,60	42,4	Polipropileno	PPR-DN 50	40,8	0,65	
PS23-ACS	11	0,32	1,86	0,59	0,60	35,3	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,70	
DIR-ACS	20	0,20	2,985	0,60	1,00	27,6	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,72	

Tabla 5. Resultados de caudales y diámetros de la planta sótano ACS

PLANTA TIPO										
Tramos	n	kn	Q instalado (l/s)	Q punta (l/s)	V diseño (m/s)	D teórico (mm)	Material	DN (mm)	D int. (mm)	V (m/s)
HT1-1-ACS	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
HT1-2-ACS	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-
HT1-3-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H1-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H2-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H3-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H5-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H6-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H4-1-ACS	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
H4-2-ACS	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-
H4-3-ACS	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
H4-4-ACS	2	1,00	0,13	0,13	0,60	16,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,63
H4-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H7-1-ACS	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
H7-2-ACS	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-
H7-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H8-1-ACS	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
H8-2-ACS	2	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
H8-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H9-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H10-ACS	3	0,71	0,230	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H11-ACS	3	0,71	0,230	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H12-1-ACS	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
H12-2-ACS	0	-	0	-	-	-	-	-	-	-
H12-ACS	3	0,71	0,23	0,16	0,60	18,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
H13-1-ACS	1	1,00	0,1	0,10	0,60	14,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,50
H13-2-ACS	2	1,00	0,13	0,13	0,60	16,6	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,63
H13-ACS	3	0,71	0,23	0,16	1,00	14,4	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,79
PT1-ACS	6	0,36	0,46	0,16	1,00	14,5	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,80
PT2-ACS	9	0,28	0,69	0,19	1,00	15,7	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,94
PT3-ACS	12	0,24	0,92	0,22	1,00	16,7	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,67
PT4-ACS	15	0,21	1,15	0,24	1,00	17,6	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,75
PT5-ACS	18	0,20	1,38	0,28	1,00	18,7	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,84
PT6-ACS	6	0,36	0,46	0,16	1,00	14,5	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,80
PT7-ACS	6	0,36	0,46	0,16	1,00	14,5	Polipropileno	PPR-DN20	16,2	0,80
PT8-ACS	12	0,24	0,92	0,22	1,00	16,7	Polipropileno	PPR-DN 25	20,4	0,67
PT9-ACS	33	0,20	2,53	0,51	1,00	25,4	Polipropileno	PPR-DN 32	26,2	0,94
PT10-ACS	36	0,20	2,76	0,55	1,00	26,5	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,66
PT11-ACS	39	0,20	2,99	0,60	1,00	27,6	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,72

Tabla 6. Resultados de caudales y diámetros de la planta sótano ACS

SUMINISTRO										
Tramos	n	kn	Q instalado (l/s)	Q punta (l/s)	V diseño (m/s)	D teórico (mm)	Material	DN (mm)	D int. (mm)	V (m/s)
EB1-6-ACS	39	0,20	2,99	0,60	1,00	27,6	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,72
EB1-5-ACS	78	0,20	5,98	1,20	1,00	39,0	Polipropileno	PPR-DN 50	40,8	0,91
EB1-4-ACS	117	0,20	8,97	1,79	1,00	47,8	Polipropileno	PPR-DN 63	51,4	0,86
EB1-3-ACS	156	0,20	11,96	2,39	1,00	55,2	Polipropileno	PPR-DN 75	61,4	0,81
EB1-2-ACS	195	0,20	14,95	2,99	1,00	61,7	Polipropileno	PPR-DN 90	73,6	0,70
EB1-1-ACS	234	0,20	17,94	3,59	1,00	67,6	Polipropileno	PPR-DN 90	73,6	0,84
DIR-ACS	20	0,20	2,985	0,60	1,00	27,6	Polipropileno	PPR-DN 40	32,6	0,72

Tabla 7. Resultado de los caudales y diámetros del suministros de ACS

2.6 CÁLCULO DE LAS PRESIONES

Para poder realizar el dimensionado de las EB y la instalación alimentada en directo, se necesita conocer las presiones manométricas en cada punto, siguiendo los pasos explicados a continuación:

2.6.1 Cálculo de las pérdidas por fricción en el tramo

Para considerar las pérdidas que se sufren por fricción en los tramos de tubería se ha mayorado en un 30% la longitud de estos tramos, sumando solo los tramos que transporten el mismo caudal.

En primero lugar, se calcula el número de Reynolds, considerando el diámetro interior de la tubería, la velocidad real a la que se transporta el agua y que la viscosidad cinemática del agua es $\nu = 0,0000011 \text{ m}^2/\text{s}$

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot \nu \cdot D}$$

Una vez conocido el número de Reynolds, se calcula el coeficiente de fricción, donde ε es la rugosidad de la tubería y puede variar según el material que se utilice, teniendo en cuenta que a mayor uso el desgaste de la tubería provoca que se tenga mayor fricción, en nuestro caso se ha considerado:

- Polipropileno: $\varepsilon = 0,1 \text{ mm}$
- Acero galvanizado: $\varepsilon = 0,15 \text{ mm}$
- Polietileno: $\varepsilon = 0,15 \text{ mm}$

$$f = \frac{0,25}{[\log_{10}(\frac{\varepsilon}{D \cdot 3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}})]^2}$$

Por último, una vez tenemos todos los datos podemos calcular las pérdidas por fricción del tramo de tubería:

$$h_f = \frac{8 \cdot f \cdot L \cdot Q^2}{\pi^2 \cdot D^5 \cdot g} \text{ (m. c. a)}$$

2.6.2 Pérdidas en el tramo general

Se trata del tramo desde la acometida hasta los suministros en directo o las diferentes estaciones de bombeo. Para el cálculo de las pérdidas, solo tendremos en cuenta aquellas producidas por el Contador General, la válvula de retención y los filtros.

Contador General

Para conocer las pérdidas localizadas en el contador general primero tenemos que seleccionar un diámetro comercial, para ello se necesita conocer el diámetro teórico que se obtiene con la siguiente expresión:

$$Q = v \cdot \frac{\pi D_{\text{teo}}^2}{4}$$

Donde Q es el caudal que circula por la acometida, en nuestro caso $Q = 8,84 \text{ l/s}$, y v la velocidad de diseño $v = 0,8 \text{ m/s}$, obteniendo de esta forma un diámetro teórico $D_t = 118,5 \text{ mm}$

En base al diámetro teórico, seleccionando el inmediatamente superior de la siguiente tabla:

D (mm)	Qmax (m ³ /h)	k
15	3	8.8
20	5	10.0
25	7	12.5
30	10	12.7
40	20	10.0
50	30	6.5
65	50	5.6
80	80	5.0
100	120	4.4
150	300	3.5
200	500	4.0

Tabla 8. Valores de k en función del diámetro del contador general

Obtenemos una pérdida en el contador general de diámetro $D = 150 \text{ mm}$ de $K = 3,5$ y una caudal máximo que puede pasar a través de él de $300 \text{ m}^3/\text{h}$. De esta forma las pérdidas localizadas que encontramos serán iguales a $h_m = 0,044 \text{ m.c.a.}$

Filtros

Para conocer las pérdidas que se producen en los filtros podemos suponer unas pérdidas de 2 m.c.a por filtro. En este caso, la instalación dispone de filtro doble, por lo que las pérdidas serán de 4 m.c.a.

Válvula de retención

Del mismo modo que se calcula la pérdida del contador general, el diámetro comercial se selecciona de (Añadir la referencia de la tabla del contador general). Como los dos elementos se encuentran en la acometida de la instalación, ambos diseñados para una velocidad igual a 0.8 m/s , el diámetro teórico será el mismo $D_t = 118,5 \text{ mm}$, por lo tanto, $K = 3,5$ y $h_m = 0,044 \text{ m.c.a.}$

2.6.3 Cálculo de las pérdidas totales

En las siguientes tablas se puede observar el cálculo de las pérdidas de la instalación de agua fría. Para obtener las pérdidas totales se ha realizado la suma de cada una de las pérdidas localizadas en cada uno de los elementos:

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

PLANTA SÓTANO					
Nombre tramo	Lreal (m)	Lcálc. (m)	Re	f	hf Tramo (mca)
PS1	3,59	4,67	13.253,71	0,04	0,10
PS2	3,38	4,39	20.085,14	0,03	0,10
PS3 (Cocina)	4,86	6,32	22.549,24	0,03	0,18
PS4	2,39	3,11	11.347,95	0,04	0,11
PS5	3,95	5,13	7.363,64	0,04	0,17
PS6 (Baño Hombres)	1,73	2,25	13.575,51	0,04	0,23
PS7	0,85	1,10	7.363,64	0,04	0,04
PS8	1,67	2,16	7.363,64	0,04	0,07
PS9 (Baño Minusvalidos)	2,97	3,86	14.290,01	0,04	0,43
PS10	3,91	5,08	7.363,64	0,04	0,17
PS11	4,91	6,38	12.036,31	0,04	0,25
PS12 (Baño Mujeres)	3,01	3,91	13.103,48	0,04	0,18
PS13	0,28	0,37	17.583,82	0,04	0,03
PS14	1,53	1,99	19.737,82	0,03	0,04
PS15 (Vestuario Masculino)	7,21	9,37	15.304,06	0,03	0,26
PS16	1,84	2,39	11.347,95	0,04	0,08
PS17	1,07	1,39	11.347,95	0,04	0,05
PS18	1,16	1,50	12.495,72	0,04	0,03
PS19	1,07	1,39	11.347,95	0,04	0,05
PS20 (Vestuario Femenino)	3,00	3,90	15.304,06	0,03	0,11
PS21	0,30	0,39	20.037,72	0,03	0,02
PS22 (Lavandería)	2,13	2,77	36.108,94	0,03	0,09
PS23	13,78	17,92	26.914,02	0,03	0,35
DIR	26,01	33,81	28.823,78	0,03	0,75

Tabla 9. Resultado de las pérdidas en planta sótano AF

PLANTA TIPO					
Nombre tramo	Lreal (m)	Lcálc. (m)	Re	f	hf Tramo (mca)
HT1-1	0,57	0,74	11.347,95	0,04	0,03
HT1-2	1,15	1,50	7.363,64	0,04	0,05
HT1-3	4,29	5,58	12.753,39	0,04	0,11
H4-1	0,59	0,77	11.347,95	0,04	0,03
H4-2	1,55	2,01	7.363,64	0,04	0,07
H4-3	0,97	1,26	13.253,71	0,04	0,03
H4-4	0,59	0,77	11.347,95	0,04	0,03
H4	0,71	0,92	16.379,35	0,04	0,06
H7-1	1,42	1,84	11.347,95	0,04	0,06
H7-2	1,44	1,87	7.363,64	0,04	0,06
H7	4,53	5,89	16.379,35	0,04	0,41
H8-1	0,50	0,65	11.347,95	0,04	0,02
H8-2	1,34	1,74	11.347,95	0,04	0,06
H8	4,58	5,96	16.379,35	0,04	0,41
H9	5,78	7,52	16.379,35	0,04	0,52
H10	4,29	5,57	16.379,35	0,04	0,96
H11	6,32	8,22	16.379,35	0,04	0,57
H12-1	0,50	0,66	11.347,95	0,04	0,02
H12-2	1,96	2,55	7.363,64	0,04	0,08
H12	2,80	3,63	16.379,35	0,04	0,25
H13-1	0,89	1,16	11.347,95	0,04	0,04
H13-2	1,00	1,30	11.347,95	0,04	0,05
H13	7,99	10,39	16.379,35	0,04	0,72
PT1	3,66	4,76	17.021,92	0,04	0,36
PT2	1,59	2,07	15.802,50	0,03	0,06
PT3	5,20	6,76	18.191,36	0,03	0,26
PT4	4,09	5,32	22.089,51	0,03	0,29
PT5	4,11	5,34	21.303,51	0,03	0,14
PT6	1,78	2,31	17.021,92	0,04	0,17
PT7	2,97	3,86	17.021,92	0,04	0,29
PT8	4,30	5,59	18.191,36	0,03	0,21
PT9	5,21	6,77	31.206,85	0,03	0,17
PT10	1,88	2,44	34.043,84	0,03	0,07
PT11	1,44	1,87	36.880,82	0,03	0,07

Tabla 10. Resultado de las pérdidas en planta tipo AF

SUMINISTRO					
Nombre tramo	Lreal (m)	Lcál. (m)	Re	f	hf Tramo (mca)
EB1-6	23,50	30,55	36.880,82	0,03	0,16
EB1-5	27,00	35,10	49.014,26	0,03	0,08
EB1-4	30,60	39,78	61.334,41	0,02	0,07
EB1-3	13,00	16,90	66.877,23	0,02	0,04
EB1-2	16,50	21,45	73.617,30	0,02	0,03
EB1-1	20,00	26,00	88.340,76	0,02	0,17
DIR	26,01	33,81	28.823,78	0,03	0,75
TA	4,93	6,41	78.677,23	0,02	0,02
AC	1,60	2,08	88.426,66	0,02	0,05

Tabla 11. Resultado de las pérdidas en el suministro AF

Y las pérdidas para las conducciones de ACS:

PLANTA SÓTANO					
Nombre tramo	Lreal (m)	Lcál. (m)	Re	f	hf Tramo (mca)
PS1-ACS	3,59	4,67	11.347,95	0,04	0,16
PS2-ACS	3,38	4,39	15.063,85	0,03	0,06
PS3-ACS (Cocina)	4,86	6,32	16.399,45	0,03	0,10
PS4-ACS	2,39	3,11	9.288,50	0,04	0,16
PS5-ACS					
PS6-ACS (Baño Hombres)	1,73	2,25	9.288,50	0,04	0,11
PS7-ACS					
PS8-ACS	1,67	2,16	7.363,64	0,04	0,07
PS9-ACS (Baño Minusvalidos)	2,97	3,86	14.290,01	0,04	0,43
PS10-ACS					
PS11-ACS	4,91	6,38	9.288,50	0,04	0,32
PS12-ACS (Baño Mujeres)	3,01	3,91	9.288,50	0,04	0,20
PS13-ACS	0,28	0,37	11.610,63	0,04	0,03
PS14-ACS	1,53	1,99	17.572,10	0,03	0,07
PS15-ACS (Vestuario Masculino)	7,21	9,37	10.810,37	0,04	0,30
PS16-ACS	1,84	2,39	9.288,50	0,04	0,12
PS17-ACS	1,07	1,39	7.363,64	0,04	0,05
PS18-ACS	1,16	1,50	9.227,84	0,04	0,04
PS19-ACS	1,07	1,39	7.363,64	0,04	0,05
PS20-ACS (Vestuario Femenino)	3,00	3,90	10.810,37	0,04	0,12
PS21-ACS	0,30	0,39	14.154,10	0,04	0,02
PS22-ACS (Lavandería)	2,13	2,77	24.072,63	0,03	0,04
PS23-ACS	13,78	17,92	20.883,96	0,03	0,44
DIR-ACS	26,01	33,81	21.196,99	0,03	0,86

Tabla 12. Resultado de las pérdidas en planta sótano ACS

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

PLANTA TIPO					
Nombre tramo	Lreal (m)	Lcálcl. (m)	Re	f	hf Tramo (mca)
HT1-1-ACS	0,57	0,74	7.363,64	0,04	0,02
HT1-2-ACS					
HT1-3-ACS	4,29	5,58	11.620,24	0,04	0,43
H1-ACS	4,29	5,58	11.620,24	0,04	0,43
H2-ACS	4,29	5,58	11.620,24	0,04	0,43
H3-ACS	4,29	5,58	11.620,24	0,04	0,43
H5-ACS	4,29	5,58	11.620,24	0,04	0,43
H6-ACS	4,29	5,58	11.620,24	0,04	0,43
H4-1-ACS	0,59	0,77	7.363,64	0,04	0,03
H4-2-ACS					
H4-3-ACS	0,97	1,26	7.363,64	0,04	0,04
H4-4-ACS	0,59	0,77	9.288,50	0,04	0,04
H4-ACS	0,71	0,92	11.620,24	0,04	0,07
H7-1-ACS	1,42	1,84	7.363,64	0,04	0,06
H7-2-ACS					
H7-ACS	4,53	5,89	11.620,24	0,04	0,45
H8-1-ACS	0,50	0,65	7.363,64	0,04	0,02
H8-2-ACS	1,34	1,74	7.363,64	0,04	0,06
H8-ACS	4,58	5,96	11.620,24	0,04	0,45
H9-ACS	5,78	7,52	11.620,24	0,04	0,57
H10-ACS	4,29	5,57	11.620,24	0,04	0,43
H11-ACS	6,32	8,22	11.620,24	0,04	0,63
H12-1-ACS	0,50	0,66	7.363,64	0,04	0,02
H12-2-ACS					
H12-ACS	2,80	3,63	11.620,24	0,04	0,28
H13-1-ACS	0,89	1,16	7.363,64	0,04	0,04
H13-2-ACS	1,00	1,30	9.288,50	0,04	0,07
H13-ACS	7,99	10,39	11.620,24	0,04	0,79
PT1-ACS	3,66	4,76	11.738,22	0,04	0,37
PT2-ACS	1,59	2,07	13.804,15	0,04	0,22
PT3-ACS	5,20	6,76	12.447,82	0,04	0,28
PT4-ACS	4,09	5,32	13.865,77	0,04	0,27
PT5-ACS	4,11	5,34	15.660,17	0,04	0,34
PT6-ACS	1,78	2,31	11.738,22	0,04	0,18
PT7-ACS	2,97	3,86	11.738,22	0,04	0,30
PT8-ACS	4,30	5,59	12.447,82	0,04	0,23
PT9-ACS	5,21	6,77	22.354,59	0,03	0,38
PT10-ACS	1,88	2,44	19.599,23	0,03	0,05
PT11-ACS	1,44	1,87	21.232,49	0,03	0,05

Tabla 13. Resultado de las pérdidas en planta tipo ACS

SUMINISTRO					
Nombre tramo	Lreal (m)	Lcálcl. (m)	Re	f	hf Tramo (mca)
EB1-6	23,50	30,55	21.232,49	0,03	0,12
EB1-5	27,00	35,10	33.930,36	0,03	0,14
EB1-4	30,60	39,78	40.399,57	0,03	0,09
EB1-3	13,00	16,90	45.093,12	0,03	0,06
EB1-2	16,50	21,45	47.023,05	0,03	0,04
EB1-1	20,00	26,00	56.427,66	0,02	0,21
DIR	26,01	33,81	21.196,99	0,03	0,86

Tabla 14. Resultado de las pérdidas en el suministro ACS

2.6.4 Cálculo de la presión en directo

Para la presión en directo se ha decidido utilizarse únicamente para el suministro de agua a la planta sótano. Para asegurar el correcto funcionamiento de los dispositivos con la presión en directo es necesario asegurar una presión mínima de 10 m.c.a a la entrada del elemento más desfavorable de la instalación en planta sótano.

Partimos de una presión en red que se ha considerado de 20 m.c.a teniendo en cuenta la situación más desfavorable de la ciudad de Barcelona, la cota de la acometida es de -0,15 m desde el nivel del suelo y el suministro en directo se hará desde el falso techo de la planta sótano que se encuentra a -0,5 m desde el nivel del suelo. Aplicando la ecuación de Bernoulli podemos obtener la presión con la que se suministrará en directo después de pérdidas:

$$\frac{P_{red}}{\gamma} + Z_{red} = \frac{P_{dir}}{\gamma} + Z_{dir} + \sum h_f + \sum h_m$$

$$20 - 0,15 = \frac{P_{dir}}{\gamma} - 0,5 + h_{AC} + h_{TA} + h_{dir}$$

$$20 - 0,15 = \frac{P_{dir}}{\gamma} - 0,5 + 0,012 + 2,199 + 0,615$$

$$\frac{P_{dir}}{\gamma} = 17,524 \text{ m. c. a}$$

Como podemos observar en la tabla siguiente, la presión que tenemos en el elementos más desfavorable de la planta sótano es 16,64 m.c.a > 10 m.c.a por lo tanto podemos suministrar en directo en la planta sótano sin problema:

Nombre tramo	Presión Planta Sótano (mca)
PS1	16,64
PS2	16,70
PS3 (Cocina)	16,73
PS4	16,65
PS5	16,54
PS6 (Baño Hombres)	16,67
PS7	16,49
PS8	16,46
PS9 (Baño Minusvalidos)	16,52
PS10	16,58
PS11	16,64
PS12 (Baño Mujeres)	16,71
PS13	16,85
PS14	16,87
PS15 (Vestuario Masculino)	16,32
PS16	16,40
PS17	16,41
PS18	16,42
PS19	16,43
PS20 (Vestuario Femenino)	16,44
PS21	16,53
PS22 (Lavandería)	16,55
PS23	16,62
DIR	16,91

Tabla 15. Resultado de las presiones del suministro en directo AF

Y para el caso de ACS:

Nombre tramo	Presión Planta Sótano (mca)
PS1-ACS	16,68
PS2-ACS	16,67
PS3-ACS (Cocina)	16,72
PS4-ACS	16,72
PS5-ACS	16,76
PS6-ACS (Baño Hombres)	16,76
PS7-ACS	16,75
PS8-ACS	16,72
PS9-ACS (Baño Minusvalidos)	16,75
PS10-ACS	16,74
PS11-ACS	16,65
PS12-ACS (Baño Mujeres)	16,74
PS13-ACS	16,79
PS14-ACS	16,80
PS15-ACS (Vestuario Masculino)	16,43
PS16-ACS	16,52
PS17-ACS	16,51
PS18-ACS	16,55
PS19-ACS	16,54
PS20-ACS (Vestuario Femenino)	16,58
PS21-ACS	16,68
PS22-ACS (Lavandería)	16,68
PS23-ACS	16,70
DIR-ACS	16,82

Tabla 16. Resultado de las presiones del suministro en directo ACS

2.6.5 Cálculo de la presión en la Estación de Bombeo 1

Se ha decidido que el suministro que proporciona la estación de bombeo irá destinado para todas las plantas de habitaciones del hotel, esto quiere decir que la EB1 tendrá que suministrar desde la Planta 1 hasta la Planta 6.

Los cálculos del diseño de la EB1 comienzan con la obtención de la presión mínima (presión de arranque) del calderín. Esta presión se obtiene aplicando la ecuación de Bernoulli entre el calderín y el elemento más desfavorable, en el cual se debe proporcionar mínimo 10 m.c.a.

El elemento más desfavorable de la instalación se encuentra en la habitación 9 de la planta 6 del hotel. El tramo perteneciente a este elemento es el que hemos nombrado como H9 y se trata del inodoro de la habitación 9:

$$\frac{P_{calderín}}{\gamma} = \frac{P_{H9}}{\gamma} + Z_{P6} + \sum h_f + \sum h_m$$

$$\frac{P_{calderín}}{\gamma} = 10 + 30,6 + 1,54 = 42,14 \text{ m. c. a (Presión arranque de la bomba)}$$

Conocida la presión mínima del calderín y con la que se activará la EB1, consideramos que el calderín trabajará con variaciones de presión de 15 m.c.a, de esta forma tenemos que la presión máxima en el calderín será de 57,14 m.c.a.

Por último, se obtiene la altura de bombeo aplicando Bernoulli entre la EB1 y el calderín (se tiene en cuenta que las bombas aspiran desde aljibe por lo que la presión a la entrada de la EB1 será la atmosférica despreciando los m.c.a que aporta la altura del aljibe):

$$H_{EB1} = \frac{P_{calderin\ min}}{\gamma} + \sum h_f + \sum h_m = \frac{P_{calderin\ min}}{\gamma} + h_{EB1}$$

$$H_{EB1} = 42,14 + 5 = 47,14\ m.\ c.\ a$$

Conocida la presión en el calderín, las pérdidas totales y las cotas, podemos calcular las presiones para cada uno de ellos suministrando con la EB1:

PRESIONES INSTALACIÓN AGUA FRÍA:

PLANTA TIPO						
Nombre tramo	Presión Planta 1. EB1 (mca)	Presión Planta 2. EB1 (mca)	Presión Planta 3. EB1 (mca)	Presión Planta 4. EB1 (mca)	Presión Planta 5. EB1 (mca)	Presión Planta 6. EB1 (mca)
H1-1	28,95	25,39	21,89	18,39	14,89	11,29
H1-2	28,96	25,40	21,90	18,40	14,90	11,30
H1-3	29,00	25,44	21,94	18,44	14,94	11,34
H2-1	28,75	25,25	21,75	18,25	14,75	11,15
H2-2	28,76	25,26	21,76	18,26	14,76	11,16
H2-3	28,79	25,29	21,79	18,29	14,79	11,19
H3-1	28,79	25,29	21,79	18,29	14,79	11,19
H3-2	28,76	25,26	21,76	18,26	14,76	11,16
H3-3	28,79	25,29	21,79	18,29	14,79	11,19
H5-1	28,45	24,95	21,45	17,95	14,45	10,85
H5-2	28,41	24,91	21,41	17,91	14,41	10,81
H5-3	28,45	24,95	21,45	17,95	14,45	10,85
H6-1	28,24	24,74	21,24	17,74	14,24	10,64
H6-2	28,21	24,71	21,21	17,71	14,21	10,61
H6-3	28,24	24,74	21,24	17,74	14,24	10,64
H4-1	28,69	25,19	21,69	18,19	14,69	11,09
H4-2	28,65	25,15	21,65	18,15	14,65	11,05
H4-3	28,70	25,20	21,70	18,20	14,70	11,10
H4-4	28,72	25,22	21,72	18,22	14,72	11,12
H4	28,72	25,22	21,72	18,22	14,72	11,12
H7-1	27,95	24,45	20,95	17,45	13,95	10,35
H7-2	27,92	24,42	20,92	17,42	13,92	10,32
H7	27,97	24,47	20,97	17,47	13,97	10,37
H8-1	27,68	24,18	20,68	17,18	13,68	10,08
H8-2	27,67	24,17	20,67	17,17	13,67	10,07
H8	27,68	24,18	20,68	17,18	13,68	10,08
H9	27,60	24,10	20,60	17,10	13,60	10,00
H10	27,82	24,32	20,82	17,32	13,82	10,22
H11	28,13	24,63	21,13	17,63	14,13	10,53
H12-1	28,22	24,72	21,22	17,72	14,22	10,62
H12-2	28,23	24,73	21,23	17,73	14,23	10,63
H12	28,29	24,79	21,29	17,79	14,29	10,69
H13-1	27,91	24,41	20,91	17,41	13,91	10,31
H13-2	27,91	24,41	20,91	17,41	13,91	10,31
H13	27,92	24,42	20,92	17,42	13,92	10,32
PT1	28,01	24,51	21,01	17,51	14,01	10,41
PT2	28,29	24,79	21,29	17,79	14,29	10,69
PT3	28,34	24,84	21,34	17,84	14,34	10,74
PT4	28,54	25,04	21,54	18,04	14,54	10,94
PT5	28,77	25,27	21,77	18,27	14,77	11,17
PT6	28,58	25,08	21,58	18,08	14,58	10,98
PT7	28,49	24,99	21,49	17,99	14,49	10,89
PT8	28,71	25,21	21,71	18,21	14,71	11,11
PT9	28,89	25,39	21,89	18,39	14,89	11,29
PT10	29,03	25,53	22,03	18,53	15,03	11,43
PT11	29,09	25,59	22,09	18,59	15,09	11,49

Tabla 17. Resultado de las presiones del suministro por estación de bombeo en planta tipo AF

Se puede observar como la presión para todos los elementos es > 10 m.c.a y cumplimos con el requisito mínimo para el punto más desfavorable, que como se menciona anteriormente es el inodoro de la habitación 9 de la planta 6.

También se ha de tener en cuenta que el núcleo más favorable puede tener en este caso un exceso de presión, por lo que es necesario comprobarlo e instalar, si así fuera, una válvula reductora de presión.

El punto de consumo más favorable se trata del lavabo de la habitación 1 de la primera planta del hotel. A la entrada del baño de la habitación 1 para la presión máxima:

$$\frac{P_{Lavabo\ hab.1}}{\gamma} = 57,14 - 13 - 0,053 = 44\ m.c.a$$

Por lo tanto, al ser la presión < 50 m.c.a no es necesario instalar una válvula reductora de presión para el punto de consumo más favorable.

PRESIONES INSTALACIÓN AGUA CALIENTE SANITARIA:

De igual modo que se han calculado las pérdidas para la instalación de agua fría, se han calculado para la instalación de agua caliente para asegurar que la presión que se consigue en los aparatos del edificio es > de 10 m.c.a:

PLANTA TIPO						
Nombre tramo	Presión Planta 1. EB1 (mca)	Presión Planta 2. EB1 (mca)	Presión Planta 3. EB1 (mca)	Presión Planta 4. EB1 (mca)	Presión Planta 5. EB1 (mca)	Presión Planta 6. EB1 (mca)
H1-1-ACS	29,00	25,50	22,00	18,50	15,00	11,40
H1-2-ACS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H1-3-ACS	29,01	25,51	22,01	18,51	15,01	11,41
H2-1-ASC	28,66	25,16	21,66	18,16	14,66	11,06
H2-2-ASC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H2-3-ASC	28,67	25,17	21,67	18,17	14,67	11,07
H3-1-ASC	28,66	25,16	21,66	18,16	14,66	11,06
H3-2-ASC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H3-3-ASC	28,67	25,17	21,67	18,17	14,67	11,07
H5-1-ASC	28,17	24,67	21,17	17,67	14,17	10,57
H5-2-ASC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H5-3-ASC	28,18	24,68	21,18	17,68	14,18	10,58
H6-1-ASC	27,95	24,45	20,95	17,45	13,95	10,35
H6-2-ASC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H6-3-ASC	27,95	24,45	20,95	17,45	13,95	10,35
H4-1-ASC	28,42	24,92	21,42	17,92	14,42	10,82
H4-2-ASC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H4-3-ASC	28,44	24,94	21,44	17,94	14,44	10,84
H4-4-ASC	28,46	24,96	21,46	17,96	14,46	10,86
H4-ASC	28,47	24,97	21,47	17,97	14,47	10,87
H7-1-ASC	27,71	24,21	20,71	17,21	13,71	10,11
H7-2-ASC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H7-ASC	27,76	24,26	20,76	17,26	13,76	10,16
H8-1-ASC	27,65	24,15	20,65	17,15	13,65	10,05
H8-2-ASC	27,62	24,12	20,62	17,12	13,62	10,02
H8-ASC	27,67	24,17	20,67	17,17	13,67	10,07
H9-ASC	27,64	24,14	20,64	17,14	13,64	10,04

PLANTA TIPO						
Nombre tramo	Presión Planta 1. EB1 (mca)	Presión Planta 2. EB1 (mca)	Presión Planta 3. EB1 (mca)	Presión Planta 4. EB1 (mca)	Presión Planta 5. EB1 (mca)	Presión Planta 6. EB1 (mca)
H10-ASC	28,32	24,82	21,32	17,82	14,32	10,72
H11-ASC	28,26	24,76	21,26	17,76	14,26	10,66
H12-1-ASC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H12-2-ASC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H12-ASC	28,26	24,76	21,26	17,76	14,26	10,66
H13-1-ASC	27,68	24,18	20,68	17,18	13,68	10,08
H13-2-ASC	27,70	24,20	20,70	17,20	13,70	10,10
H13-ASC	27,71	24,21	20,71	17,21	13,71	10,11
PT1-ASC	27,79	24,29	20,79	17,29	13,79	10,19
PT2-ASC	27,88	24,38	20,88	17,38	13,88	10,28
PT3-ASC	28,05	24,55	21,05	17,55	14,05	10,45
PT4-ASC	28,27	24,77	21,27	17,77	14,27	10,67
PT5-ASC	28,49	24,99	21,49	17,99	14,49	10,89
PT6-ASC	28,43	24,93	21,43	17,93	14,43	10,83
PT7-ASC	28,33	24,83	21,33	17,83	14,33	10,73
PT8-ASC	28,57	25,07	21,57	18,07	14,57	10,97
PT9-ASC	28,76	25,26	21,76	18,26	14,76	11,16
PT10-ASC	29,06	25,56	22,06	18,56	15,06	11,46
PT11-ASC	29,10	25,60	22,10	18,60	15,10	11,50

Tabla 18. Resultado de las presiones del suministro por estación de bombeo en planta tipo ACS

2.7 CÁLCULO DEL VOLÚMEN DEL CALDERÍN

La estación de bombeo que se ha diseñado para suministrar el agua al hotel cuenta con dos bombas activas en las cuales se ha considerado un número máximo de arranques de 20 por cada hora. Siguiendo la siguiente ecuación se puede calcular el volumen que se necesita de calderín:

$$V = k \cdot \frac{60 \cdot Q_b \cdot (P_p + 10,33)}{4 \cdot N_c \cdot N_b \cdot (P_p - P_a)}$$

Donde cada uno de los valores corresponde con:

- K = 1,25 siendo el coeficiente de los calderines de membrana.
- V = volumen en litros del calderín.
- Q_b = caudal total que suministra la EB1 en l/min.
- N_b = número de bombas sin contar la de reserva.
- N_c = arranques permitidos por hora de las bombas.
- P_a y P_p = presión de arranque y paro de las bombas (m.c.a).

Por lo tanto, para la EB1 se tiene un volumen de:

$$V = 1,25 \cdot \frac{60 \cdot 215,3 \cdot (57,14 + 10,33)}{4 \cdot 20 \cdot 2 \cdot (57,14 - 42,14)} = 453,91 \text{ litros}$$

2.7.1 Selección del modelo comercial de calderín

El calderín de membrana que se ha seleccionado es el modelo AMR de dimensiones $D\varnothing = 750 \text{ mm}$ y $H = 1450 \text{ mm}$ de la marca IBAIONDO para la EB1. Se puede observar en la tabla siguiente como para este calderín de 500 litros de volumen se tiene una presión máxima de trabajo de 10 bar, la cual es superior a la presión máxima que hemos calculado, y una precarga de aire de 1,5 bar. Además, se trata de un calderín para el suministro de agua potable, que puede trabajar en un rango de temperaturas entre -10°C y 100°C :



Peso (Kg)	Código	Modelo	Volumen (Lts.)	Presión (Bar)	ØD (mm)	H (mm)	Conexión agua R
18	03100041	100 AMR-P-A	100	10	450	875	1 ¼"
25	03150801	150 AMR-B90	150	10	485	1.060	1 ¼"
42	03200801	200 AMR-B90	200	10	550	1.135	1 ¼"
55	03300801	300 AMR-B160	300	10	650	1.180	1 ¼"
71	03500801	500 AMR-B160	500	10	750	1.450	1 ½"
78	03700501	700 AMR-B160	700	8	750	1.750	1 ½"

Tabla 19. Características del calderín del fabricante

Especificaciones técnicas	
▪ Volumen:	100 –700 Litros
▪ Membrana:	Recambiable
▪ Presión máxima servicio:	8-10 Bar
▪ Presión de prueba:	12-15 Bar
▪ Precarga EXWORKS:	1,5 Bar
▪ Temperatura máxima de servicio:	100°C
▪ Temperatura mínima de servicio:	-10°C
▪ Conexión de agua:	R 1¼" – 1½" G.M

Ilustración 6. Especificaciones técnicas del calderín seleccionado

A pesar de estar trabajando con bombas de velocidad variable, en caso de que el variador de frecuencia dejase de funcionar, se instalará un presostato para así poder trabajar con el método tradicional en caso de fallo tal y como se indica en la norma UNE 149202.

2.8 CÁLCULO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO 1

2.8.1 Cálculo de la potencia de la EB1

Para conocer la potencia que se necesita en la estación de bombeo para poder suministrar el agua a la instalación del hotel se han seguido los siguientes pasos. En primero lugar, es necesario conocer la potencia cedida al fluido por la bomba:

$$Pot(fluido) = \gamma \cdot Q \cdot H_{b1} = 9810 \frac{N}{m^3} \cdot 1,79 \frac{l}{s} \cdot 42,1 m. c. a = 742 W$$

Donde:

- γ = peso específico del agua.
- Q = caudal que pasa por la estación de bombeo.
- H_{b1} = altura que tiene que bombear la bomba.

Conociendo la potencia que se cede al fluido y el rendimiento de la bomba que se considera del 60% se tiene que la potencia de la bomba debe ser de:

$$Pot(bomba) = \frac{Pot(fluido)}{\eta_{bomba}} = 1.236 W$$

Por lo tanto, considerando un rendimiento del 90% del motor eléctrico se tiene que la potencia del motor debe ser de:

$$Pot(motor) = \frac{Pot(bomba)}{\eta_{motor}} = 1.373 W$$

Siendo la potencia eléctrica total de la estación de bombeo de 2.747 W.

2.8.2 Selección del modelo comercial

Para el grupo de bombeo de la instalación se ha decidido seleccionar la bomba modelo MATRIX AISI 304, una bomba centrífuga multietapa construida en acero inoxidable por EBARA. Cuenta con una velocidad fija de 2850 rpm y un máximo de 30 arranques por hora, siendo posible impulsar el agua hasta 97m. Puede trabajar con temperaturas en un rango de [-15, +85]°C.

Se selecciona el modelo con alimentación trifásica y 50Hz ya que se reduce el consumo eléctrico y contamos con otros elementos en el hotel que se alimentan de la misma forma.



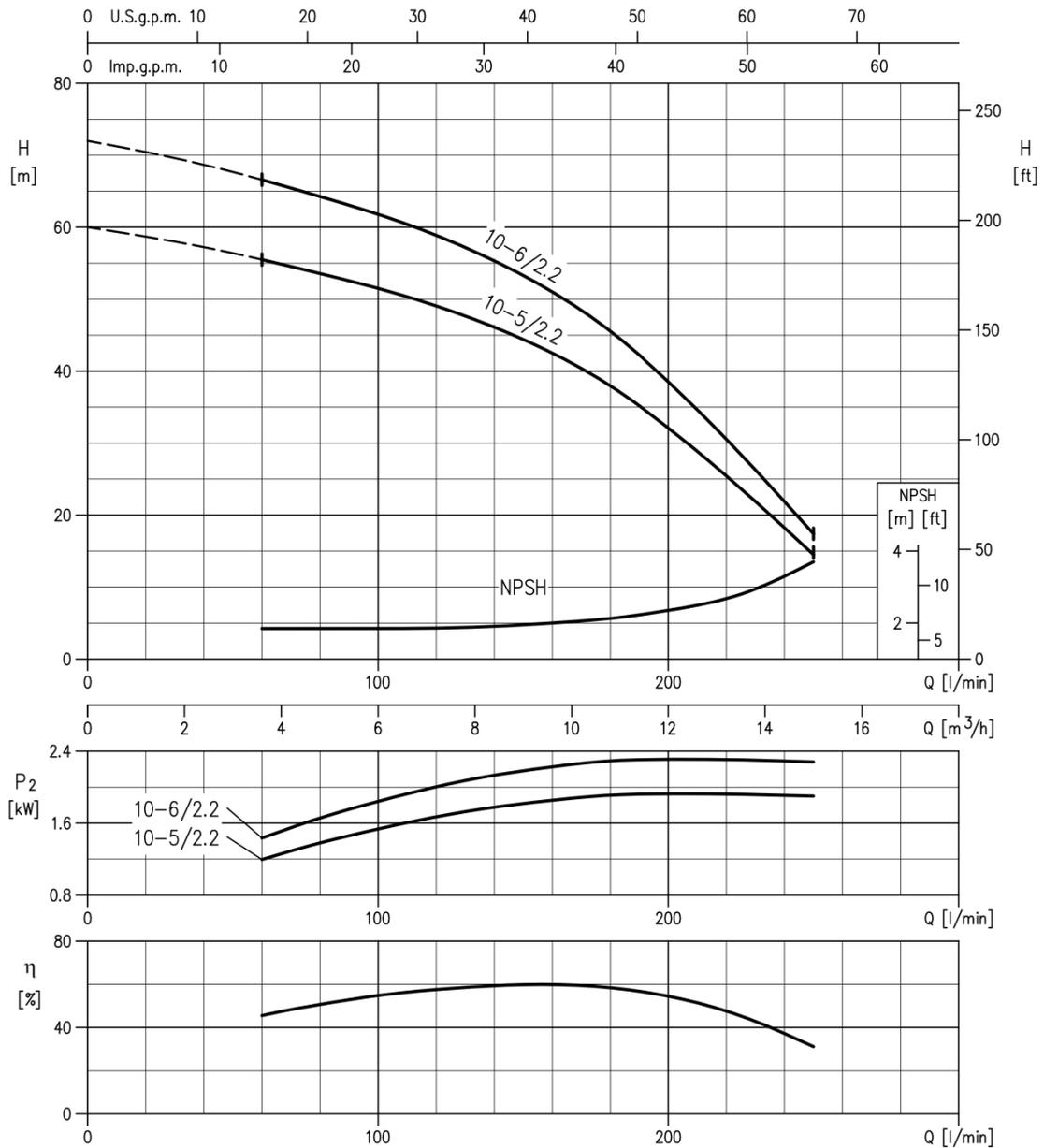
Ilustración 7. Bomba MATRIX AISI 304

En los cálculos para conocer las especificaciones de la bomba se tenía que el caudal a suministrar por bomba era $Q = 1,79 \text{ l/s} = 107,4 \text{ l/min}$ y una altura mínima de 42,1m. Por lo tanto, siguiendo las tablas que nos indican las especificaciones de la bomba se ha de seleccionar el **modelo 10-5(.) / 2.2:**

Pump type		Power		Q=Capacity																
Single phase	Three phase	[kW]	[HP]	l/min	0	20	30	45	60	80	100	130	160	200	250	300	350	400	450	
				m ³ /h	0	1.2	1.8	2.7	3.6	4.8	6	7.8	9.6	12	15	18	21	24	27	
				H=Total manometric head in meters																
3-2(.) / 0.45M	3-2(.) / 0.45	0.45	0.6	22.6	20.9	19.6	17	13.6	8											
3-3(.) / 0.65M	3-3(.) / 0.65	0.65	0.9	33.9	31.4	29.3	25.5	20.4	12											
3-4(.) / 0.65M	3-4(.) / 0.65	0.65	0.9	45	42	39.1	34	27.2	16											
3-5(.) / 0.75M	3-5(.) / 0.75	0.75	1	56.5	52.5	49	42.5	34	20											
3-6(.) / 0.9M	3-6(.) / 0.9	0.9	1.2	68	62.5	58.5	51	41	24											
3-7(.) / 1.3M	3-7(.) / 1.3	1.3	1.8	79	73	68.5	59.5	47.5	28											
3-8(.) / 1.3M	3-8(.) / 1.3	1.3	1.8	90.5	83.5	78	68	54.5	32											
3-9(.) / 1.5M	3-9(.) / 1.5	1.5	2	102	94	88	76.5	61	36											
5-2(.) / 0.45M	5-2(.) / 0.45	0.45	0.6	23	-	21.5	20.5	19.3	17.4	14.7	8.8									
5-3(.) / 0.65M	5-3(.) / 0.65	0.65	0.9	34.5	-	32.3	30.7	29	26	22	13.2									
5-4(.) / 0.9M	5-4(.) / 0.9	0.9	1.2	46	-	43	41	38.6	34.7	29.4	17.6									
5-5(.) / 1.3M	5-5(.) / 1.3	1.3	1.8	57.5	-	54	51	48.5	43.5	36.7	22									
5-6(.) / 1.3M	5-6(.) / 1.3	1.3	1.8	69	-	64.5	61.5	58	52	44	26.4									
5-7(.) / 1.5M	5-7(.) / 1.5	1.5	2	80.5	-	75.5	72	67.5	61	51.5	30.8									
5-8(.) / 2.2M	5-8(.) / 2.2	2.2	3	92	-	86	82	77	69.5	58.5	35.2									
5-9(.) / 2.2M	5-9(.) / 2.2	2.2	3	104	-	97	92	87	78	66	39.6									
10-2(.) / 0.75M	10-2(.) / 0.75	0.75	1	24	-	-	-	22.2	21.4	20.6	19.1	17	12.8	5.8						
10-3(.) / 1.3M	10-3(.) / 1.3	1.3	1.8	36	-	-	-	33.3	32.1	30.9	28.6	25.5	19.3	8.7						
10-4(.) / 1.5M	10-4(.) / 1.5	1.5	2	48	-	-	-	44.5	43	41	38.1	34	25.7	11.6						
10-5(.) / 2.2M	10-5(.) / 2.2	2.2	3	60	-	-	-	55.5	53.5	51.5	47.5	42.5	32.1	14.5						
10-6(.) / 2.2M	10-6(.) / 2.2	2.2	3	72	-	-	-	66.5	64.5	62	57	51	38.5	17.4						
18-2(.) / 1.5M	18-2(.) / 1.5	1.5	2	24.2	-	-	-	-	-	-	22	21.3	20.2	18.7	16.8	14.2	10.3	5.2		
18-3(.) / 2.2M	18-3(.) / 2.2	2.2	3	36.3	-	-	-	-	-	-	33	31.9	30.4	28.1	25.2	21.3	15.5	7.8		
-	18-4(.) / 3	3	4	48.5	-	-	-	-	-	-	44	42.5	40.5	37.4	33.6	28.4	20.6	10.4		
-	18-5(.) / 4	4	5.5	60.5	-	-	-	-	-	-	55	53	50.5	47	42	35.5	25.8	13		
-	18-6(.) / 4	4	5.5	72.5	-	-	-	-	-	-	66	64	60.5	56	50.5	42.5	30.9	15.6		

Tabla 20. Especificaciones de la bomba

Se puede observar en el siguiente gráfico las curvas características de la bomba y las propiedades eléctricas:



Rotation speed $\approx 2850 \text{ min}^{-1}$
 Test standard: ISO 9906:2012 - Grade 3B

Ilustración 8. Curvas características de la bomba seleccionada

Como se ve en las gráficas, para el caudal de la instalación, la zona de operación se encuentra muy cerca del máximo rendimiento de la bomba, un 60%.

Por último, tenemos las especificaciones geométricas y de motor de la bomba:

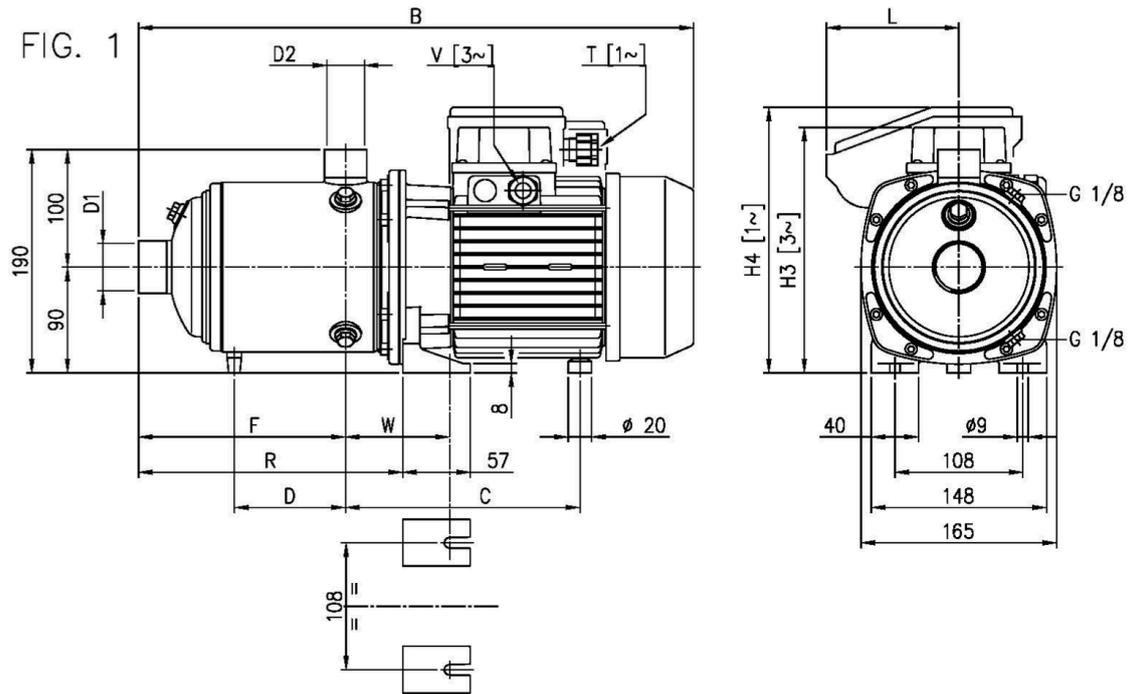


Ilustración 9. Esquema de la bomba seleccionada

Pump Type	Fig.	Dimensions [mm]																			Weight [kgf]				
		D1	D2	H	H1	B	C	D	F	H3 (3~)	H4 (1~)	L	R	T (1~)	V (3~)	W	W1	W2	M1	N1		N2	S1		
MATRIX 5-2T/0.45 M	1	1 1/4	1"	-	-	360	171	-	103	-	200	86.5	151.5	PG11	-	88-97	-	-	-	-	-	-	8.5		
MATRIX 5-2T/0.45				-	-	360	171	-	103	192	-	-	151.5	-	-	M16x1.5	88-97	-	-	-	-	-	-	9.2	
MATRIX 5-3T/0.65 M				-	-	360	171	-	103	-	200	86.5	151.5	PG11	-	-	88-97	-	-	-	-	-	-	-	9.9
MATRIX 5-3T/0.65				-	-	360	171	-	103	192	-	-	151.5	-	-	M16x1.5	88-97	-	-	-	-	-	-	-	11.3
MATRIX 5-4T/0.9 M				-	-	384	171	-	127	-	219	106	175.5	M20x1.5	-	-	88-97	-	-	-	-	-	-	-	12.2
MATRIX 5-4T/0.9				-	-	396	171	-	127	192	-	-	175.5	-	-	M16x1.5	88-97	-	-	-	-	-	-	-	12.4
MATRIX 5-5T/1.3 M				-	-	445	198	-	151	-	226	112	199.5	M20x1.5	-	-	88-97	-	-	-	-	-	-	-	15.8
MATRIX 5-5T/1.3				-	-	470	198	-	151	209	-	-	199.5	-	-	M20x1.5	88-97	-	-	-	-	-	-	-	16.7
MATRIX 5-6T/1.3 M				-	-	469	198	-	175	-	226	112	223.5	M20x1.5	-	-	88-97	-	-	-	-	-	-	-	15.2
MATRIX 5-6T/1.3				-	-	494	198	-	175	209	-	-	223.5	-	-	M20x1.5	88-97	-	-	-	-	-	-	-	17.1
MATRIX 5-7T/1.5 M				-	-	493	198	110.5	199	-	226	112	247.5	M20x1.5	-	-	88-97	-	-	-	-	-	-	-	18.3
MATRIX 5-7T/1.5				-	-	518.5	198	110.5	199	209	-	-	247.5	-	-	M20x1.5	88-97	-	-	-	-	-	-	-	19.6
MATRIX 5-8T/2.2 M				2	-	90	190	565	-	134.5	223	-	231	112	325.5	M20x1.5	-	117.5	125	155	30	140	170	9	22.3
MATRIX 5-8T/2.2				1	-	-	542.5	198	134.5	223	209	-	-	271.5	-	-	M20x1.5	88-97	-	-	-	-	-	-	19.6
MATRIX 5-9T/2.2 M	2	-	90	190	589	-	158.5	247	-	231	112	349.5	M20x1.5	-	117.5	125	155	30	140	170	9	23.3			
MATRIX 5-9T/2.2	1	-	-	566.5	198	158.5	247	209	-	-	295.5	-	-	M20x1.5	88-97	-	-	-	-	-	-	19.7			
MATRIX 10-2T/0.75 M	1	1 1/2	1 1/4	-	-	379	175	-	118	-	200	86.5	170.5	PG11	-	92-101	-	-	-	-	-	-	11.3		
MATRIX 10-2T/0.75				-	-	379	175	-	118	192	-	-	170.5	-	-	M16x1.5	92-101	-	-	-	-	-	-	11.2	
MATRIX 10-3T/1.3 M				-	-	416	202	-	118	-	226	112	170.5	M20x1.5	-	-	92-101	-	-	-	-	-	-	-	14.3
MATRIX 10-3T/1.3				-	-	441	202	-	118	209	-	-	170.5	-	-	M20x1.5	92-101	-	-	-	-	-	-	-	14.5
MATRIX 10-4T/1.5 M				-	-	446	202	-	148	-	226	112	200.5	M20x1.5	-	-	92-101	-	-	-	-	-	-	-	15.6
MATRIX 10-4T/1.5				-	-	471.5	202	-	148	209	-	-	200.5	-	-	M20x1.5	92-101	-	-	-	-	-	-	-	18.2
MATRIX 10-5T/2.2 M				2	-	90	190	504	-	178	209	-	231	112	304.5	M20x1.5	-	104.5	125	155	30	140	170	9	21.0
MATRIX 10-5T/2.2				1	-	-	501.5	202	-	178	209	-	-	230.5	-	-	M20x1.5	92-101	-	-	-	-	-	-	18.8
MATRIX 10-6T/2.2 M				2	-	90	190	554	-	118.5	208	-	231	112	314.5	M20x1.5	-	121.5	125	155	30	140	170	9	22.1
MATRIX 10-6T/2.2				1	-	-	531.5	202	118.5	208	209	-	-	260.5	-	-	M20x1.5	92-101	-	-	-	-	-	-	19.2
MATRIX 18-2T/1.5M	1	2"	1 1/2	-	-	442	205	-	141	-	226	112	196.5	M20x1.5	-	95 + 104	-	-	-	-	-	-	14.5		
MATRIX 18-2T/1.5				-	-	467.5	205	-	141	209	-	-	196.5	-	-	M20x1.5	95 + 104	-	-	-	-	-	-	17.1	
MATRIX 18-3T/2.2M	2	-	90	190	490	-	141	-	231	112	250.5	M20x1.5	-	124.5	125	155	30	140	170	9	20.7				
MATRIX 18-3T/2.2	1	-	-	467.5	205	-	141	209	-	-	196.5	-	-	M20x1.5	95 + 104	-	-	-	-	-	-	18.1			
MATRIX 18-4T/3	2	2"	1 1/2	90	190	565	-	178.5	214	-	288	-	-	M20x1.5	124.5	125	155	30	140	170	9	23.8			
MATRIX 18-5T/4				100	200	615	-	123	216	241	-	-	315	-	-	M20x1.5	114	140	170	35	160	192	11	33.2	
MATRIX 18-6T/4				100	200	652	-	160.5	253.5	241	-	-	352.5	-	-	M20x1.5	114	140	170	35	160	192	11	34.2	

Tabla 21. Especificaciones geométricas de la bomba seleccionada

Pump type		Power		Efficiency		Capacitor		Efficiency (% load)			Input [kW]		Full load current [A]			Locked rotor current [A]		
Single Phase	Three Phase	[kW]	[HP]	Single Phase	Three Phase	Single Phase [μF]	[V]	Three phase η %			Single Phase	Three Phase	Single Phase 230 V	Three Phase 230 V	400 V	Single Phase 230 V	Three Phase 230 V	400 V
MATRIX 3-2T/0.45M	MATRIX 3-2T/0.45	0.45	0.6	-	IE3	12.5	450	75.1	78.5	78.0	0.73	0.71	3.2	2.4	1.4	8.0	12.7	7.3
MATRIX 3-3T/0.65M	MATRIX 3-3T/0.65	0.65	0.9	-	IE3	16	450	80.2	82.8	82.9	0.97	0.91	4.5	3.0	1.7	16.2	20.5	11.8
MATRIX 3-4T/0.65M	MATRIX 3-4T/0.65	0.65	0.9	-	IE3	16	450	80.2	82.8	82.9	0.97	0.91	4.5	3.0	1.7	16.2	20.5	11.8
MATRIX 3-5T/0.75M	MATRIX 3-5T/0.75	0.75	1.0	-	IE3	25	450	80.9	82.3	82.1	1.14	0.91	5.4	3.0	1.7	22.7	19.7	11.4
MATRIX 3-6T/0.9M	MATRIX 3-6T/0.9	0.9	1.2	-	IE3	31.5	450	81.7	83.1	82.4	1.28	1.34	5.7	4.3	2.5	21.7	28.8	16.6
MATRIX 3-7T/1.3M	MATRIX 3-7T/1.3	1.3	1.8	-	IE3	35	450	83.5	84.3	84.6	1.75	1.77	7.8	5.8	3.3	41.0	47.4	27.4
MATRIX 3-8T/1.3M	MATRIX 3-8T/1.3	1.3	1.8	-	IE3	35	450	83.5	84.3	84.6	1.75	1.77	7.8	5.8	3.3	41.0	47.4	27.4
MATRIX 3-9T/1.5M	MATRIX 3-9T/1.5	1.5	2.0	-	IE3	40	450	82.7	86.1	87.0	1.95	1.72	8.7	6.6	3.8	43.0	66.6	38.4
MATRIX 5-2T/0.45M	MATRIX 5-2T/0.45	0.45	0.6	-	IE3	12.5	450	75.1	78.5	78.0	0.73	0.71	3.2	2.4	1.4	8.0	12.7	7.3
MATRIX 5-3T/0.65M	MATRIX 5-3T/0.65	0.65	0.9	-	IE3	16	450	80.2	82.8	82.9	0.97	0.91	4.5	3.0	1.7	16.2	20.5	11.8
MATRIX 5-4T/0.9M	MATRIX 5-4T/0.9	0.9	1.2	-	IE3	31.5	450	81.7	83.1	82.4	1.28	1.34	5.7	4.3	2.5	21.7	28.8	16.6
MATRIX 5-5T/1.3M	MATRIX 5-5T/1.3	1.3	1.8	-	IE3	35	450	83.5	84.3	84.6	1.75	1.77	7.8	5.8	3.3	41.0	47.4	27.4
MATRIX 5-6T/1.3M	MATRIX 5-6T/1.3	1.3	1.8	-	IE3	35	450	83.5	84.3	84.6	1.75	1.77	7.8	5.8	3.3	41.0	47.4	27.4
MATRIX 5-7T/1.5M	MATRIX 5-7T/1.5	1.5	2.0	-	IE3	40	450	82.7	86.1	87.0	1.95	1.72	8.7	6.6	3.8	43.0	66.6	38.4
MATRIX 5-8T/2.2M	MATRIX 5-8T/2.2	2.2	3.0	-	IE3	50	450	86.2	87.0	86.0	2.92	2.55	13.0	8.2	4.7	62.4	66.6	38.4
MATRIX 5-9T/2.2M	MATRIX 5-9T/2.2	2.2	3.0	-	IE3	50	450	86.2	87.0	86.0	2.92	2.55	13.0	8.2	4.7	62.4	66.6	38.4
MATRIX 10-2T/0.75M	MATRIX 10-2T/0.75	0.75	1.0	-	IE3	25	450	80.9	82.3	82.1	1.14	0.91	5.4	3.0	1.7	26.5	19.7	11.4
MATRIX 10-3T/1.3M	MATRIX 10-3T/1.3	1.3	1.8	-	IE3	35	450	83.5	84.3	84.6	1.75	1.77	7.8	5.8	3.3	41.0	47.4	27.4
MATRIX 10-4T/1.5M	MATRIX 10-4T/1.5	1.5	2.0	-	IE3	40	450	82.7	86.1	87.0	1.95	1.72	8.7	6.6	3.8	43.0	66.6	38.4
MATRIX 10-5T/2.2M	MATRIX 10-5T/2.2	2.2	3.0	-	IE3	50	450	86.2	87.0	86.0	2.92	2.55	13.0	8.2	4.7	62.4	66.6	38.4
MATRIX 10-6T/2.2M	MATRIX 10-6T/2.2	2.2	3.0	-	IE3	50	450	86.2	87.0	86.0	2.92	2.55	13.0	8.2	4.7	62.4	66.6	38.4
MATRIX 18-2T/1.5M	MATRIX 18-2T/1.5	1.5	2.0	-	IE3	40	450	82.7	86.1	87.0	1.95	1.72	8.7	6.6	3.8	43.0	66.6	38.4
MATRIX 18-3T/2.2M	MATRIX 18-3T/2.2	2.2	3.0	-	IE3	50	450	86.2	87.0	86.0	2.92	2.55	13.0	8.2	4.7	62.4	66.6	38.4
-	MATRIX 18-4T/3	3	4.0	-	IE3	-	-	85.9	87.5	87.1	-	3.44	-	11.1	6.4	-	90.0	52.0
-	MATRIX 18-5T/4	4	5.5	-	IE3	-	-	85.8	88.3	88.4	-	4.52	-	15.1	8.7	-	131.8	76.1
-	MATRIX 18-6T/4	4	5.5	-	IE3	-	-	85.8	88.3	88.4	-	4.52	-	15.1	8.7	-	131.8	76.1

Tabla 22. Especificaciones eléctricas de la bomba seleccionada

2.9 CÁLCULO DEL VOLUMEN DE LOS ALJIBES

Como se ha descrito anteriormente, la estación de bombeo aspirará el agua de un aljibe que se llena a partir del suministro de red. Se cuenta con dos aljibes, uno principal y otro de reserva para poder realizar labores de mantenimiento en el principal.

El volumen de estos dos aljibes será igual y su cálculo se realiza mediante lo descrito en el CTE apartado “4.5.2.1 Cálculo del depósito auxiliar de alimentación”, donde se considera un tiempo $t = 15$ min:

$$V(\text{litros}) = Q \left(\frac{\text{litros}}{\text{min}} \right) \cdot t(\text{min}) = 215,28 \cdot 15 = 3.229,2 \text{ litros}$$

Una vez conocido el volumen que tiene que acumular el aljibe, es necesario diseñar su geometría, para ello se parte de un diámetro de aljibe de $H = 1,5$ m ya que tanto la puerta de entrada a la habitación, el ascensor y las puertas por las que hay que transcurrir permiten su paso. Con todo esto y calculando la altura a partir de la siguiente fórmula se obtiene una altura igual a:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot H \rightarrow H = 1,83 \text{ m}$$

El beneficio a la hora de buscar un modelo de aljibe es que los fabricantes los construyen a partir de paneles que se cortan a la medida que es necesaria y facilita ajustar la dimensión real del aljibe a la calculada teóricamente.

Se han dimensionado todos los elementos de la instalación para que puedan entrar fácilmente al cuarto de mantenimiento y así facilitar las labores de instalación.

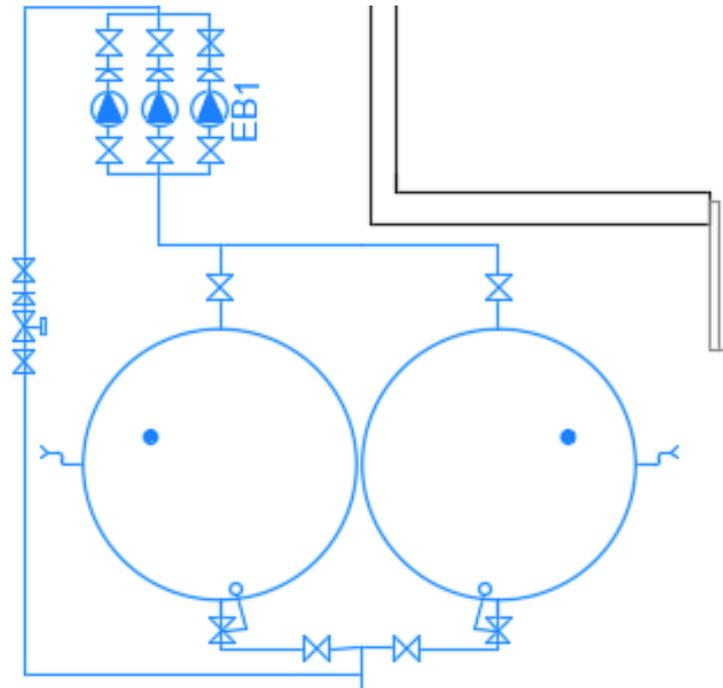


Ilustración 10. Esquema del grupo de bombeo y calderines en planta sótano

3. DISEÑO DEL SUMINISTRO DE GAS

La cocina del hotel cuenta con dos grupos de fogones de 2 fogones grandes cada uno a los cuales se ha estimado que el consumo de gas es de $3 \text{ m}^3/\text{h}$, por lo tanto, cada grupo tendrá un consumo total de $6 \text{ m}^3/\text{h}$.

Conocidos los consumos de ambos grupo el caudal simultáneo máximo será la suma de ambos:

$$Q_{si} = Q_{grupo\ 1} + Q_{grupo\ 2} = 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

La presión de suministro necesaria de 18 milibares en cada uno de los grupos para poder funcionar correctamente y se tiene que la presión que proporciona la empresa suministradora es de 20 milibares.

Se ha decidido emplear una tubería de Acero DIN 2440 / UNE 10.047 de Dint = 25 mm.

Es necesario conocer las pérdidas que se tienen durante el recorrido del gas por la tubería que mide 41,83m desde el suministro hasta el aparato más alejado, para ello se aplica la fórmula general para pérdidas de fricción en tuberías:

$$h_p = \frac{0,102 \cdot L \cdot Q}{D^2} = \frac{0,102 \cdot 41,83 \cdot 12}{25^2} = 0,0804 \text{ mbar}$$

Por lo tanto, la presión que se obtiene en los aparatos es de 19,92 mbar $>$ 18 mbar por lo que se tendría presión suficiente.

CAPÍTULO II: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA A PARTIR DE CONTRIBUCIÓN SOLAR TÉRMICA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 INTRODUCCIÓN

En la siguiente parte de la memoria se va a detallar la instalación de producción de agua caliente sanitaria para el hotel de cuatro estrellas situado en la ciudad de Barcelona, para ello se van a presentar las principales características de la instalación relacionadas con la producción de ACS y como se ha decidido desarrollar el diseño.

1.2 DESCRIPCIÓN Y TIPOLOGÍA DE LA INTALACIÓN DE PRODUCCIÓN DE ACS

Para el sistema de producción de ACS que se va a emplear para el hotel se ha decidido utilizar una instalación de tipo centralizado, esto quiere decir que tendremos dos subsistemas principales:

- Subsistema de contribución de energía renovable: siguiendo lo especificado en el CTE DB HE-4, el 70% de las necesidades energéticas del hotel deben estar cubiertas por un subsistema de contribución de energía renovable. En este caso la opción que se ha decidido tomar es un subsistema solar térmico, formado por captadores solares dispuestas en la cubierta del edificio mediante el cual se aporta el 70% necesario a la instalación. Además, se cuenta con una segunda parte de acumulación-intercambio, el cual se encuentra también centralizado para todo el hotel.
- Subsistema de apoyo: como el 70% de la producción de ACS va a estar generada a través del subsistema de contribución, el 30% restante será aportado a través de un subsistema de apoyo centralizado y formado por una caldera. Este subsistema permite a través del uso de un intercambiador poder dar apoyo a varios circuitos de ACS como se observará en los planos del diseño de la instalación.

El suministro de agua al hotel se realiza a través de dos circuitos, por un lado, se tiene el suministro en directo para la planta sótano y, por otro lado, se tiene un grupo de bombeo para suministrar al resto de plantas del hotel. Para el suministro de ACS a cada uno de los circuitos se ha aprovechado el sistema de impulsión con el que cuentan, creando una derivación de agua fría después de la impulsión que será calentada y distribuirá. El sistema de retorno de ACS también será independiente de cada circuito.

i. Subsistema de contribución de energía renovable

Subsistema solar térmico

Este subsistema se encuentra formado por baterías de captadores solares que serán las responsables de captar la energía calorífica del sol y calentar el agua de este circuito,

para posteriormente realizar el intercambio térmico con el circuito de agua que suministra a los aparatos de la instalación.

Este se ha situado en la cubierta del edificio y se encuentra conformado por un total de 12 placas en dos baterías, una de 10 placas y otra de 2 (debido al espacio disponible en la cubierta del hotel), una más de las calculadas ya que tener un número par de placas facilita el equilibrado de las mismas. Junto a las placas se encuentra un grupo de bombeo que impulsa un líquido caloportador por el circuito cerrado que conecta los captadores, a su vez este transmite el calor a través de un intercambiador al líquido caloportador del circuito cerrado que conforman los dos interacumuladores que se encuentran en la planta sótano conectados en paralelo.

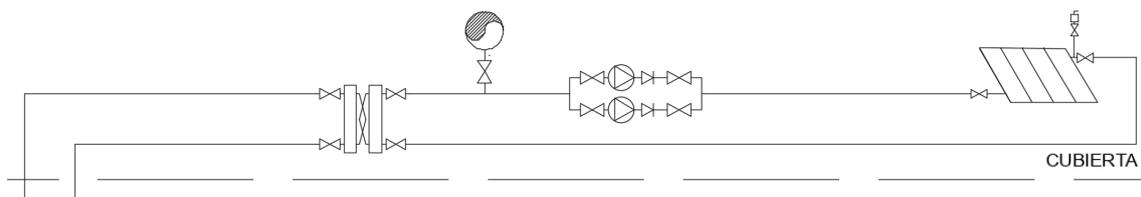


Ilustración 11. Esquema de la captación de energía solar para la producción de ACS

El circuito cerrado formado por los interacumuladores también disponen de su grupo de bombeo en la planta sótano.

Los captadores se han conectado en paralelo y con retorno invertido, a pesar de esto, debido a la distribución que ha permitido el espacio en cubierta, es necesario colocar válvulas de equilibrado en el circuito de captación de ACS.

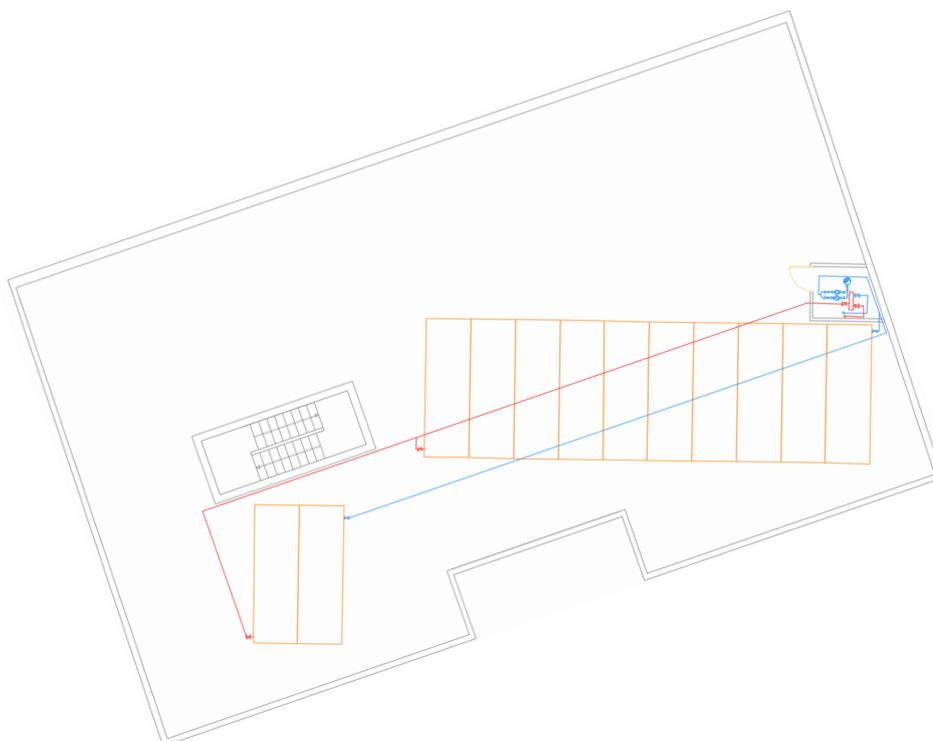


Ilustración 12. Distribución en cubierta de los captadores solares

Subsistema de acumulación-intercambio

Este subsistema se encuentra dentro del subsistema de solar térmico y es el responsable del intercambio de energía entre el fluido caloportador del circuito cerrado de los captadores solares y el fluido caloportador del circuito cerrado de los interacumuladores, y estos a su vez con el agua que se va a impulsar a los aparatos del hotel.

El subsistema se encuentra compuesto por:

- 2 depósitos de inercia conectados en paralelo, en cada uno de ellos el agua fría que proviene de cada uno de los circuitos (estación de bombeo y directo) es acumulada. A través del serpentín que se encuentra dentro del depósito circula el líquido caloportador que cede el calor al agua fría del depósito. Se dispone de un grupo de bombeo y un circuito cerrado que hace circular el líquido caloportador.
- 2 depósitos de acumulación de ACS, cada uno perteneciente a los circuitos de suministro de agua, uno en directo y el otro a través del grupo de bombeo. En estos depósitos es donde el retorno de ACS vuelve y donde se aporta la energía extra necesaria producida por la caldera para que el agua pueda ser suministrada al hotel.

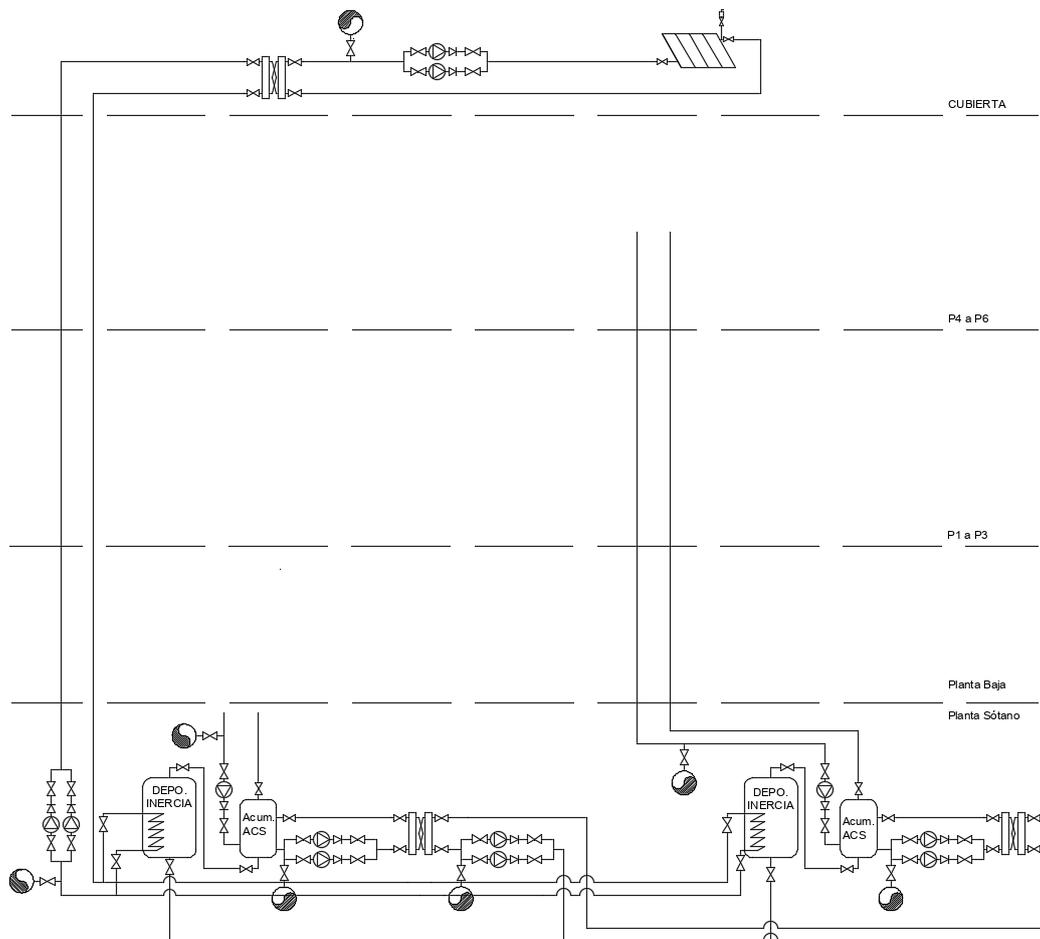


Ilustración 13. Esquema del sistema completo de producción y distribución de ACS

Tanto los depósitos de acumulación, los depósitos de inercia y cada uno de los elementos que hacen posible el funcionamiento de los diferentes circuitos cerrados se encuentran situados en la planta sótano del hotel, ya que de esta forma se evitan ciertos problemas relacionados con sobrepresiones o dimensionamiento que se pueden encontrar en caso de ubicarse en la cubierta del hotel.

Se puede observar en los esquemas del diseño como se han colocado vasos de expansión a la entrada de cada uno de los grupos de bombeo para favorecer el arranque de las bombas en caso de que se produzca un estancamiento.

Subsistema de apoyo

Este subsistema es el encargado de proporcionar la energía restante al agua que se suministra a la instalación una vez se aporta la energía renovable que proviene de los captadores solares.

En este caso se ha decidido utilizar un sistema centralizado a partir de una caldera. A través de un circuito cerrado y un intercambiador, se realiza la transferencia de energía desde la caldera al líquido de los acumuladores, para así acabar de calentar el agua antes de su suministro. Gracias al conjunto caldera-intercambiador se puede aportar energía a diferentes circuitos en paralelo.

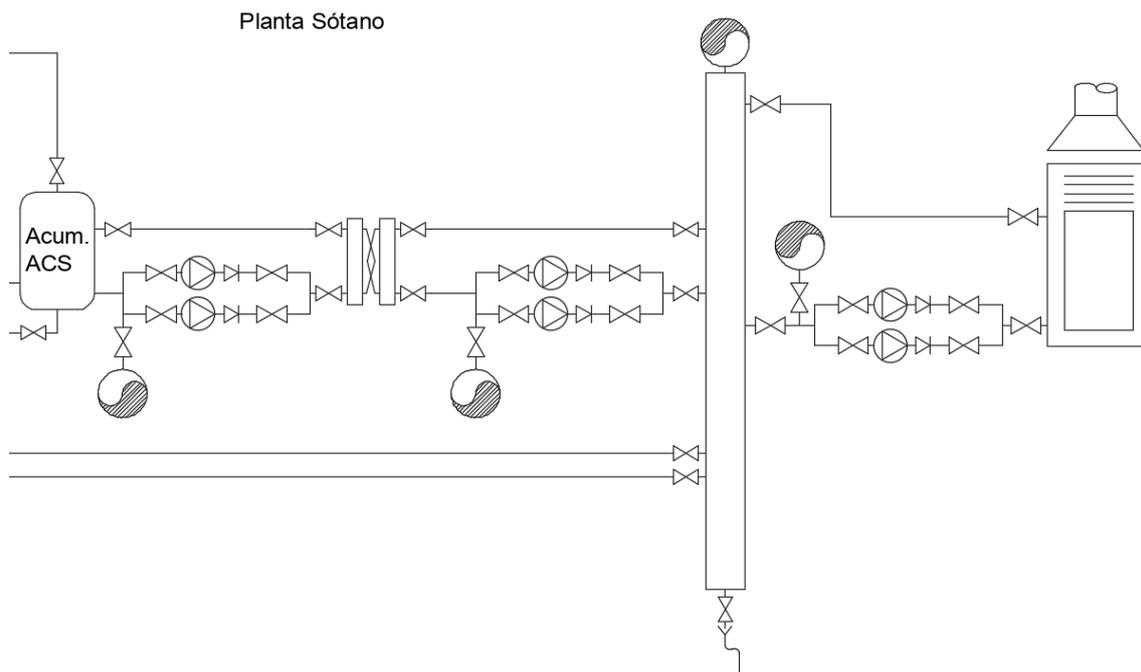


Ilustración 14. Esquema de la producción de apoyo de ACS

1.3 SELECCIÓN DEL MODELO COMERCIAL DE CAPTADORES

En este caso el modelo que se ha seleccionado de captadores para instalar en el sistema de producción de ACS del hotel ha sido el modelo ecoEXTENS 10 de la marca FERROLI, el cual es un modelo diseñado para utilizar en instalaciones industriales, cuya ficha técnica se puede encontrar adjunta a la memoria.

Se trata de captadores solares de una gran dimensión (2,064 m x 4,867 m) y una superficie de captación de 9,43 m². Se emplea un valor de rendimiento de los captadores del 60% ya que este puede cambiar por las variaciones en la temperatura media del captador y de la temperatura ambiente a lo largo del año.

En la cubierta, las placas se han colocado en dos baterías, una de 10 placas y otra de 2 placas, ya que el espacio del que se dispone no permite aplicar otra configuración. La conexión entre las placas se ha realizado en paralelo y utilizando la tipología de retorno invertido, de esta forma se puede asegurar el equilibrio hidráulico sin tener que usar válvulas de equilibrado. La orientación de las placas ha sido hacia el sur.

2. MEMORIA DE CÁLCULO

2.1 INTRODUCCIÓN

En la siguiente memoria de cálculo se va a desarrollar el procedimiento seguido para el diseño de la instalación de producción de agua caliente sanitaria del hotel y los detalles que se han tenido en cuenta.

2.2 CONTRIBUCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE MÍNIMA

En el CTE-DB-HE4 se describe cual debe ser la contribución de energía renovable mínima de la instalación de producción de agua caliente sanitaria basándose en la demanda de ACS diaria del hotel:

Tabla c-Anejo F Demanda orientativa de ACS para usos distintos del residencial privado

Criterio de demanda	Litros/día·persona
Hospitales y clínicas	55
Ambulatorio y centro de salud	41
Hotel *****	69
Hotel ****	55
Hotel ***	41
Hotel/hostal **	34
Camping	21
Hostal/pensión *	28
Residencia	41
Centro penitenciario	28
Albergue	24
Vestuarios/Duchas colectivas	21
Escuela sin ducha	4
Escuela con ducha	21
Cuarteles	28
Fábricas y talleres	21
Oficinas	2
Gimnasios	21

Ilustración 15. Anejo F del CTE-DB-HE4 sobre la demanda orientativa de ACS de un hotel de 4 estrellas

En el Anejo F se puede encontrar la tabla donde se describe el volumen diario por persona que se debe considerar en base al tipo de edificio para el que se está calculando, en nuestro caso se trata de un hotel de 4 estrellas por lo que se consideran 55 Litros/día·persona. Realizando los cálculos en base a la ocupación máxima que puede tener el hotel:

Demanda orientativa	55	L/día·persona
Habitaciones del hotel	78	
Personas (2/habitación)	156	
Demanda/día	8580	L/día (60°C)
CERmin	70%	

Tabla 23. Demanda total del hotel y CERmin

Como estipula el CTE-DB-HE4, para todo edificio con una demanda de ACS superior a 5.000 L/día la contribución de energía renovable mínima ha de ser del 70%.

2.3 NECESIDADES ENERGÉTICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE ACS

En este apartado se van a calcular las necesidades energéticas para la producción de ACS del hotel para así, posteriormente, poder calcular cual es la superficie de captadores solares que es necesario instalar para cubrir el 70% de esta demanda.

Las necesidades de ACS se han calculado tanto en media anual como a nivel mensual, de esta forma se seguirán los cálculos con el valor más desfavorable obtenido a través de los dos métodos de cálculo.

NECESIDADES EN MEDIA ANUAL

Para el cálculo de la demanda energética anual de producción de ACS se emplea la formula siguiente:

$$E = m \cdot C_e \cdot \Delta T$$

Donde:

- m: demanda anual de ACS.
- C_e : calor específico del agua, es decir, la energía calorífica a aportar a un 1 Kg de agua para elevar su temperatura en 1 °C.
- ΔT : es la diferencia de temperatura entre el agua de la red general de distribución y el agua de ACS (60 °C).

En el Anejo G del CTE-DB-HS4 se puede encontrar la tabla de temperaturas diarias medias mensuales de agua fría en °C. A partir de esta tabla se obtendrá la media anual con los valores mensuales para la ciudad de Barcelona:

Tabla a-Anejo G. Temperatura diaria media mensual de agua fría (°C)

Capital de provincia	Altitud	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
A Coruña	26	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Albacete	686	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
Alicante/Alacant	8	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
Almería	16	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
Ávila	1131	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Badajoz	186	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
Barcelona	12	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10

	Altitud	EN	FE	MA	AB	MY	JN	JL	AG	SE	OC	NO	DI
Barcelona	12	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10

Tabla 24. Anejo G del CTE-DB-HS4 sobre la temperatura diaria media mensual en Barcelona

Realizando la media de los valores de los meses del año y considerando que $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ se obtiene un valor de E necesaria de:

Temperatura media anual	13,75 °C
E necesaria	6,05436E+11 J/año
	168.176,64 kWh/año

Tabla 25. Resultado de la demanda energética del hotel

NECESIDADES EN VALOR MENSUAL

Para el cálculo de la demanda energética en cada uno de los meses del año se ha seguido el mismo proceso que para el cálculo de la media anual, pero en este caso acotando los valores para cada uno de los meses y realizando la suma de todos ellos, como se puede observar en la siguiente tabla:

Mes	Días	Temperatura agua RGD (°C)	Energía necesaria ACS (kWh/mes)
Enero	31	9	15.750,45
Febrero	28	10	13.947,27
Marzo	31	11	15.132,78
Abril	30	12	14.345,76
Mayo	31	14	14.206,29
Junio	30	17	12.851,41
Julio	31	19	12.662,13
Agosto	31	19	12.662,13
Septiembre	30	17	12.851,41
Octubre	31	15	13.897,46
Noviembre	30	12	14.345,76
Diciembre	31	10	15.441,62
Total			168.094,45 kWh/año

Tabla 26. Resultado de la demanda energética del hotel mensual y total

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

El valor obtenido en este caso es menor que el valor obtenido por la media anual, por lo tanto, los cálculos se continuarán tomando el valor de media anual.

E necesaria (media anual)	168.176,64	kWh/año
E necesaria (mes a mes)	168.094,45	kWh/año

Tabla 27. Comparación de la energía necesaria en media anual y mes a mes

Teniendo en cuenta que el 70% de la energía tiene que ser producida por energía solar:

E orgina renovable	117.723,65	kWh/año
--------------------	------------	---------

Tabla 28. Energía renovable necesaria

2.4 ENERGÍA QUE APORTA EL SOL POR METRO CUADRADO DE PLACA

Una vez conocida la energía que debe ser producida por energía solar se debe conocer cuanta energía es aportada por el sol por metro cuadrado de placa teniendo en cuenta que el hotel se encuentra situado en la ciudad de Barcelona.

Para ello se realiza nuevamente los cálculos por los dos métodos descritos anteriormente.

APORTACIÓN SOLAR EN MEDIA ANUAL

Para conocer la energía que aporta el sol anualmente por metro cuadrado de placa se emplea la siguiente fórmula:

$$E_{solar\ captada\ año} = E_{solar\ sobre\ plano\ horizontal\ día} \cdot N_{días/año} \cdot k \cdot CP \cdot \eta$$

Donde:

- $E_{solar\ sobre\ plano\ horizontal\ día}$: Energía solar global diaria media irradiada sobre el plano horizontal.
- K: Factor de corrección de la irradiación sobre el plano horizontal a irradiación sobre el plano inclinado.
- CP: Coeficiente de pérdidas.
- η : Rendimiento de los captadores solares térmicos.

El valor de $E_{solar\ captada\ año}$ para la ciudad de Barcelona se ha tomado de los valores proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología en su web oficial "Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMMETSAT":

$kWh \cdot m^{-2} \cdot día^{-1}$	MEDIAS		ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.
A Coruña	3.86	2.25	1.60	0.78	2.34	1.18	3.62	2.02	4.62	2.54	5.64	3.23	6.36	3.98
Albacete	4.98	3.39	2.49	1.54	3.39	2.22	4.72	3.14	5.97	4.10	6.65	4.31	7.65	5.41
Alicante	5.05	3.44	2.61	1.66	3.49	2.31	4.70	3.03	6.13	4.30	6.92	4.65	7.65	5.40
Almería	5.29	3.71	2.84	1.89	3.72	2.52	4.93	3.24	6.52	4.81	7.21	5.10	7.94	5.80
Avila	4.63	3.05	2.13	1.26	3.06	1.87	4.44	2.79	5.45	3.37	6.15	3.75	7.31	5.08
Badajoz	5.02	3.54	2.43	1.54	3.34	2.20	4.80	3.16	5.84	3.92	6.80	4.60	7.84	5.81
Barcelona	4.56	2.99	2.18	1.36	3.14	2.09	4.34	2.80	5.69	3.85	6.47	4.17	7.10	4.73

$kWh \cdot m^{-2} \cdot día^{-1}$	JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.	GLOB.	DIR.
A Coruña	6.30	4.00	5.71	3.65	4.39	2.73	2.71	1.42	1.74	0.81	1.34	0.63
Albacete	7.96	5.92	6.91	4.84	5.51	3.90	3.75	2.41	2.64	1.65	2.11	1.26
Alicante	7.73	5.56	6.82	4.65	5.45	3.79	3.99	2.69	2.81	1.84	2.27	1.44
Almería	7.89	5.74	7.02	4.91	5.71	4.11	4.15	2.81	3.02	2.02	2.46	1.59
Avila	7.72	5.77	6.66	4.75	5.17	3.60	3.37	2.08	2.29	1.33	1.81	1.01
Badajoz	8.06	6.36	7.12	5.41	5.61	4.17	3.79	2.51	2.63	1.65	1.98	1.12
Barcelona	7.33	5.25	6.12	3.90	4.78	3.09	3.33	2.05	2.31	1.43	1.91	1.20

Tabla 29. Energía solar captada al año de la Agencia Estatal de Meteorología

Se puede observar como la media global de energía solar irradiada sobre plano horizontal en la ciudad de Barcelona es $E_{\text{solar sobre plano horizontal día}} = 4,56 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{día}$.

En el caso del hotel, los captadores solares se encuentran orientados al sur y con inclinación igual a la latitud geográfica de Barcelona. Como en este caso se cumplen las condiciones de orientación e inclinación óptimas el valor de CP es 1. Como CP es un parámetro de ponderación que evalúa la orientación (α) y la inclinación (β) de los captadores solares, por lo que en el caso de no cumplir con las condiciones óptimas este toma un valor menor a la unidad, siendo necesario aplicar las siguientes fórmulas para su cálculo definidas en el “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura” del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE):

$$\begin{aligned} \text{Pérdidas (\%)} &= 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{\text{opt}})^2 + 3,5 \times 10^{-5} \alpha^2] && \text{para } 15^\circ < \beta < 90^\circ \\ \text{Pérdidas (\%)} &= 100 \times [1,2 \times 10^{-4} (\beta - \beta_{\text{opt}})^2] && \text{para } \beta \leq 15^\circ \end{aligned}$$

[NOTA: α , β se expresan en grados]

En nuestro caso $\alpha = 0^\circ$ y $\beta = 41,4^\circ$.

Para conocer el valor del factor de corrección k, este se puede consultar en el mismo “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura” del IDAE. En primer lugar, es necesario conocer la latitud (β) de la ciudad de Barcelona a partir de la tabla siguiente:

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

Altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica (la más baja que se haya medido desde el primer año del que se conservan registros de datos).

PROVINCIA	ALTITUD (m) (de la capital)	LATITUD (°) (de la capital)	LONGITUD (°) (de la capital)	TEMP. MÍNIMA HISTÓRICA (°C)
1 ÁLAVA	542	42,9	2,7 W	-18
2 ALBACETE	686	39,0	1,8 W	-23
3 ALICANTE	7	38,4	0,5 W	-5
4 ALMERÍA	65	36,9	2,4 W	-1
5 ASTURIAS	232	43,4	5,8 W	-11
6 ÁVILA	1126	40,7	4,9 W	-21
7 BADAJOZ	186	38,9	7,0 W	-6
8 BALEARES	28	39,6	2,6 E	-4
9 BARCELONA	95	41,4	2,2 E	-7

Tabla 30. Tabla de latitudes por ciudad

Una vez conocida la latitud $\beta = 41,4^\circ$, se determina el factor de corrección a partir de la tabla siguiente:

Incli.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1,08	1,07	1,05	1,03	1,02	1,02	1,02	1,04	1,06	1,08	1,1	1,09
10	1,15	1,12	1,09	1,06	1,04	1,03	1,04	1,07	1,11	1,16	1,19	1,18
15	1,22	1,18	1,13	1,08	1,05	1,03	1,05	1,09	1,15	1,23	1,27	1,26
20	1,28	1,22	1,16	1,09	1,05	1,03	1,05	1,1	1,19	1,29	1,35	1,33
25	1,33	1,26	1,18	1,1	1,04	1,02	1,04	1,11	1,22	1,34	1,42	1,4
30	1,37	1,29	1,2	1,1	1,03	1	1,03	1,11	1,24	1,38	1,48	1,45
35	1,41	1,31	1,2	1,09	1,01	0,98	1,01	1,1	1,25	1,42	1,52	1,5
40	1,43	1,33	1,2	1,07	0,98	0,95	0,98	1,09	1,25	1,44	1,56	1,54

Tabla 31. Factor de corrección k sobre la latitud de Barcelona

Realizando la media de los valores mensuales se obtiene un valor de $k = 1,235$. Como estamos tomando los valores para una inclinación de 40° se está optando por el lado de la seguridad a la hora de realizar los cálculos.

En resumen, con toda la información obtenida se tiene:

- $E_{\text{solar sobre plano horizontal día}} = 4,56 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{día}$
- $k = 1$
- $CP = 1$
- $\eta = 60\%$

Con estos datos se puede calcular cual es la energía que aporta en media anual el sol por metro cuadrado de captador solar:

$$E_{\text{solar captada año}} = 4,56 \frac{\text{Kwh}}{\text{m}^2 \cdot \text{día}} \cdot 365 \text{ días} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,6 = 1.233,32 \frac{\text{Kwh}}{\text{m}^2 \cdot \text{año}}$$

APORTACIÓN SOLAR MES A MES

Para conocer la aportación solar en cada uno de los meses del año el procedimiento a seguir es el mismo que se observa para la media anual. Por lo tanto, siguiendo los mismos pasos los resultados que se obtienen son:

Mes	Días	Energía Aportada (S. horizontal) (kWh/m ² -día)	Rendimiento	Factor k	CP	Energía aportada (Aprovechable) (kWh/m ² -mes)	
Enero	31	2,18	60%	1,43	1	57,98	
Febrero	28	3,14	60%	1,33	1	70,16	
Marzo	31	4,34	60%	1,2	1	96,87	
Abril	30	5,69	60%	1,07	1	109,59	
Mayo	31	6,47	60%	0,98	1	117,94	
Junio	30	7,10	60%	0,95	1	121,41	
Julio	31	7,33	60%	0,98	1	133,61	
Agosto	31	6,12	60%	1,09	1	124,08	
Septiembre	30	4,78	60%	1,25	1	107,55	
Octubre	31	3,33	60%	1,44	1	89,19	
Noviembre	30	2,31	60%	1,56	1	64,86	
Diciembre	31	1,91	60%	1,54	1	54,71	
Total	365	4,56				Total	1147,95 kWh/m²-año

Tabla 32. Resultado de la aportación solar mes a mes

Se puede observar como en el cálculo mes a mes la energía que aporta el sol por metro cuadrado de captador solar es menor, por lo tanto, los cálculos que vienen a continuación se realizarán tomando este valor:

E solar captada (media anual)	1.233,32	kWh/m ² ·año
E solar captada (mes a mes)	1.147,95	kWh/m ² ·año

Tabla 33. Comparación de la energía solar captada por año y mes a mes

2.5 SUPERFICIE DE CAPTACIÓN SOLAR Y NÚMERO DE CAPTADORES

Una vez conocida la energía que ha de ser generada por una fuente renovable y la energía captada mes a mes por metro cuadrado de captador solar, se puede calcular cual es la superficie de captadores solares que se necesita para cubrir las especificaciones y demanda del hotel:

$$A_{\text{captadores}} = \frac{E_{\text{renovable necesaria}}}{E_{\text{captada por m}^2}} = \frac{117.723,65}{1.147,95} = 103\text{m}^2$$

En este caso los captadores solares que se han seleccionado han sido el modelo ecoEXTENS 10 de FERROLI, las cuales tienen una superficie de captación de 9,43 m² como se especifica en su [ficha técnica](#):

FERROLI ecoEXTENS 10		
Area de captación	9,43	m ²
Dimensiones (L x A x P)	4,867 x 2,064 x 0,114	m
Rango de ángulo de inclinación	25 - 75	º

Tabla 34. Características de los captadores solares Ferroli exoEXTENS 10

Por lo tanto, el número de captadores necesario para poder aportar la energía renovable mínima del hotel serán:

$$N_{placas} = \frac{A_{teórica}}{A_{captador}} = \frac{103 \text{ m}^2}{9,43 \text{ m}^2} = 10,875 \text{ placas} \rightarrow 11 \text{ placas}$$

Habitualmente el número de captadores a instalar son un número par, ya que facilita el equilibrado del sistema, por lo tanto, se instalará un total de 12 placas.

$$N_{placas} = 12 \text{ placas}$$

En todo momento durante los cálculos hemos optado por el lado de la seguridad, por lo que sería posible optar por la instalación de 10 placas en caso de que fuera preferible.

Por último, se comprueba que se cumple con el CER_{min} del 70% establecido por el CTE-DB-HS4:

$$CER = \frac{1.147,95 \frac{\text{Kwh}}{\text{m}^2} \cdot 12 \text{ placas} \cdot 9,43 \text{ m}^2}{168.176,64 \frac{\text{Kwh}}{\text{año}}} = 0,7724 = 77,24\% > 70\%$$

Como se puede observar, el CER que se consigue con el diseño realizado se encuentra por encima del establecido por el CTE-DB-HS4.

2.6 SEPARACIÓN MÍNIMA ENTRE FILAS DE CAPTADORES

Una vez hemos calculado el número de captadores solares que son necesarios para poder garantizar un CER > 70% se procede a calcular la distancia que deberán tener las baterías de captadores para de esta forma no tener pérdidas debido a sombras.

Para conocer la distancia entre filas de captadores, únicamente es necesario realizar una serie de cálculos trigonométricos basados en la imagen siguiente:

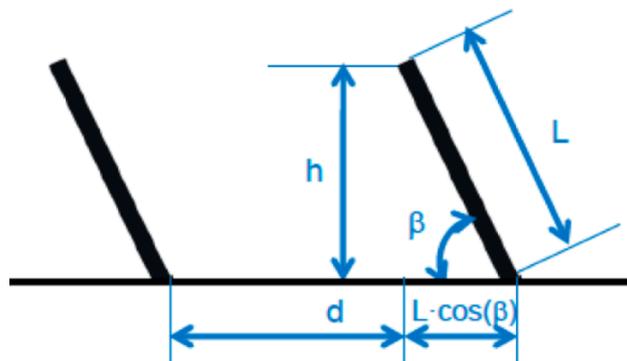


Ilustración 16. Esquema trigonométrico de la distancia entre placas

Donde:

- L: altura de la placa, en nuestro caso 4,864m.
- $\beta = 41,4^\circ$

$$h = L \cdot \sin(\beta) = 4,864 \cdot \sin(41,4^\circ) = 3,22 \text{ m}$$

$$d = \frac{h}{\text{tg}(67^\circ - \text{latitud})} = \frac{h}{\text{tg}(67^\circ - 41,4^\circ)} = 6,72 \text{ m}$$

Por lo tanto, la distancia que debe haber entre filas de captadores es de:

$$d + L \cdot \cos(\beta) = 6,72 + 4,864 \cdot \cos(41,4^\circ) = 10,37 \text{ m}$$

Si se observan los planos de la colocación de las baterías de captadores, se puede observar cómo no ha sido necesario aplicar la distancia mínima ya que las baterías no se encuentran situadas de tal forma que puedan provocarse sombras las unas a las otras. De igual modo, se han añadido los cálculos en caso de que se quisiera modificar la distribución de estas y se pueda tener en cuenta cual es la distancia que hay que mantener para su correcto funcionamiento.

2.7 VOLUMEN DE ACUMULACIÓN SOLAR

En este último apartado se calcula el volumen de los depósitos de inercia térmicos necesarios para poder suministrar ACS a la instalación del hotel.

Como está establecido en el CTE-DB-HS4, debe haber una correlación entre el volumen total de acumulación solar y el área de captadores, cumpliendo la expresión siguiente:

$$50 < \frac{V(\text{en litros})}{A(\text{en } m^2)} < 180$$

El valor que se suele predefinir para esta relación es 75, por lo tanto, teniendo en cuenta que:

- Relación $V/A = 75$
- Área de captadores = 12 captadores $\cdot 9,43 \text{ m}^2$

$$\frac{V(\text{litros})}{A(\text{m}^2)} = 75 = \frac{V(\text{litros})}{20 \text{ placas} \cdot 9,43 \text{ m}^2} \rightarrow V(\text{litros}) = 9.901,5 \text{ litros}$$

El volumen de acumulación, como se ha explicado anteriormente, se encuentra dividido en los dos circuitos que suministran ACS al hotel, uno para el suministro en directo y otro para el suministro mediante estación de bombeo. Como ambos circuitos tienen dimensiones muy diferentes el volumen de ambos será muy diferente, siendo mucho menos aquel que suministra en directo a la planta sótano.

Por lo tanto se tendrán dos acumuladores en proporción a la dimensión de cada uno de los circuitos en función con el volumen total de acumulación, siendo de un 90% para el

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

circuito con estación de bombeo y un 10% para el circuito que suministra en directo quedando:

- $V_{\text{acumulador grupo bombeo}} = 9.000$ litros
- $V_{\text{acumulador suministro directo}} = 1.000$ litros

Los volúmenes se han redondeado a dimensiones comerciales disponibles.

CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

El hotel para el cual se va a realizar el diseño y dimensionado de la instalación de evacuación de aguas residuales y pluviales se encuentra situado en la ciudad de Barcelona, compuesto por una planta sótano, una planta baja, 6 plantas tipo donde se encuentran ubicadas las habitaciones y una cubierta.

El suelo de la planta sótano se encuentra situado a una cota de -4 m, la altura de la planta baja es de 5 m, la altura de la planta primera es de 4 m y el resto de las plantas tienen una altura de 3,5 m.

La tipología de la red de saneamiento que se ha seleccionado para este edificio es de tipo separativo, de esta forma se tiene por un lado la evacuación de las aguas residuales y por otro lado la evacuación de las aguas pluviales. Los colectores de la instalación desembocan a la parte delantera donde una vez llegadas a la calle discurren por el centro de la calzada. La solera de los pozos de registro se encuentra a -2 m bajo la rasante de la calzada, situada a -0,15 m.

1.1 RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN

La red de pequeña evacuación es aquella que se encuentra dentro de los cuartos húmedos y donde se tienen los aparatos que van a generar las aguas residuales que hay que evacuar. En el caso del hotel diferenciamos los siguientes cuartos húmedos con sus aparatos correspondientes:

	Lavabo	Bidé	Urinario	Inodoro	Ducha	Fregadero	Horno	Lavavajillas	Lavadora
Baño habitación	1	0	0	1	1	0	0	0	0
Vestuario Mujeres	2	0	0	0	0	2	0	0	0
Vestuario Hombres	2	0	0	0	0	2	0	0	0
Cocina	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Baño hombres	2	0	2	1	0	0	0	0	0
Baño mujeres	2	0	0	2	0	0	0	0	0
Baño minusválidos	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Lavandería	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Tabla 35. Aparatos de desagüe por cuarto húmedo

Se debe tener en cuenta según el CTE-HS5 que los aparatos de la instalación deben disponer de un cierre hidráulico que evite el paso de aire fétido a los cuartos húmedos proveniente de las bajantes de aguas residuales.

En aquellos casos donde se utilice un bote sifónico para unir la evacuación de varios elementos, se ha de colocar correctamente teniendo en cuenta la altura de evacuación de los diferentes aparatos, de esta forma se evita que la descarga de uno de los aparatos pueda salir por otro.

En todo caso las uniones de la red de pequeña evacuación con las bajantes tienen la mayor inclinación posible, en ningún caso siendo menor de 45º.

1.2 BAJANTES

Como se ha mencionado anteriormente, se cuenta con un sistema separativo, por lo que la instalación cuenta con bajantes dedicadas a aguas residuales y otras dedicadas a aguas pluviales.

Para ambos tipos de tuberías se han construido patinillos con un cerramiento de 10 cm en los casos en los que no se cuenta con espacios dedicados. Una vez las tuberías alcanzan la planta sótano, estas discurren por un falso techo hasta evacuar en la red exterior. Para el caso de la planta sótano ha sido necesario instalar un pozo ya que no era posible alcanzar la red exterior únicamente por gravedad, siendo necesario elevar las aguas residuales hasta el nivel del techo de la planta sótano y una vez ahí evacuar a partir de un colector por gravedad.

Para todas las tuberías que ha utilizado PVB-U código B.

1.3 COLECTORES

Los colectores con los que cuenta la instalación se encuentran separados por colectores de aguas residuales y colectores de aguas pluviales que discurren por el falso techo de la planta sótano hasta el pozo de registro que se encuentra en la red exterior. Los materiales de los colectores serán dos, el primer tramos colgado estará formado por PVC-U código B mientras que el tramos enterrado será de PVB-U código U al encontrarse fuera del edificio. Para su diseño se ha seguido la normativa del CTE-HS5.

Las pendientes que se han considerado para los tramos de colectores son 1% para los tramos colgados y 2% para los tramos enterrados.

1.4 VENTILACIÓN

Siguiendo las indicaciones del CTE-HS5, el edificio debe tener de forma obligatoria un sistema de ventilación primaria, ya que este sistema se encarga de evitar sobrepresiones y subpresiones en las bajantes a través de la evacuación de aire.

El sistema de ventilación primaria está formado por una prolongación de la bajante en la cubierta del edificio, consiguiendo así un contacto con la atmosfera del exterior. Como en este caso se trata de una cubierta plana y transitable, las bajantes deberán prolongarse 2 m por encima de la cubierta.

Al tratarse de un edificio de menos de 7 plantas, no contará con un sistema secundario de ventilación.

El material empleado para la ventilación será PVC-U código B.

1.5 ARQUETAS, REGISTRO Y POZO GENERAL

En el caso del hotel no se dispondrá de arquetas en el final de las bajantes ya que estas no acaban en un colector enterrado.

La conexión entre las bajantes y los colectores se realizará con piezas especiales ya que no se pueden realizar utilizando simples codos.

1.6 POZO DE BOMBEO

Como se ha mencionado en puntos anteriores, se dispondrá de un pozo de bombeo para las aguas residuales de la planta sótano. Esto es debido a que no es posible evacuar mediante colectores las aguas residuales de la planta sótano a la red externa, por lo que es necesario bombear las aguas residuales a la altura del techo de la planta sótano y desde ese punto evacuar por gravedad a la red externa.

Las bombas que componen el grupo de bombeo incorporarán filtros de protección adecuados para los sólidos en suspensión que pueden transportar las aguas residuales. Se dispondrá de una bomba principal y otra de reserva para facilitar las labores de mantenimiento o seguir bombeando en caso de fallo., además de una batería para permitir el funcionamiento durante un periodo de 24h en caso de corte de suministro eléctrico.

Tanto el pozo como el grupo de bombeo se encuentran en la planta sótano donde se diseñará la correcta ventilación del cuarto. Además, en la conexión con el sistema de alcantarillado se instalará un sistema antirreflujo.

2. MEMORIA DE CÁLCULO

2.1 AGUAS RESIDUALES

2.1.1 Pequeña evacuación

El diseño de la red de pequeña evacuación se ha realizado siguiendo dos métodos: método de los caudales y método de las tablas CTE. A continuación, se desarrolla el procedimiento que se ha seguido para ambos métodos.

MÉTODO DE LOS CAUDALES

En primer lugar, para poder diseñar la red de pequeña evacuación es necesario conocer cuál es el caudal que se evacua por cada uno de los aparatos de la instalación:

Dispositivo de consumo	Q _{inst} (l/s)
Lavabo	0,75
Bidé	0,50
Urinario	1,00
Inodoro	1,50
Ducha	0,50
Fregadero IND	0,75
Lavabo	0,75
Lavavajillas IND	0,75
Lavadora IND	1,00

Tabla 36. Caudal evacuado por aparato

En función del número de aparatos de cada uno de los cuartos húmedos, se calcula el coeficiente de simultaneidad que viene definido por la siguiente expresión:

$$k = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + 0,035 \cdot \alpha \cdot [1 + \log(\log n)]$$

Donde:

- N: número de aparatos.
- α : coeficiente con valor 3 para hoteles.
- K nunca puede tomar un valor menor a 0,2 y para habitaciones con un solo aparato tomará el valor de la unidad.

Conocido el coeficiente de simultaneidad y el caudal instalado en cada uno de los cuartos se puede calcular el caudal punta o de diseño a partir del cual se dimensionará la instalación:

$$Q_{punta} = k * Q_{inst}$$

Una vez hemos calculado el caudal de diseño o punta se puede calcular el diámetro de diseño o teórico (D_{dis}) utilizando la ecuación de Manning, para la cual al tratarse de conducciones horizontales se toma el grado de llenado como 50%. A partir de la siguiente fórmula:

$$D_{dis}(m) = \left[\frac{6,417 \cdot n \cdot Q_{punta} \left(\frac{m^3}{s} \right)}{s^{1/2}} \right]^{3/8}$$

Donde:

- n: Coeficiente de Manning con valor 0,1 para tuberías de PVC.
- s: Pendiente de la tubería
 - Las derivaciones que acometen al bote sifónico deben tener una longitud menor de 2,5 m y una pendiente de entre 2-4%.
 - En bañeras y duchas las pendientes deben ser menores del 10%.
 - En lavabos la pendiente debe estar comprendida entre 2,5-5%.
 - Las uniones de los desagües con las bajantes deben tener una pendiente de mínimo 45°.
 - La distancia del bote sifónico a la bajante no debe ser mayor de 2 m.

Para los cálculos se ha seleccionado una pendiente del 3%.

Cuando se seleccionan los diámetros comerciales durante el cálculo, se hace siempre seleccionando el inmediatamente superior, mayorando siempre en el aspecto de la seguridad y garantizando un grado de llenado máximo del 50%. Cabe destacar que las conducciones que evacuan inodoros deben ser de PVC 110 mínimo como establece el CTE-HS5.

En último lugar, para realizar las comprobaciones sobre la velocidad del agua residual para asegurar que es menor que 0,6 m/s (al ser conducciones horizontales) una vez se ha seleccionado el diámetro comercial, se utiliza la expresión del caudal de llenado de Manning y la tabla de Thorman y Frankie.

$$Q_{lleno} = \frac{1}{n} * s^{1/2} * \frac{\pi * D^{8/3}}{4^{5/3}}$$

En la siguiente tabla se puede observar cómo se han calculado los diámetros necesarios para la pequeña evacuación y comprobado que se cumplen las velocidades:

	Qpun(l/s)	Qpun(m3/s)	Ddis(m)	Ddis(mm)	Dcom(mm)	DN
Lavabo	0,75000	0,00075	0,0464	46,4	57,0	PVC 63
Bidé	0,50000	0,00050	0,0398	39,8	44,0	PVC 50
Urinario	1,00000	0,00100	0,0517	51,7	57,0	PVC 63
Inodoro	1,50000	0,00150	0,0602	60,2	103,6	PVC 110
Ducha	0,50000	0,00050	0,0398	39,8	44,0	PVC 50
Fregadero IND	0,75000	0,00075	0,0464	46,4	57,0	PVC 63
Lavabo	0,75000	0,00075	0,0464	46,4	57,0	PVC 63
Lavavajillas IND	0,75000	0,00075	0,0464	46,4	57,0	PVC 63
Lavadora IND	1,00000	0,00100	0,0517	51,7	57,0	PVC 63

	A(m2)	Ql(m3/s)	vll(m3/s)	Q/Ql	y/D	v/vll	vpun(m3/s)	Vmin	Vmax
Lavabo	0,003	0,003	1,02	0,289	0,367	0,87	0,89	CUMPLE	CUMPLE
Bidé	0,002	0,001	0,86	0,384	0,433	0,94	0,81	CUMPLE	CUMPLE
Urinario	0,003	0,003	1,02	0,385	0,433	0,94	0,96	CUMPLE	CUMPLE
Inodoro	0,008	0,013	1,52	0,117	0,231	0,69	1,05	CUMPLE	CUMPLE
Ducha	0,002	0,001	0,86	0,384	0,433	0,94	0,81	CUMPLE	CUMPLE
Fregadero IND	0,003	0,003	1,02	0,289	0,367	0,87	0,89	CUMPLE	CUMPLE
Lavabo	0,003	0,003	1,02	0,289	0,367	0,87	0,89	CUMPLE	CUMPLE
Lavavajillas IND	0,003	0,003	1,02	0,289	0,367	0,87	0,89	CUMPLE	CUMPLE
Lavadora IND	0,003	0,003	1,02	0,385	0,433	0,94	0,96	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 37. Resultado del caudal, diámetro y velocidad para cada uno de los aparatos de desagüe

	Q(m3/s)	D(mm)	Dcom(mm)	DN	A(m2)
PE-BHAB	0,00214	68,74361	103,6	PVC 110	0,008
PE-VM	0,00198	66,73356	69	PVC 75	0,004
PE-VH	0,00198	66,73356	69	PVC 75	0,004
PE-C	0,00198	66,73356	69	PVC 75	0,004
PE-BH	0,00508	95,08482	103,6	PVC 110	0,008
PE-BM	0,00297	77,69239	103,6	PVC 110	0,008
PE-BMV	0,00236	71,34164	103,6	PVC 110	0,008
PE-L	0,00234	71,02366	84	PVC 90	0,006

	Ql(m3/s)	vll(m3/s)	Q/Ql	y/D	v/vll	vpun(m3/s)	Vmin	Vmax
PE-BHAB	0,013	1,516	0,167	0,276	0,760	1,152	CUMPLE	CUMPLE
PE-VM	0,004	1,156	0,457	0,476	0,980	1,133	CUMPLE	CUMPLE
PE-VH	0,004	1,156	0,457	0,476	0,980	1,133	CUMPLE	CUMPLE
PE-C	0,004	1,156	0,457	0,476	0,980	1,133	CUMPLE	CUMPLE
PE-BH	0,013	1,516	0,398	0,439	0,950	1,440	CUMPLE	CUMPLE
PE-BM	0,013	1,516	0,232	0,331	0,830	1,258	CUMPLE	CUMPLE
PE-BMV	0,013	1,516	0,185	0,289	0,770	1,167	CUMPLE	CUMPLE
PE-L	0,007	1,318	0,320	0,387	0,890	1,173	CUMPLE	CUMPLE

Tabla 38. Resultado de caudal, diámetro y velocidad para las líneas de pequeña evacuación

MÉTODO DE LAS TABLAS CTE

La segunda forma de realizar el cálculo es siguiendo el método de las tablas definido en el CTE-HS5 punto "4. Dimensionado".

Según lo definido, se han de calcular las UD's de los elementos de desagüe de los diferentes aparatos para determinar los diámetros internos de la pequeña evacuación.

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

El CTE define una tabla con las UD de cada uno de los aparatos y posteriormente se ha de seleccionar el diámetro de tubería de PVC-U código B:

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón 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	5	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urinario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3.5	-	-
Fregadero	De cocina	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	-

Tabla 39. UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

	UD Desague	Diámetro teórico (mm)	Diámetro comercial
Lavabo	2	40	PVC 50
Bidé	3	40	PVC 50
Urinario	4	50	PVC 63
Inodoro	5	100	PVC 110
Ducha	3	50	PVC 63
Fregadero	6	50	PVC 63
Lavavajillas	6	50	PVC 63
Lavadora	6	50	PVC 63

Tabla 40. Diámetros de los aparatos en función de las UD's

Una vez obtenidos los diámetros de cada uno de los elementos, el siguiente paso es dimensionar los ramales de pequeña evacuación teniendo en cuenta los aparatos que conectan directamente con la bajante y aquellos que están conectados a un bote sifónico. Para ello se tomará de la siguiente tabla partiendo de una pendiente del 2% al ser el caso más desfavorable:

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 41. Diámetros de la pequeña evacuación en función de la pendiente

	Lavabo	Bidé	Urinario	Inodoro	Inodoro flux	Ducha	Fregadero	Lavavajillas	Lavadora
Baño habitacion	1	0	0	1	0	1	0	0	0
Vestuario Mujeres	2	0	0	0	0	2	0	0	0
Vestuario Hombres	2	0	0	0	0	2	0	0	0
Cocina	0	0	0	0	0	0	2	2	0
Baño hombres	2	0	2	1	0	0	0	0	0
Baño mujeres	2	0	0	2	0	0	0	0	0
Baño minusválidos	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Lavandería	0	0	0	0	0	0	0	0	3

	Uds	Diámetro teórico (mm)	Diámetro comercial
Baño habitacion	10	110	PVC 110
Vestuario Mujeres	10	63	PVC 75
Vestuario Hombres	10	63	PVC 75
Cocina	24	75	PVC 90
Baño hombres	17	75	PVC 110
Baño mujeres	14	75	PVC 110
Baño minusválidos	7	63	PVC 110
Lavandería	18	75	PVC 90

Tabla 42. Resultado de diámetros de pequeña evacuación

Se puede observar como en los cuartos donde se tiene un inodoro es necesario colocar un tubo de PVC 110.

2.1.2 Bajantes de aguas residuales

MÉTODO DE LOS CAUDALES

El procedimiento a seguir para el cálculo de las bajantes por este método es análogo al seguido para la red de pequeña evacuación. Una vez se han calculado los caudales instalados de cada cuarto húmedo, se procede a diseñar el número de acometidas que desembocan en cada bajante por planta.

Para conocer el caudal punta o de diseño y el coeficiente de simultaneidad se emplean las fórmulas ya mencionadas anteriormente [1] y [2], con las mismas restricciones para el coeficiente de simultaneidad.

En el caso del hotel, los cuartos húmedos que desembocan en las bajantes son los baños de los cuartos, ya que el resto de los cuartos húmedos como cocina, vestuarios, etc., se encuentran en la planta sótano donde a partir de los colectores se descargará en un pozo.

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

	Baño habitacion	Vestuario Mujeres	Vestuario Hombres	Cocina	Baño hombres	Baño mujeres	Baño minusválidos	Lavandería
BAR-B1	6	0	0	0	0	0	0	0
BAR-B2	12	0	0	0	0	0	0	0
BAR-B3	6	0	0	0	0	0	0	0
BAR-B4	12	0	0	0	0	0	0	0
BAR-B5	6	0	0	0	0	0	0	0
BAR-B6	6	0	0	0	0	0	0	0
BAR-B7	6	0	0	0	0	0	0	0
BAR-B8	6	0	0	0	0	0	0	0
BAR-B9	6	0	0	0	0	0	0	0
BAR-B10	6	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 43. Cuartos húmedos que descargan en cada bajante de aguas residuales

	Q _{inst} (l/s)	n	k	Q _{sim} (l/s)	Q _{esp} (l/s)	Q _{pun} (l/s)
BAR-B1	16,50	18	0,36	5,9	0	5,91
BAR-B2	33,00	36	0,29	9,7	0	9,71
BAR-B3	16,50	18	0,36	5,9	0	5,91
BAR-B4	33,00	36	0,29	9,7	0	9,71
BAR-B5	16,50	18	0,36	5,9	0	5,91
BAR-B6	16,50	18	0,36	5,9	0	5,91
BAR-B7	16,50	18	0,36	5,9	0	5,91
BAR-B8	16,50	18	0,36	5,9	0	5,91
BAR-B9	16,50	18	0,36	5,9	0	5,91
BAR-B10	16,50	18	0,36	5,9	0	5,91

Tabla 44. Resultado de los caudales de evacuación de cada bajante de aguas residuales

Una vez conocido el caudal punta o de diseño es posible calcular el diámetro de diseño (D_{dis}) aplicando la fórmula de Dawson y Hunter, con un 33% de grado de llenado al tratarse de una conducción vertical:

$$D_{dis}(mm) = 40,86 \cdot [Q_{punta} \left(\frac{l}{s}\right)]^{3/8}$$

Una vez obtenido el diámetro de diseño se selecciona el diámetro comercial (D_{com}) inmediatamente superior, de esta forma se asegura que el grado de llenado no será superior al 33%.

	Q _{pun} (l/s)	D _{dis} (mm)	D _{com} (mm)	DN	A(m ²)	r	Am(m ²)	v _{pun} (m/s)
BAR-B1	5,91	79,5	103,6	PVC 110	0,008	0,218	0,002	3,21
BAR-B2	9,71	95,8	103,6	PVC 110	0,008	0,294	0,002	3,91
BAR-B3	5,91	79,5	103,6	PVC 110	0,008	0,218	0,002	3,21
BAR-B4	9,71	95,8	103,6	PVC 110	0,008	0,294	0,002	3,91
BAR-B5	5,91	79,5	103,6	PVC 110	0,008	0,218	0,002	3,21
BAR-B6	5,91	79,5	103,6	PVC 110	0,008	0,218	0,002	3,21
BAR-B7	5,91	79,5	103,6	PVC 110	0,008	0,218	0,002	3,21
BAR-B8	5,91	79,5	103,6	PVC 110	0,008	0,218	0,002	3,21
BAR-B9	9,71	95,8	103,6	PVC 110	0,008	0,294	0,002	3,91
BAR-B10	5,91	79,5	103,6	PVC 110	0,008	0,218	0,002	3,21

Tabla 45. Resultado de los diámetros de cada bajante de aguas residuales y comprobación de velocidad

Se puede observar como todas las bajantes tiene un cuarto húmedo con inodoro que descarga sobre ellas, por lo que una vez comprobado para el tramo con mayor caudal el diámetro máximo que se va a tener que emplear y se comprueba que es menor de 100 mm, se aplica el PVC 110 en todas ellas.

MÉTODO DE LAS TABLAS CTE

En el método anterior, el dimensionado de las bajantes se calculaba por tramos según el caudal que tienen que evacuar cada uno, aunque en nuestro caso al tratarse de descargas desde cuartos húmedos con inodoros se ha podido utilizar un mismo diámetro para toda la tubería.

En el método de las tablas, el CTE define un único diámetro para toda la bajante en función de las unidades que se van a descargar en cada una de ellas.

En este caso se tiene un hotel con 6 plantas tipo, por lo que siguiendo la tabla 4.4 definida por el CTE-HS5:

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Tabla 46. Diámetro de las bajantes de aguas residuales en función de las UD de desagüe

	Baño hab	Uds (6 plantas tipo)	Diámetro teórico (mm)	Diametro final(mm)
BAR-B1	6	60	90	110
BAR-B2	12	120	90	110
BAR-B3	6	60	90	110
BAR-B4	12	120	90	110
BAR-B5	6	60	90	110
BAR-B6	6	60	90	110
BAR-B7	6	60	90	110
BAR-B8	6	60	90	110
BAR-B9	6	60	90	110
BAR-B10	6	60	90	110

Tabla 47. Resultado de los diámetros de las bajantes de aguas residuales por el método de las UD

De igual modo que pasaba con el método anterior, aunque el diámetro teórico que seleccionamos es inferior, al tener que evacuar la descarga de inodoros se necesita un diámetro mínimo de 100 mm según especifica el CTE-HS5.

Por lo tanto, de ambos métodos se tendrían que emplear tuberías de PVC-U 110 código B.

2.1.3 Colectores de aguas residuales

MÉTODO DE LOS CAUDALES

De igual forma que se venía explicando para los procedimientos de pequeña evacuación y bajantes, en el caso de los colectores se ha de considerar que, para el uso de las ecuaciones de Manning, el grado de llenado al tratarse de conducciones horizontales es del 50%. Además, el diámetro comercial seleccionado será el inmediatamente superior para asegurar que se cumple con el grado de llenado fijado.

Se ha de considerar que, al tratarse de los colectores del hotel, estos recibirán la descarga desde las bajantes y se transportará por gravedad hasta la red externa. La pendiente con la que se han de diseñar los colectores colgados es de un 1% en PVC-U código B, mientras que para la parte enterrada de los colectores que transcurre por el exterior del edificio se considera un 2% de pendiente en PVC-U código U.

Para el caso de los colectores de la planta sótano, estos se encuentran enterrados bajo tierra por lo que se utiliza PVC-U código U y transportan la descarga de los aparatos y los cuartos húmedos de esta planta hasta un pozo desde donde se impulsan las aguas residuales hasta uno de los colectores colgados del techo, de esta forma se aprovecha la misma instalación.

Una vez calculados los diámetros que se van a instalar en las conducciones, a partir de la expresión de caudal de llenado de Manning y la tabla de Thorman y Frankie se comprueba que la velocidad es mayor de 0,6 m/s.

	Q _{inst}	n	k	Q _{punt}	D _{dis(m)}	D _{dis(mm)}	D _{comm}	DN	Q _{lleno (l/s)}	V _{lleno (m/s)}	Q/Q _{lleno}	y/D	y/D (%)	V/V _{lleno}	V (m/s)
CAR-1.1	66,0	72,0	0,252	16,63	0,18	182,20	190,2	PVC200	37,29	1,31	0,446	0,47	47%	0,970	1,27
CAR-1.2	99,0	108,0	0,234	23,17	0,21	206,35	237,6	PVC250	67,50	1,52	0,343	0,407	41%	0,920	1,40
CAR-2.1	49,5	54,0	0,267	13,24	0,17	167,27	190,2	PVC200	37,29	1,31	0,355	0,414	41%	0,920	1,21
CAR-2.2	64,3	69,0	0,254	16,32	0,18	180,94	190,2	PVC200	37,29	1,31	0,438	0,464	46%	0,970	1,27
CAR-2.3	113,8	123,0	0,229	26,07	0,22	215,66	237,6	PVC250	67,50	1,52	0,386	0,433	43%	0,940	1,43
CAR-S1.1	3,0	4,0	0,659	1,98	0,09	93,38	103,6	PVC110	7,38	0,88	0,268	0,353	35%	0,860	0,75
CAR-S1.2	8,0	9,0	0,456	3,65	0,12	117,52	118,6	PVC125	10,58	0,96	0,345	0,407	41%	0,920	0,88
CAR-S1.3	10,3	11,0	0,423	4,34	0,13	125,35	152	PVC160	20,51	1,13	0,211	0,316	32%	0,810	0,92
CAR-S1.4	14,8	15,0	0,380	5,60	0,14	137,96	152	PVC160	20,51	1,13	0,273	0,36	36%	0,860	0,97
CAR-S2.1	3,0	4,0	0,659	1,98	0,09	93,38	103,6	PVC110	7,38	0,88	0,268	0,353	35%	0,860	0,75
CAR-S2.2	6,0	8,0	0,478	2,87	0,11	107,37	118,6	PVC125	10,58	0,96	0,271	0,36	36%	0,860	0,82
CAR-S3	20,8	23,0	0,332	6,89	0,15	149,16	152	PVC160	20,51	1,13	0,336	0,401	40%	0,910	1,03

Tabla 48. Resultado de los diámetros de los colectores de aguas residuales por el método de los caudales

MÉTODO DE LAS TABLAS CTE

De igual forma que se ha realizado con las bajantes, para utilizar este método se va a hacer uso de la tabla 4.5 del CTE-HS5, teniendo en cuenta un 1% de pendiente para los colectores colgados y un 2% para los colectores enterrados:

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD	Pendiente		Diámetro (mm)
	1 %	2 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Tabla 49. Diámetros de los colectores de aguas residuales en función de la pendiente

	Pendiente	Unidades de desagüe (Uds)	Diámetro (mm)	Diámetro comercial
CAR-1.1	1%	240,0	110	PVC 125
CAR-1.2	1%	360,0	125	PVC 160
CAR-2.1	1%	180,0	110	PVC 125
CAR-2.2	1%	252,0	110	PVC 125
CAR-2.3	1%	432,0	160	PVC 200
CAR-S1.1	2%	24,0	90	PVC 110
CAR-S1.2	2%	41,0	90	PVC 110
CAR-S1.3	2%	48,0	90	PVC 110
CAR-S1.4	2%	62,0	90	PVC 110
CAR-S2.1	2%	10,0	90	PVC 110
CAR-S2.2	2%	10,0	90	PVC 110
CAR-S3	2%	72,0	90	PVC 110

Tabla 50. Resultado de los diámetros de colectores de aguas residuales por el método de las UD

2.1.4 Descuelgues de los colectores de aguas residuales

Una vez calculados los colectores de aguas residuales y sabiendo sus diámetros y características, se calcula el descuelgue de estos, comprobando así que quedan cubiertos por el falso techo de la planta sótano hasta su salida del edificio.

En la tabla siguiente se han presentado las distancias de cada uno de los colectores, su distancia mayorada, su diámetro y su descuelgue total que será el resultado que tendremos que evaluar para comprobar si quedan cubierto o no.

Teniendo en cuenta que el falso techo de la planta sótano tiene espacio de 0,5 m:

Conducto	Pendiente	Longitud (m)	Longitud mayorada 20% (m)	Descuelgue (m)	DN (mm)	Diámetro del colector (m)	Descuelgue total (m)
CAR-1	1%	10,91	12,00	0,12001	PVC 250	0,238	0,358
CAR-2	1%	11,87	13,06	0,13057	PVC 250	0,238	0,368
CAR-S3	1%	11,52	12,67	0,12672	PVC 110	0,300	0,426

Tabla 51. Resultado del cálculo del descuelgue de los colectores de aguas residuales

Se puede observar cómo se cumple con el descuelgue y por lo tanto los colectores quedarían cubiertos por el falso techo de la planta sótano.

2.1.5 Ventilación

En el caso del hotel, como se describió en apartados anteriores, se trata de un hotel de 4 estrellas con menos de 7 alturas, por lo que únicamente sería necesario utilizar un sistema de ventilación primaria para así compensar la sobrepresiones y subpresiones que se puedan provocar en la bajante cuando se descargan las aguas residuales. De esta misma forma, las bajantes se extenderán 2 m por encima de la cubierta ya que se trata de una cubierta plana y transitable.

2.1.6 Grupo de bombeo del pozo de evacuación de planta sótano

La planta sótano se encuentra a una cota de -4 m, no siendo posible la evacuación por gravedad de los colectores hasta el pozo de registro exterior. Por ello la evacuación de los cuartos húmedos de la planta sótano se realiza a un pozo donde posteriormente las

aguas residuales son bombeadas hasta el colector más cercano para evacuar por gravedad.

Siguiendo las indicaciones del CTE-DB-HS5 se ha de dimensionar el depósito de tal forma que el número de arranques y paradas de las bombas sea como máximo 12 a la hora.

La capacidad que debe tener el depósito debe ser mayor que la mitad de la aportación media diaria de aguas residuales, además, este volumen se encuentra directamente relacionado con el caudal de la bomba a partir de la siguiente fórmula:

$$V_u = 0,3 \cdot Q_b \left(\frac{dm^3}{s} \right) = 0,3 \cdot 8,47 \cdot 3600 = 9.148 \text{ litros}$$

Donde:

- V_u : Volumen del depósito
- Q_b : Caudal de la bomba en (dm^3/s)

Se conoce que el caudal que se evacúa al depósito es igual a 8,47 l/s y es igual al caudal que tiene que evacuar el grupo de bombeo del pozo.

2.2 AGUAS PLUVIALES

En el siguiente apartado se va a desarrollar el diseño del sistema de evacuación de aguas pluviales del hotel.

2.2.1 Sumideros

En el hotel se encuentran tres zonas de las cuales se han de evacuar las aguas pluviales cuyas áreas son:

- Terraza planta baja = 95 m²
- Terraza planta primera = 189 m²
- Cubierta plana transitable = 436,6 m²

Siguiendo las indicaciones del CTE-HS5 en la tabla 4.6, nos indica el número de sumideros con los que tiene que contar la superficie para evacuar el agua pluvial:

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

Tabla 52. Número de sumideros en función de la superficie cubierta

	Superficie (m2)	Sumideros necesarios	m2 por sumidero
Terraza planta baja	95,0	2	47,5
Terraza planta primera	189,0	3	63,0
Cubierta	436,6	4	109,2

Tabla 53. Superficies de evacuación de aguas pluviales y sumideros necesarios

Se ha tenido en cuenta que para un 1% de desnivel que se ha tomado como partida para colocar los sumideros, el CTE-HS5 indica que no puede haber una distancia tal que provoque un desnivel mayor de 150 mm, por lo tanto, se ha tenido precaución para que las distancias no sean mayores de 15m en ninguno de los casos.

2.2.2 Bajantes de aguas pluviales

Siguiendo lo indicado en el CTE-HS5 Anexo B y la ubicación geográfica del hotel, al encontrarse ubicado en la ciudad de Barcelona se tiene que la intensidad pluviométrica de la zona es de 110 mm/h correspondiente a la zona B, isoyeta 50:

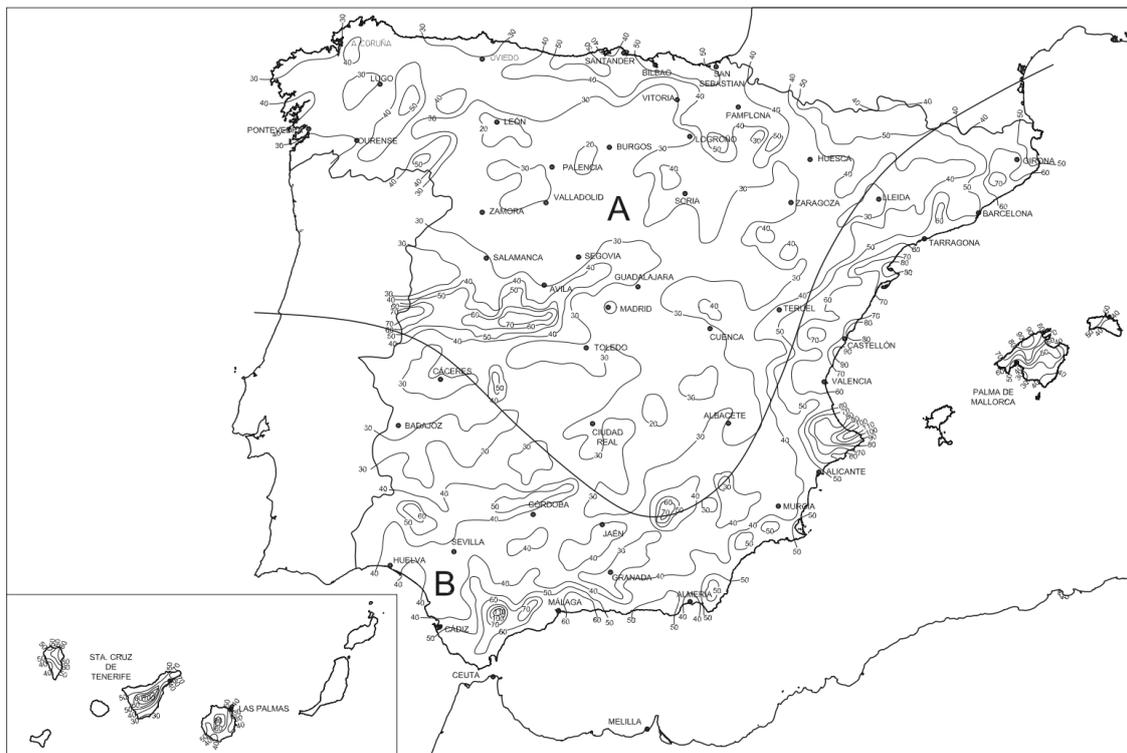


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Tabla B.1
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

Ilustración 17. Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Una vez conocida la intensidad pluviométrica, para calcular el diámetro de las bajantes se pueden aplicar los mismos métodos que se han observado anteriormente, el método de los caudales o el método de las tablas CTE.

MÉTODO DE LOS CAUDALES

Para emplear el método de los caudales es necesario conocer:

- I: Intensidad pluviométrica, que en este caso es 110 mm/h.
- C: Coeficiente de escorrentía, en este caso la unidad al no contar con zonas ajardinadas.
- A: Área cubierta por la bajante.

Con estos datos se aplica la siguiente fórmula para calcular el caudal de diseño:

$$Q_d = C * I * A$$

Conocido el caudal de diseño se obtiene el diámetro de diseño (D_{dis}) aplicando las ecuaciones de Dawson y Hunter, que al tratarse de conducciones verticales se debe aplicar un grado de llenado del 33%:

$$D_{dis}(mm) = 40.86 * [Q_{punta}(l/s)]^{3/8}$$

Conocido el diámetro de diseño se seleccionará el diámetro comercial inmediatamente superior para asegurar que el grado de llenado no es superior al 33%.

A continuación, se pueden observar los resultados para las diferentes bajantes de pluviales:

Conducto	A (m ²)	Qdiseño (l/s)	Dteorico (mm)	DN (mm)	Dint (mm)
BAP-1	109,1	3,33	64,22	PVC 75	69
BAP-2	79,98	2,44	57,17	PVC 75	69
BAP-3	70,78	2,16	54,60	PVC 75	69
BAP-4	174,04	5,32	76,52	PVC 90	84
BAP-P1-1	224,95	6,87	84,25	PVC 110	103,6
BAP-P1-2	52,41	1,60	48,79	PVC 63	57

Tabla 54. Resultado del diseño de las bajantes de aguas pluviales por el método de los caudales

Todas las tuberías serán de PVC-U código B.

MÉTODO DE LAS TABLAS CTE

Para poder emplear la tabla 4.8 definida en el CTE-HS5 es necesario aplicar un factor de corrección a las superficies que corresponde con la intensidad pluviométrica correspondiente, en este caso $f = 110/100 = 1.1$:

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Tabla 55. Diámetro de las bajantes en función de la superficie cubierta

Conducto	A (m ²)	A cálculo (m ²)	D (mm)
BAP-1	109,1	120,01	75
BAP-2	79,98	87,978	63
BAP-3	70,78	77,858	63
BAP-4	174,04	191,444	90
BAP-P1-1	224,95	247,445	90
BAP-P1-2	52,41	57,651	50

Tabla 56. Resultado del diseño de las bajantes de aguas pluviales por el método de las tablas

2.2.3 Colectores de aguas pluviales

De igual modo que para las bajantes de aguas pluviales, el dimensionado de los colectores se va a realizar a partir de los dos métodos descritos anteriormente.

MÉTODO DE LOS CAUDALES

Para el diseño de los colectores de aguas pluviales se parte del cálculo del caudal de diseño (Q_{dis}) dependiendo del número de bajantes que desemboquen en cada colector. Una vez conocido este valor se calcula el diámetro de diseño (D_{dis}) utilizando las ecuaciones de Manning, que al tratarse de aguas pluviales se ha de considerar un grado de llenado del 80%.

$$D_{dis}(m) = \left[\frac{3.514 * n * Q_{dis}(m^3/s)}{s^{1/2}} \right]^{3/8}$$

Donde:

- n: Coeficiente de Manning, igual a 0,01 para tuberías de PVC.
- s: Pendiente de la tubería.
 - 1 % para colectores colgados.
 - 2% para colectores enterrados.

Los colectores de aguas pluviales dispondrán de dos tramos, uno colgado donde se considerará una pendiente de un 1% y otro enterrado cuando llegue a la parte exterior del edificio, donde se considerará una pendiente de un 2%.

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

En la selección del diámetro comercial se seleccionará el inmediatamente superior al diámetro de diseño, de esta forma se asegura que el grado de llenado será inferior al 80%. Además, el diámetro no será inferior al que se encuentra aguas arriba.

Una vez calculado el diámetro comercial, se comprobará a partir de la expresión del caudal de llenado de Manning y la tabla de Thorman y Frankie la velocidad del agua al tratarse de una tubería horizontal, donde no debe ser menor de 0,6 m/s.

A continuación, se pueden observar los resultados obtenidos:

Conducto	A(m ²)	Dteorico (mm)	DN (mm)	Dint (mm)	Qlleno (l/s)	Vlleno (m/s)	Q/Qlleno	y/D	y/D (%)	V/Vlleno	V (m/s)
CAP-1.1	224,95	104,38	PVC 110	103,6	7,38	0,88	0,931	0,827	83%	1,060	0,93
CAP-1.2	334,05	121,06	PVC 125	118,6	10,58	0,96	0,964	0,874	87%	1,040	1,00
CAP-1.3	508,09	141,68	PVC 160	153,6	21,09	1,14	0,736	0,653	65%	1,070	1,22
CAP-1.3 (Enterrado)	508,09	124,41	PVC 160	153,6	29,83	1,61	0,521	0,519	52%	1,010	1,63
CAP-2.1	52,41	60,45	PVC 63	57	1,50	0,59	1,068	1	100%	1,000	0,59
CAP-2.2	132,39	85,56	PVC 90	84	4,22	0,76	0,959	0,865	87%	1,040	0,79
CAP-2.3	203,17	100,47	PVC 110	103,6	7,38	0,88	0,841	0,734	73%	1,070	0,94
CAP-2.3 (Enterrado)	203,17	88,22	PVC 110	103,6	10,44	1,24	0,595	0,562	56%	1,040	1,29

Tabla 57. Resultado del diseño de los colectores de aguas pluviales por el método de los caudales

Se puede observar como para el tramo enterrado donde se considera una pendiente del 2% se tiene el mismo diámetro que para el tramos aéreo. Tener en cuenta que para el tramo aéreo se usa PVC-U código B y para el tramo enterrado PVB-U código U.

MÉTODO DE LAS TABLAS CTE

Siguiendo las indicaciones del CTE-HS5, se utiliza la tabla 4.9 donde en base a la pendiente de la tubería y la superficie que tiene que evacuar se considera un diámetro.

Para poder emplear la tabla 4.9 definida en el CTE-HS5 es necesario aplicar un factor de corrección a las superficies que corresponde con la intensidad pluviométrica correspondiente, en este caso $f = 110/100 = 1.1$:

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 58. Diámetro de los colectores de aguas pluviales en función de la superficie cubierta

Conducto	Pendiente	A (m2)	A cálculo (m2)	DN (mm)
CAP-1.1	1%	224,95	247,45	125
CAP-1.2	1%	334,05	367,46	160
CAP-1.3	1%	508,09	558,90	160
CAP-1.3 (Enterrado)	2%	508,09	558,90	160
CAP-2.1	1%	52,41	57,65	90
CAP-2.2	1%	132,39	145,63	110
CAP-2.3	1%	203,17	223,49	110
CAP-2.3 (Enterrado)	2%	203,17	223,49	110

Tabla 59. Resultado del diseño de los colectores de aguas pluviales por el método de las tablas

2.2.4 Descuelgues de los colectores de aguas pluviales

Una vez calculados los colectores de aguas pluviales y sabiendo sus diámetros y características, se calcula el descuelgue de estos, comprobando así que quedan cubiertos por el falso techo de la planta sótano hasta su salida del edificio.

En la tabla siguiente se han presentado las distancias de cada uno de los colectores, su distancia mayorada, su diámetro y su descuelgue total que será el resultado que tendremos que evaluar para comprobar si quedan cubierto o no.

Teniendo en cuenta que el falso techo de la planta sótano tiene espacio de 0,5 m:

Conducto	Pendiente	Longitud (m)	Longitud mayorada 20% (m)	Descuelgue (m)	DN (mm)	Diámetro del colector (m)	Descuelgue total (m)
CAP-1	1%	25,15	27,67	0,27665	PVC 160	0,154	0,430
CAP-2	1%	25,43	27,97	0,27973	PVC 110	0,104	0,383

Tabla 60. Resultado del cálculo del descuelgue de los colectores de aguas pluviales

Se puede observar cómo se cumple con el descuelgue y por lo tanto los colectores quedarían cubiertos por el falso techo de la planta sótano.

2.2.5 Ventilación de las bajantes de aguas pluviales

De igual forma que para las aguas residuales, el sistema de ventilación utilizado para las aguas pluviales será primario, ya que se trata de un edificio de menos de 7 plantas.

CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LA INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

3. INTRODUCCIÓN

En el presente apartado de la memoria se va a desarrollar el diseño de la instalación contra incendios que se va a instalar en el hotel.

4. INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

La instalación cuenta con varios elementos contra incendios que se van a instalar y dimensionar:

- Detección y alarma de incendios
- Extintores
- Bocas Contra Incendio Equipadas (BIE)
- Columna seca
- Hidrantes exteriores
- Sistema de extinción para cocinar industrial

Para ello se van a seguir las indicaciones del Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (PCI).

3.1 DETECCIÓN Y ALARMA DE INCENDIOS

El diseño del sistema de detección contra incendios del hotel se ha realizado siguiendo la norma UNE 23007-14 que lo regula. Además, en la norma UNE-EN 54-1 se describen los componentes que deben conformar este sistema y que son:

- **Detectores de humo:** Los detectores de humo se instalan en habitaciones, pasillos y áreas comunes para detectar la presencia de humo y activar las alarmas en caso de incendio.
- **Pulsadores manuales:** Se tratan de accionadores manuales en caso de que alguna persona quiera alertar de un incendio en el edificio. Estos se colocan como máximo a 25 m de distancia de cualquier punto que deba ser considerado punto de evacuación, además de estar situados a una altura mínima de 80 cm y máxima de 120 cm desde el nivel suelo.
- **Alarmas de incendio:** Se instalan alarmas audibles y visuales en todo el hotel para alertar a las personas en caso de incendio. Estas alarmas están conectadas al sistema de detección de incendios.
- **Rociadores automáticos:** Los sistemas de rociadores automáticos se instalan en áreas clave del hotel, como pasillos, salas de reuniones y áreas de cocina, para controlar o extinguir incendios automáticamente.
- **Extintores de incendios:** Los extintores se colocan estratégicamente en todo el hotel y se utilizan para controlar incendios pequeños antes de que se propaguen. Deben estar debidamente mantenidos y marcados para su fácil identificación.

- **Iluminación de emergencia:** Se instala iluminación de emergencia en pasillos y áreas de escape para guiar a las personas hacia las salidas en caso de un corte de energía durante un incendio.
- **Salidas de emergencia:** Los hoteles deben contar con salidas de emergencia claramente marcadas y accesibles desde todas las áreas del edificio.
- **Señalización de seguridad:** Se utilizan letreros y señales de seguridad para indicar rutas de escape, ubicación de extintores y otros equipos de seguridad.
- **Sistemas de alarma central:** En muchos casos, los sistemas de protección contra incendios se monitorean desde una estación central de control que puede alertar a las autoridades locales en caso de incendio.

En los planos adjuntos a la memoria se pueden observar la localización de los diferentes elementos a lo largo de la instalación del hotel.

3.2 EXTINTORES

Estos elementos, según lo indicado en el Real decreto de PCI, deberán ser instalados y mantenidos por empresas instaladores. Al tratarse de un hotel donde la superficie es mayor de 100 m² no es posible realizar la instalación y mantenimiento por un usuario.

Siguiendo las indicaciones del Real decreto de PCI, a lo largo del hotel se dispondrán extintores portátiles (diseñados para ser llevados y utilizados a mano y con una masa igual o inferior a 20 kg) en puntos próximos donde la probabilidad de iniciarse un incendio sea mayor, situados sobre un soporte fijo en la pared a 80 cm de altura sobre el suelo y un máximo de 120 cm. Se ha asegurado que la distancia entre el extintor y el punto del sector de incendio no es mayor a 15 m.

Se ha tenido en cuenta que los fuegos que tienen más probabilidad de formarse en el hotel son, siguiendo las definiciones de la norma UNE-EN 2, de materiales sólidos (clase A) o derivados de la utilización de ingredientes para cocinar (clase F) por lo que se ha decidido instalar extintores tipo K ya que cuentan con espuma con aditivo AFFF como agente extintor, el cual es empleado para fuegos clase A, B y F.

3.3 BOCAS CONTRA INCENDIO EQUIPADAS

El hotel para el que se está realizando el diseño de la instalación contra incendios cuenta con una capacidad de alojamiento superior a 50 personas, por lo que tal y como se indica en el CTE-SI 4 es necesario instalar un sistema de bocas contra incendio equipadas o BIEs.

Para el diseño de la instalación de BIEs del hotel se ha utilizado el programa EPANET, el cual permite representar la instalación, asignar las condiciones de diseño y finalmente obtener los datos del diseño como la presión en calderín o grupo de bombeo necesario para poder suministrar el caudal que requieren las BIEs según lo indicado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI).

Las condiciones de funcionamiento de las que se parte son:

- BIEs de 25 mm.

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

- Presión en el manómetro de las BIEs de 3 bar (30,58 m.c.a).
- Instalación en tuberías de acero DIN 2440 con rugosidad 0,2 mm.
- Se incrementan las longitudes en un 20% para tener en cuenta las pérdidas menores.
- Coeficiente de la BIE $K = 42$.

En primer lugar, se representa la instalación de BIEs del hotel con EPANET, en total este cuenta con dos BIEs por planta para poder cubrir toda la superficie del hotel respetando los 25 m de distancia entre BIEs que se establece la normativa. Como se puede observar en la ilustración 18 únicamente se han representado las dos BIEs más desfavorables (planta 6) y las dos BIEs más favorables (planta sótano).

A todas las tuberías se les ha asignado la rugosidad que se establecía en las condiciones de funcionamiento y el diámetro en base al número de BIEs que están van a alimentar siguiendo la tabla de diámetros nominales de acero DIN 2440:

	D nominal (pulg)	D interior (mm)
2 BIES	2	53,1
1 BIE	1 1/2	41,9
RAMAL	1 1/2	41,9

Tabla 61. Diámetros de las tuberías en función de las BIEs que se alimentan

Conociendo el coeficiente K de la BIE y la presión fijada en el manómetro se determina cual es el caudal mínimo que tiene que circular por esta:

$$Q_{BIE} = K_{BIE} \sqrt{p_{man}} = 42\sqrt{3} = 72,75 \text{ lpm}$$

Este caudal se establecerá en la demanda base de las BIEs más desfavorables e iterando con la altura del aljibe se buscará cumplir con la presión mínima requerida en el manómetro de estas.

Una vez conseguido el objetivo de la presión, se tiene que la altura necesaria del aljibe es de 61 m.c.a:

P BIE 1 (mca)	P BIE 2 (mca)	Altura aljibe (mca)
31,31	30,79	61

Tabla 62. Resultado de la presión en las BIEs y altura a bombear

Se ha de tener en cuenta que de las dos BIEs más desfavorables, la más alejada deberá tener menor presión que la que se encuentra más cerca del aljibe, por lo que se ha de sustituir la demanda en cada una de las BIEs y añadir el coeficiente de emisión, que para este tipo de BIEs y un coeficiente $K = 42$ es de 13,15. Se ha de tener en cuenta que el

valor del coeficiente de emisión es para una presión medida en m.c.a y un caudal en lpm.

Al realizar estos cambios los valores de presión pueden caer un poco, pero cumplen con las condiciones de funcionamiento:

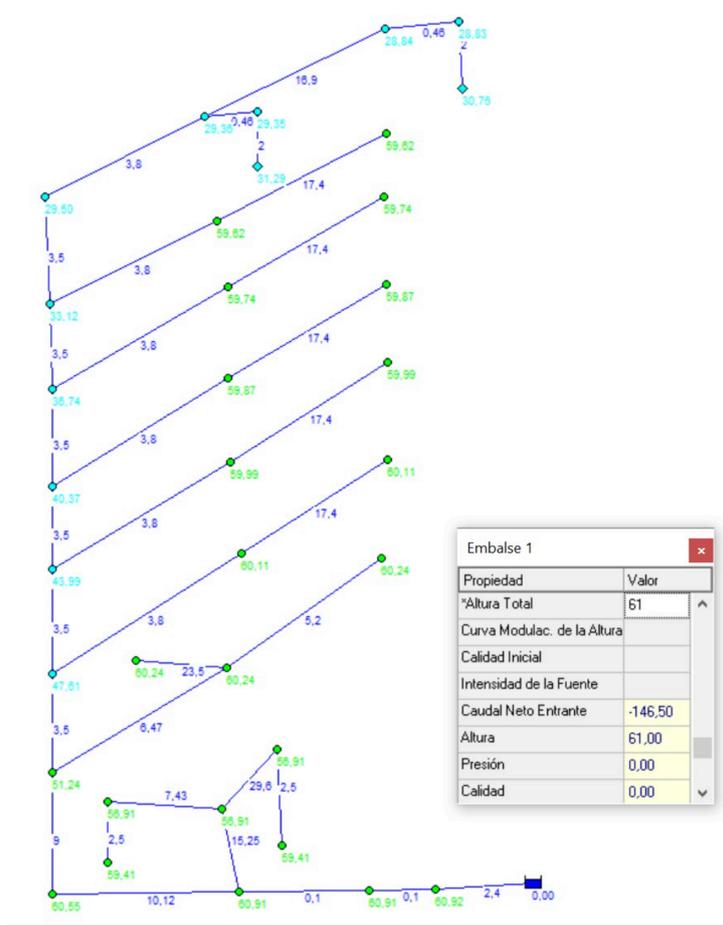


Ilustración 18. Esquema EPANET en las condiciones de funcionamiento

	BIE 1 (mca)	BIE 2 (mca)	Aljibe
Presión (mca)	31,29	30,76	61
Demanda (lpm)	73,55	72,94	

Tabla 63. Presiones y demandas de las BIEs

En este caso al encontrarse el depósito a una cota de -4m, la altura de bombeo es 65 m.c.a para compensar el desnivel que no se puede tener en cuenta a la hora de calcular con EPANET.

Por lo tanto, redondeando los valores obtenidos la bomba ha de seleccionarse para:

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

Hn (mca)	Qn (lpm)
65	150

Tabla 64. Altura y caudal suministrado por la estación de bombeo

Teniendo en cuenta que se debe cumplir la siguiente condición:

H (mca)	Q (lpm)
79,3	0
61	150
42,7	210

Tabla 65. Curva de la bomba

Conocida la curva de la bomba, se añade a EPANET y se sustituye la tubería simple que había por la bomba, eliminando la altura que se le había dado al aljibe para iterar. Calculando de nuevo se obtienen unos valores de caudal mayores a los anteriores:

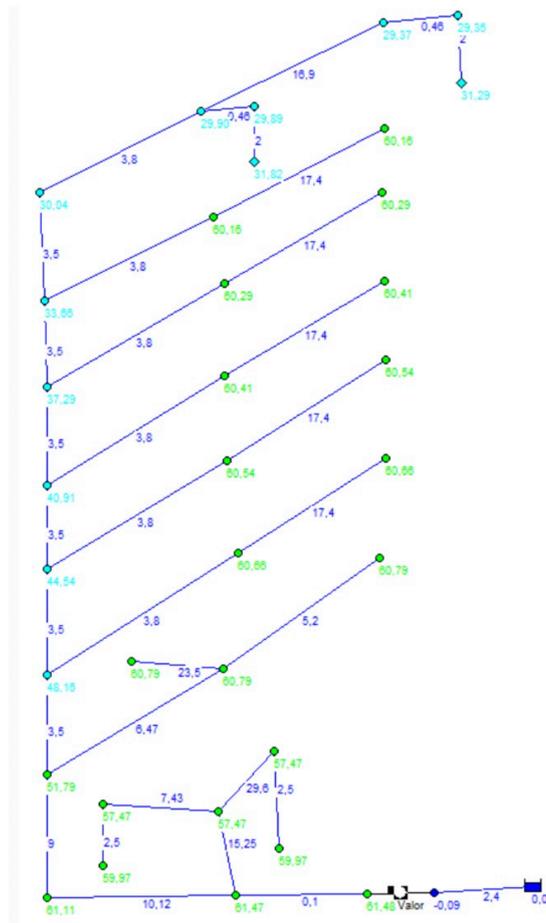


Ilustración 19. Esquema de EPANET para suministro mediante estación de bombeo

	BIE 1 (mca)	BIE 2 (mca)
Presión (mca)	31,82	31,29
Demanda (lpm)	74,18	73,56

Tabla 66. Presión y demanda para las BIEs más desfavorables mediante suministro con estación de bombeo

Una vez se ha calculado el grupo de bombeo que es necesario para poder aportar la presión y el caudal necesario a las BIEs más desfavorables, es necesario realizar el cálculo del caudal para las BIEs más favorables. Con este caudal se calcula el volumen del aljibe tal que permite el uso de las dos BIEs más favorables durante un periodo de una hora sin paro.

Por lo tanto, modificando el esquema de EPANET para que el cálculo se realice con las dos BIEs más favorables se obtiene el siguiente resultado:

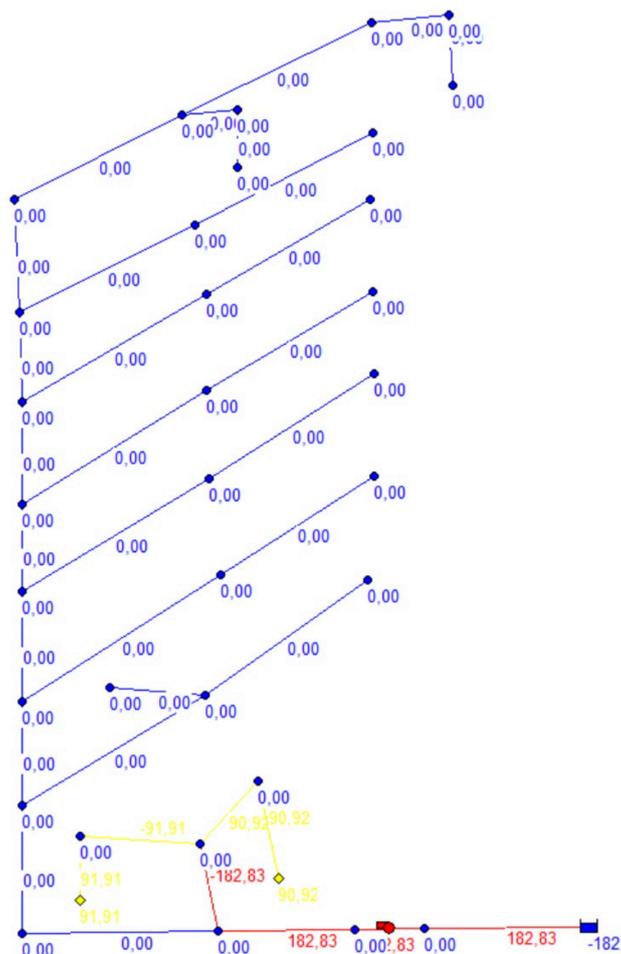


Ilustración 20. Esquema EPANET para el suministro a las BIEs más favorables

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

Como se puede observar la demanda en las dos BIEs más favorables es ligeramente superior a las dos más desfavorables y por lo tanto el caudal demandado a la entrada del grupo de bombeo es de 182, 83 lpm.

Por lo tanto, el volumen del aljibe que alimentara las BIEs es de:

$$V_{aljibe\ BIEs} = 182,83\ lpm \cdot 60\ min = 10.969,8\ litros \approx 11.000\ litros$$

Se ha decidido colocar dos aljibes de 5.500 litros que suministraran al grupo de bombeo, ambos aljibes tienen un diámetro de 1,9 m y una altura de 1,94 m. Se han elegido estas dimensiones pensando en la instalación del aljibe en el cuarto húmedo y su maniobrabilidad por el hotel.

En los planos adjuntos a la memoria se puede observar la distribución en el hotel del sistema de bocas de incendio equipadas en cada una de las plantas.

3.4 COLUMNA SECA

Siguiendo lo detallado en el reglamento, el sistema de columna seca cuenta con tomas de agua en la fachada provistas de válvula antirretorno, conexión siamesa, llaves y racores de 70 mm, con tapa y llave de purga de 25 mm.

Al tratarse de un edificio de menos de 8 plantas, se dispondrá de una salida en las plantas pares provistas de conexión siamesa, con llaves incorporadas y racores de 45 mm con tapa. La salida de la columna seca en cada una de las plantas se encuentra a la salida de la escaleras de emergencia, señalizada a 90 cm del suelo en una caja empotrada en la pared.



Ilustración 21. Conexiones siamesas de la columna seca por planta



Ilustración 22. Esquema de la caja de las bocas de columna seca

El material de las columnas será acero galvanizado DN80.

En los planos adjuntos a la memoria se puede comprobar cuál es la localización de las columnas secas y el diseño de la instalación de estas.

3.5 HIDRANTES EXTERIORES

Los hidrantes exteriores, o también conocidos como bocas de incendios, se utilizan para suministrar agua a los camiones de los equipos de bomberos o directamente al fuego.

Siguiendo las especificaciones del Anexo I del Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, los hidrantes exteriores deben cumplir:

- La distancia de recorrido real desde el hotel hasta los hidrantes debe ser inferior a 100 m al tratarse de una zona urbana.
- Los hidrantes deberán tener una salida de 100 mm.
- Se deben encontrar en lugares accesibles, fuera de espacios destinados a la circulación y estacionamiento de los vehículos y debidamente señalizados.
- El caudal ininterrumpido mínimo a suministrar por cada boca del hidrante será de 500 l/min.

El hotel se encuentra situado en la calle Rda. De Sant Pere, 32, Barcelona, donde se ha comprobado en la web contra incendios de Barcelona donde se encuentran los hidrantes cercanos a esa zona:

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

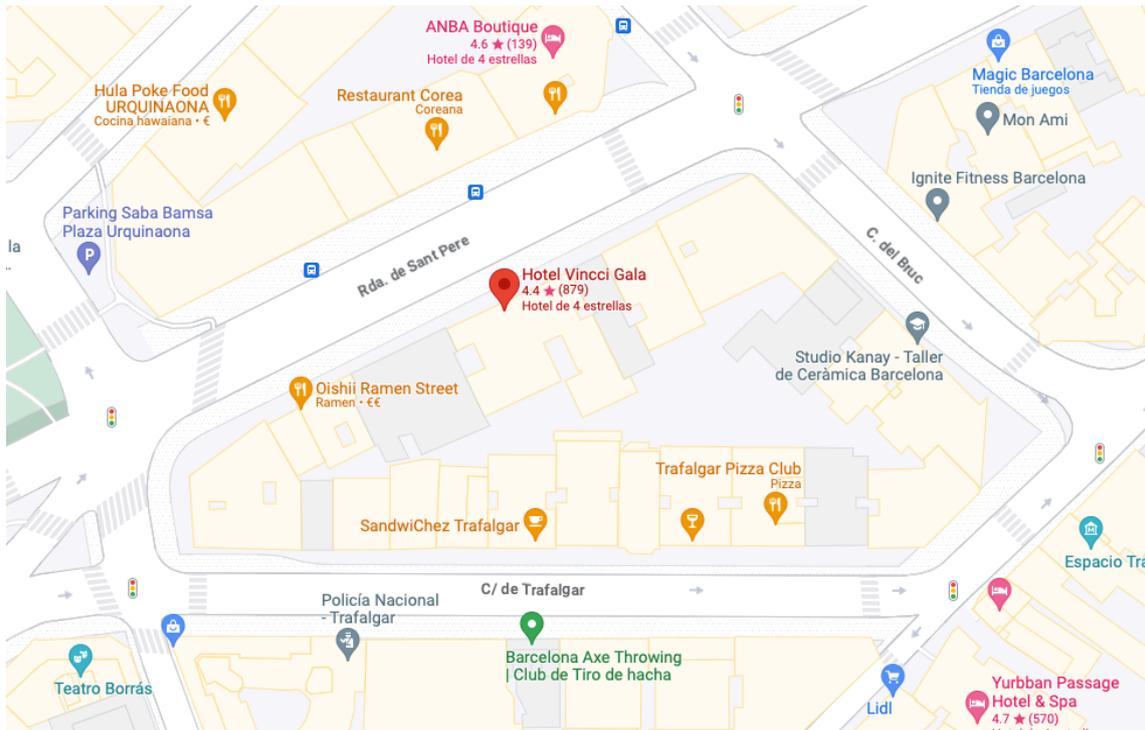


Ilustración 23. Situación del hotel en la ciudad de Barcelona

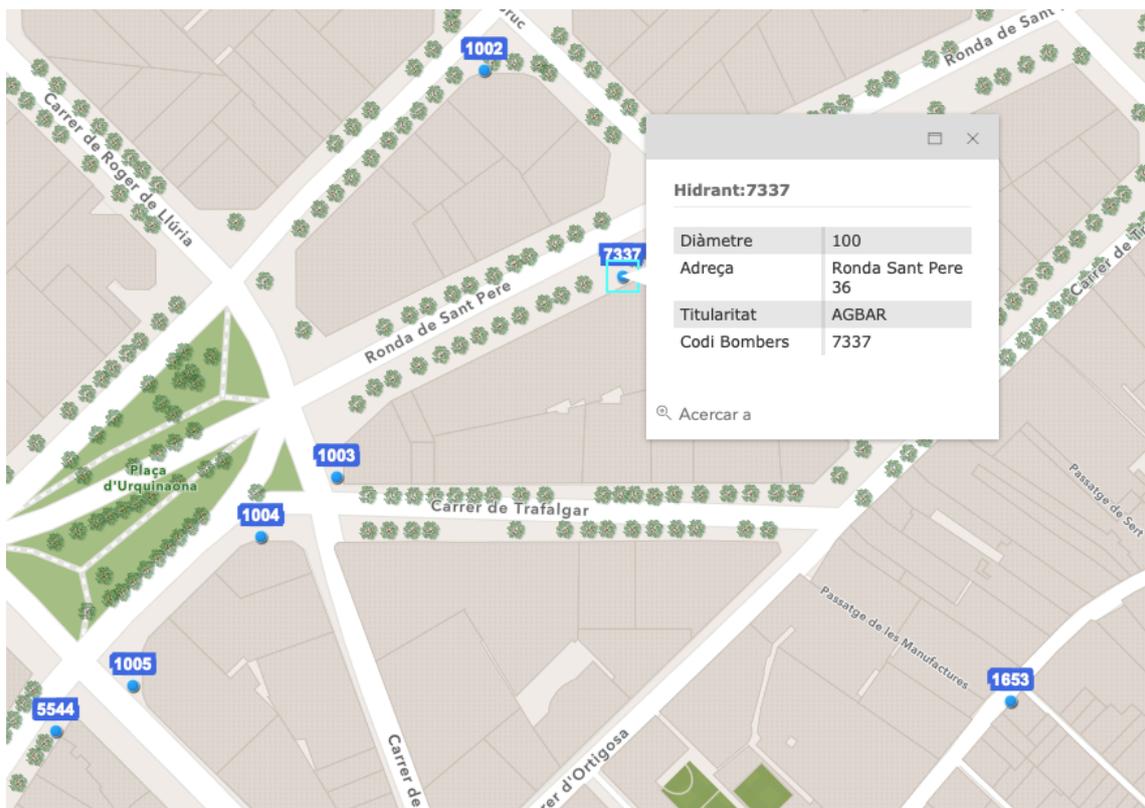


Ilustración 24. Situación de los hidrantes exteriores cercanos al hotel

Como se puede comprobar se tienen dos hidrantes cercanos situados a una distancia de menos de 100 m y cumpliendo las condiciones especificadas anteriormente.

3.6 SISTEMA DE EXTINCIÓN PARA COCINAR INDUSTRIAL

La cocina con la que está equipada el hotel es una cocina de más de 20 kW, además el sistema de extinción de incendios en una cocina industrial es crítico para la seguridad, ya que las cocinas industriales suelen ser lugares propensos a incendios debido a la presencia de equipos de cocina, aceites y grasas calientes, y otras fuentes de calor.

La característica principal del sistema de extinción de incendios en una cocina industrial es el uso de rociadores automáticos o supresores de incendios. Estos rociadores están ubicados estratégicamente en áreas críticas de la cocina, como encimeras, parrillas, freidoras y campanas de extracción. Cuando se detecta un incendio, los rociadores se activan automáticamente y liberan agentes extintores, generalmente una solución química especial diseñada para sofocar incendios de grasa y aceite.

En este caso se ha decidido optar por un sistema de sofocación del fuego a partir del uso de un agente extintor basado en sales de potasio, con bajo PH que lo hace especialmente recomendado para la extinción de fuegos provocados por grasas y aceites.

El sistema de extinción lo proporciona la empresa ALTEX y se llama Altex-CTA:

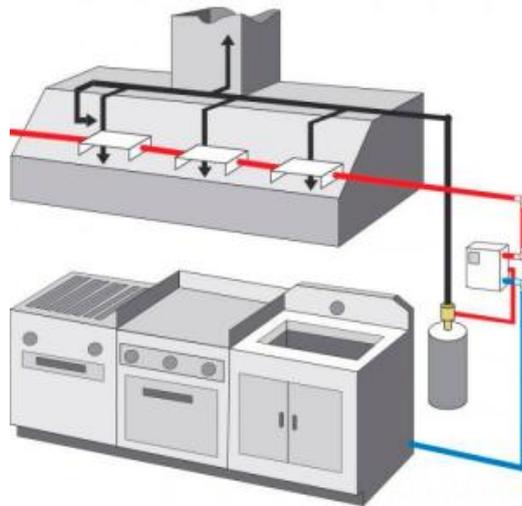


Ilustración 25. Esquema del sistema de extinción de incendios en cocinas industriales

La detección del fuego se realiza a partir de un tubo termosensible que acciona el sistema de forma automática al tener contacto con el fuego. Como consecuencia se acciona el agente extintor sobre los puntos críticos de la cocina. Una vez aplicado el agente extintor este se puede limpiar de manera fácil utilizando agua o vapor.

También se tiene un pulsador a través del cual accionar de manera manual la extinción del fuego.

CAPÍTULO V: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

1. INTRODUCCIÓN

En el presente documento se llevará a cabo del diseño y dimensionado de la instalación de suministro eléctrico de un hotel de 4 estrellas en Barcelona. Esto incluye el sistema de iluminación, climatización, alimentación de electrodomésticos, sistemas de seguridad, ascensores, etc. Todo este dimensionado y diseño estará reforzado mediante la explicación y cálculos necesarios para demostrar la elección de cada elemento de la instalación junto con esquemas visuales en los que se podrá observar toda la distribución del sistema en el hotel.

2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio para el cual se va a realizar el diseño es un hotel de 4 estrellas situado en la ciudad de Barcelona. Este cuenta con una planta sótano donde se encuentra el restaurante y la cocina, una planta baja con una zona común de descanso y 6 plantas formadas por 13 habitaciones dobles. Cada habitación cuenta de media con 20 metros cuadrados, incluido el baño.

La instalación de suministro eléctrico tendrá también que encargarse de suministrar electricidad a cuatro ascensores, dos de ellos que conectan desde la planta sótano hasta la última planta del hotel, y otros dos que conectan la planta sótano con la planta baja.

Se dispone de un falso techo desmontable por todo el edificio para tener acceso al cableado.

3. PREVISIÓN DE LA POTENCIA DEL LOCAL

Siguiendo el ITC-BT-10 del REBT, donde se indica de forma precisa como obtener la previsión de carga de un edificio de pública concurrencia, se ha definido la potencia que se prevé que va a consumir el hotel. Para ello se parte del cálculo de la potencia instalada y a partir de esta se obtiene la potencia de cálculo, con la cual se podrá realizar el diseño de la instalación eléctrica para cada una de las zonas y de los elementos que se encuentran en ella.

3.1. POTENCIA INSTALADA

La potencia instalada se trata de la potencia base que consume cada uno de los elementos de la instalación eléctrica del hotel. Una vez conocida la potencia instalada, se puede pasar a obtener la potencia de cálculo.

3.2. POTENCIA PREVISTA Y POTENCIA DE CÁLCULO

Una vez conocida la potencia instalada se pasa a calcular en primer lugar la potencia prevista. Esta potencia sería la potencia instalada aplicando coeficientes de simultaneidad en función del uso de los distintos aparatos eléctricos, ya que algunos de

ellos podrán encontrarse funcionando al mismo tiempo y por lo tanto tener un coeficiente mayor y otros únicamente se utilizan en ocasiones puntuales cuando otros aparatos no se encuentran en funcionamiento como puede ser el caso del alumbrado de emergencia.

Partiendo de los valores de potencia prevista, el ITC-BT nos indica que para poder obtener la potencia de cálculo con la que se va a diseñar el instalación, es necesario mayorar la potencia de determinados equipos. En este caso los equipos afectados serían:

- ITC-BT-44: Los receptores de alumbrado deben ser mayorados 1,8 veces.
- ITC-BT-47: Los motores deben ser mayorados 1,25 veces.

Por lo tanto, después de aplicar los coeficientes de simultaneidad y mayorar los aparatos necesarios, los valores de potencia de cálculo que se obtienen son:

Fuerza								
Zona	Descripción	n	Potencia (W)	Potencia total (W)	Coefficiente simultaneidad	Potencia prevista (W)	Factor cálculo	Potencia de cálculo (W)
Cocina	Horno eléctrico	2	10.000	20.000	0,40	8.000	1,00	8.000
	Freidora	1	3.000	3.000	0,40	1.200	1,00	1.200
	Plancha	2	5.000	10.000	0,40	4.000	1,00	4.000
	Lavavajillas industrial	2	7.000	14.000	0,40	5.600	1,00	5.600
	Refrigeradores	2	2.000	4.000	0,40	1.600	1,00	1.600
	Congeladores	2	2.000	4.000	0,40	1.600	1,00	1.600
	Microondas	4	1.500	6.000	0,40	2.400	1,00	2.400
	Ventilación industrial	1	5.000	5.000	0,40	2.000	1,00	2.000
Baños sótano	Secador de manos	3	2.000	6.000	0,20	1.200	1,25	1.500
Lavandería	Lavadora industrial	3	4.000	12.000	0,40	4.800	1,00	4.800
	Secadora industrial	3	6.000	18.000	0,40	7.200	1,00	7.200
Comedor empleados	Nevera	1	800	800	1,00	800	1,00	800
Cuarto de máquinas	Grupo de bombeo	3	2.200	6.600	0,80	5.280	1,25	6.600
	Caldera central	1	150.000	150.000	0,60	90.000	1,00	90.000
General	Ascensores	4	4.000	16.000	0,70	11.200	1,25	14.000
	Motor puerta entrada	2	800	1.600	0,50	800	1,25	1.000
	Central protección contra incendios	1	500	500	-	-	1,00	-
	Toma de corriente simple	10	160	1.600	0,50	800	1,00	800
	Toma de corriente doble	104	360	37.440	0,50	18.720	1,00	18.720
	Alumbrado	-	-	18.837	0,80	15.070	1,80	27.125
	Climatización	1	92.000	92.000	0,70	64.400	1,25	80.500
			Potencia instalada total (W)	427.377,08	Potencia prevista total (W)	246.669,66	Potencia de cálculo total (W)	279.445,40

Tabla 67. Potencia instalada, prevista y de cálculo total de la instalación

Como se puede observar, la potencia de cálculo total de la instalación del hotel será 279.445 kW.

3.3. POTENCIA MONOFÁSICA O TRIFÁSICA

A la hora de realizar el suministro, todas las empresas distribuidoras se encuentran obligadas, siempre que se solicite por el cliente, a efectuar el suministro monofásico hasta una potencia de 14.490 W.

Como en este caso la potencia del hotel supera la potencia máxima establecida y, en este caso, en el hotel se disponen de equipos que son alimentados con potencia monofásica y equipos con potencia trifásica, el suministro ha de ser trifásico.

La ventaja del suministro trifásico es que las secciones de los conductores necesarias son menores para transportar la misma potencia.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DE LA INSTALACIÓN

4.1. EMPRESA SUMINISTRADORA

El hotel se encuentra en la ciudad de Barcelona, provincia de Cataluña, donde el suministro eléctrico viene proporcionado por la empresa comercializadora Iberdrola.

En este caso el suministro se realiza a través de una línea subterránea de 20 kV que alimenta el centro de transformación situado en la parcela donde se encuentra el hotel.

En la memoria de este trabajo no se ha considerado el cálculo del centro de transformación, se ha partido de la línea que parte de este transformador hasta el cuadro general del hotel, con una distancia entre ambas partes de 20 m.

4.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Como se ha mencionado anteriormente, no se ha realizado el cálculo del centro de transformación, pero sí que es necesario contar con uno para poder realizar el suministro a la instalación del hotel ya que la potencia que consume es superior a 150 kW.

El centro de transformación se encontrará en una caseta independiente y dedicada.

4.3. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN (LGA)

Se trata de la línea que establece la conexión entre el Centro de Transformación (bornas de baja tensión) y el Grupo Electrógeno con el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT), en concreto con los interruptores automáticos de protección.

Siguiendo las indicaciones del ITC-BT-28, el cable de la línea que viene desde el Centro de Transformación será RZ1-K 0.6/1 kV(AS) según lo establecido por la norma UNE 21.123 parte 4, donde:

- R: Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) con cubierta de poliolefina ignífuga.
- Z1: Bajas emisiones de humos tóxicos, gases corrosivos y humos opacos sin emisión de halógenos en caso de incendios.
- 0.6/1 kV: Tensión asignada entre 0.6 y 1 kV.
- Temperatura máxima de servicio de 90 °C.
- Temperatura máxima de 5s de cortocircuito < 250 °C.

El ITC-BT-16 especifica que los fusibles a instalar se encontrarán en cada uno de los hilos de fase o polares antes del contador, dimensionados en base a la máxima intensidad de cortocircuito que pueda ocurrir en ese punto. La compañía eléctrica es la responsable de precintarlos.

La potencia que se debe transportar es la potencia de cálculo definida antes, exactamente 279.445 kW.

La distancia desde el centro de transformación y el cuadro general del hotel es de 20 m.

Para el diseño de la LGA es necesario cumplir con dos criterios: diseño y protección

CRITERIO DE DISEÑO

Se tienen que cumplir dos condiciones:

- $I < I_{adm}$
- $\Delta V (\%) < 1\%$

La intensidad se puede calcular aplicando la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} = \frac{279.445}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 252,51 \text{ A}$$

Al tratarse de una potencia tan elevada se ha decidido emplear dos conductores por fase y el valor de $\cos\phi$ se toma 0,8 ya que se trata de una derivación trifásica siguiendo lo especificado por Iberdrola.

El ITC-BT-15 establece que los conductores a utilizar deben ser tres de fase, uno de neutro y uno de protección, de material cobre o aluminio, unipolares y asilados, con tensión asignada igual a 450/750V (H07), no siendo propagadores de incendio (AS) y con opacidad y emisión de humos reducida (Z1).

El cable elegido será unipolar de sobre aislado con polietileno reticulado XLPE (Z1) a instalar en tubo empotrado en la pared (B1), donde la sección se selecciona de la tabla C52.1 bis de la norma HD60364, siendo esta de 120 mm² con una intensidad admisible de 272 A superior a la intensidad calculada y por lo tanto cumpliendo el criterio de diseño.

La caída de tensión que debe tener en el cable siguiendo el segundo criterio de diseño debe ser inferior al 1%. Conociendo que la distancia del CT al cuadro general es de 20 m y la conductividad del cobre es 56 se puede calcular la caída de tensión:

$$\Delta v(\%) = \frac{P \cdot L}{S \cdot C \cdot U^2} = \frac{279445 \cdot 20}{120 \cdot 56 \cdot 400^2} = 0,52\% < 1\%$$

Como se puede observar, para la sección y material de cable seleccionado se cumple con los criterios de diseño.

CRITERIOS DE PROTECCIÓN

Una vez se ha calculado y seleccionado el cable de la línea general, se ha de asegurar la protección adecuada ante diferentes factores de riesgo que puede sufrir el cable.

Funcionamiento

En primer lugar, la intensidad de funcionamiento que se espera del cable es de 245 A, que no puede ser superior a la del fusible gG de protección de la línea:

$$I < I_F$$

Para cumplir con esta condición se ha seleccionado un fusible de 250 A con el cual será suficiente para evitar que el cable se funda cortando el suministro. El valor del fusible es ligeramente superior al de la intensidad de funcionamiento, esto no supondrá un riesgo ya que la potencia simultanea calculada anteriormente sin mayorar los aparatos es menor y por lo tanto la intensidad sería menor.

Cortocircuitos

Para asegurar una protección contra cortocircuitos el fusible debe cumplir dos condiciones:

$$I_F < I_{CC}$$

$$I_F < I_s$$

Según las especificaciones de Iberdrola, el fusible de 250 A tiene una I_F para un tiempo de 5s de 1650 A.

La intensidad de cortocircuito se puede calcular siguiendo la expresión definida en la GUIA-BT-23, Anexo III, considerando la resistencia desde el cuadro general de protección. Conociendo que la LGA del hotel está formada por dos RZ1-K, 3x120 con una longitud de 20m, por lo tanto:

$$I_{CC} = \frac{0,8 \cdot U_{FN}}{L \cdot R} = \frac{0,8 \cdot 230}{20 \cdot \frac{2}{56 \cdot 120}} = 30.912 \text{ A}$$

Para conocer la I_s se aplica la siguiente formula conociendo que para el cable XLPE el valor $k = 143$ y $t = 5s$:

$$I_s = k \cdot \frac{S}{\sqrt{t}} = 143 \cdot \frac{120}{\sqrt{5}} = 7.674 \text{ A}$$

Como se cumplen los dos criterios mencionados, se puede confirmar que el fusible seleccionado es correcto.

Sobrecargas

La protección contra sobrecargas se lleva a cabo por el Interruptor General Automático del cuadro general del hotel. Siguiendo las indicaciones de Iberdrola, para que el fusible proteja contra las sobrecargas, este debe de cumplir que:

$$I_F < 0,91I_{adm}$$

$$250 < 0,91 \cdot 272 = 247,52$$

Por lo tanto, no se cumple y se debería aumentar la sección del conductor a 150 mm²

Poder de corte

La intensidad de cortocircuito se calcula de la misma forma que se ha calculado anteriormente, obteniendo un valor de:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_{FN}}{L \cdot R} = \frac{0,8 \cdot 230}{20 \cdot \frac{2}{56 \cdot 150}} = 38.640 \text{ A}$$

Iberdrola en sus especificaciones indica que el transformador de la red de distribución no aporta más de 12kA de corriente de cortocircuito, por lo tanto, se ha de tomar este valor en la centralización de contadores.

El poder de corte de fusibles gG que se ubican en la centralización de contadores y que, por lo tanto, se utilizan para proteger la línea general en este caso es de un valor de 100kA, por lo tanto, se cumple que:

$$P_c > I_{cc}$$

Tensión de utilización

La tensión nominal de los fusibles es 500V, valor superior a las tensiones que pueden encontrarse en la instalación que son del rango de 230/400V.

Conductor neutro

Según se indica en el apartado 3 de la GUIA-BT-15, el conductor neutro deberá ser de la misma sección que los conductores de fase.

Conductor de protección

Según lo indicado en el ITC-BT-18, al tratarse de conductores con una sección superior a 35 mm², la sección del conductor de protección deberá ser la mitad de la sección del conductor de fase, por lo que :

$$S_p = \frac{S}{2} = \frac{150}{2} = 75 \text{ mm}^2$$

Tubo de protección

Según lo indicado en el apartado 1.2.2 del ITC-BT-21, los conductores bajo tubo en montaje superficial deberán contar con tubos de tipo rígido código 4321 y no propagadores de llama.

De la siguiente tabla de la GUIA-BT-21 se puede obtener el diámetro del tubo:

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	--
185	50	63	75	--	--
240	50	75	--	--	--

Tabla 68. Diámetros de los tubos de protección de cableado

Por lo tanto, los tubos tendrán un diámetro exterior de 75 mm.

En conclusión, la solución a la línea general de alimentación es:

$$2xRZ1 - K (AS), 3x150 + 150 + 150 \text{ mm}^2, \phi 75 \text{ mm}$$

Fusible de 250A, tipo gG, 500V, 100 kA, en CC

4.4. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Para la instalación de puesta a tierra del hotel se deberán colocar en las zanjas de cimentación del edificio un cable de cobre desnudo (construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022) cuya sección será de 35 mm². El cable de cobre debe formar un anillo que envuelva el perímetro del edificio, al cual se le conectarán picas verticales de 16 mm² de diámetro y 2 m de largo clavadas en el terreno.

La estructura metálica del hotel deberá estar conectada o bien al anillo o bien a las picas para así realizar la conexión a tierra del edificio. Los conductores y demás elementos de la puesta a tierra se seleccionan siguiendo las indicaciones del ITC-BT-18.

La toma de tierra será el punto de conexión de las partes metálicas de la instalación, ya que el objetivo de esta es evitar las diferencias de potencial peligrosas.

Para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra se ha de calcular la resistencia de las picas y la resistencia del cable de cobre, una vez conocido este valor se hará la suma en paralelo de ambas resistencias ya que se considera que el potencia a ambos extremos es el mismo. Por lo tanto, la resistencia del suelo es:

$$R_{picas} = \frac{\rho}{L} = \frac{400}{2} = 200 \Omega$$

$$R_{cable\ cobre} = 2 \cdot \frac{\rho}{L} = 2 \cdot \frac{400}{118,4} = 6,76 \Omega$$

$$R_{tierra} = 5,34 \Omega$$

4.5. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)

La instalación eléctrica del hotel comienza por el Cuadro General de Baja Tensión, situado en el cuarto de la recepción y donde se colocan todas las protecciones del resto de los cuadros secundarios y circuitos.

4.5.1 Interruptor General Automático (IGA)

El ITC-BT-17 especifica que es necesario mínimo un Interruptor General Automático (IGA) de corte omnipolar y un interruptor diferencial general para cada uno de los dispositivos individuales y generales. En este caso para los cuadros secundarios que se derivan del CGBT y que se encuentran repartidos por las diferentes plantas del hotel.

Se ha elegido un IGA de 4x 520A el cual permite el paso de la corriente esperada de 508 A y protege al conductor de 150 mm² con I_{adm} de 544 A.

Es cierto que el interruptor general puede actuar tanto contra sobrecargas como cortocircuitos, pero su misión principal es la de interruptor general de corte. En cada uno de los circuitos derivados se diseñará la protección correspondiente.

4.5.2 Derivación a cuadros secundarios y aparatos

A partir del CGBT es de donde partirán las derivaciones a los cuadros secundarios de cada una de las plantas y luego a su vez, de estos cuadros secundarios partirán derivaciones a cuadros terciarios para habitaciones o zonas del hotel. Además, no solo se encuentran las derivaciones a estos cuadros secundarios, sino que también se encuentran las derivaciones que alimentan aparatos como los ascensores o el equipo de climatización del hotel.

CUADROS SECUNDARIOS

En primer lugar, se han calculado las derivaciones a los cuadros secundarios del hotel, para ello se ha seguido el procedimiento visto anteriormente. En este caso, siguiendo las indicaciones del ITC-BT-28, para monofásica los conductores a utilizar en los circuitos interiores son uno por fase, uno de neutro y uno de protección aislados, con una tensión nominal no inferior a 450/750kV. Los circuitos deberán encontrarse sobre bandejas perforadas, sobre todo en zonas accesibles al público.

Los pasos a seguir para el cálculo de las derivaciones son:

- Calcular la potencia que ha de suministrar el CS.
- Calcular la intensidad de cable del CS.
- Elegir la sección del cable siguiendo la tabla 52.1 del bis , HD 60364-5-52:2011.
- Seleccionar un PIA para la protección contra sobrecarga y cortocircuito.
- Calcular la caída de tensión teniendo en cuenta que debe ser < 1%.
- Seleccionar la sección del conductor neutro.
- Sección del conductor de protección.
- Sección del tubo de protección.

Siguiendo estos pasos, que ya se han desarrollado en el punto anterior, los resultados que se obtienen para las derivaciones son:

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caída de tensión (%)	Sección protección (mm2)
Derivación CS PS	51.589,00	224,3	150	247	2x230	0,11%	75
Derivación CS PB	8.272,20	35,97	10	46	2x40	0,01%	10
Derivación CS P1	22.935,98	99,72	50	122	2x100	0,35%	50
Derivación CS P2	22.935,98	99,72	50	122	2x100	0,40%	50
Derivación CS P3	22.935,98	99,72	50	122	2x100	0,45%	50
Derivación CS P4	22.935,98	99,72	50	122	2x100	0,51%	50
Derivación CS P5	22.935,98	99,72	50	122	2x100	0,56%	50
Derivación CS P6	22.935,98	99,72	50	122	2x100	0,61%	50
Derivación Cocina	66.000,00	119,1	70	148	4x130	0,35%	70

Tabla 69. Resultado de las derivaciones secundarias del CGBT

Se ha de tener en cuenta que para las derivaciones de los cuadros secundarios se ha calculado como una derivación monofásica, mientras que para las derivaciones de los elementos como el grupo de bombeo o la cocina se han empleado una derivación trifásica.

APARATOS - ASCENSORES

El hotel cuenta con cuatros ascensores de igual modelo, por lo que el cálculo del circuito es el mismo para los cuatro con la única diferencia del cálculo de la caída de tensión ya que la distancia a cada uno de ellos es diferente.

A tratarse de un circuito trifásico, los conductores que se emplean serán tres de fase, uno de neutro y uno de protección, asilados y con tensión nominal no inferior a 450/750kV. El circuito independiente de alimentación tendrá un PIA y un diferencial para la protección.

El procedimiento es igual que el descrito en apartado anteriores, donde para este caso, al tratarse de un motor se ha de mayorar la potencia del aparato en un 25%, por lo tanto, se parte de una potencia por ascensor de:

$$P_{ascensor} = 4000 * 1,25 = 5.000W$$

Conociendo la potencia se puede calcular la intensidad que circula por el cableado:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} = \frac{5.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos(0,8)} = 9 A$$

Para esta intensidad, aplicando la tabla C52.1 bis de la norma HD60364 y un cable de cobre asilado con poliolefina Z1, H07Z1-K(AS) se obtiene una selecciona una sección de 2,5 mm² con una I_{adm} de 18 A, superior a la intensidad nominal calculada.

Protección contra sobrecarga:

Para el circuito de los ascensores se elige un PIA de 16 A que se instalara en el cuadro general. Este PIA debe cumplir que:

$$I_n = 9 A < I_{PIA} = 16 A < I_{adm} = 18 A$$

Caída de tensión:

Otro de los criterios que se debe cumplir para la alimentación de debe ser menor al 5% para otros usos que no sean de alumbrado.

En este caso al tratarse de una condición que se estudia para el régimen permanente del aparato, no es necesario mayorar la potencia, por lo tanto:

$$(\text{Ascensor 1}) \Delta v(\%) = \frac{P \cdot L}{S \cdot C \cdot U^2} = \frac{4.000 \cdot 36,6}{2,5 \cdot 56 \cdot 400^2} \cdot 100 = 0,65\% < 5\%$$

$$(\text{Ascensor 2}) \Delta v(\%) = \frac{P \cdot L}{S \cdot C \cdot U^2} = \frac{4.000 \cdot 71,1}{2,5 \cdot 56 \cdot 400^2} \cdot 100 = 1,27\% < 5\%$$

$$(\text{Ascensor 3}) \Delta v(\%) = \frac{P \cdot L}{S \cdot C \cdot U^2} = \frac{4.000 \cdot 50,4}{2,5 \cdot 56 \cdot 400^2} \cdot 100 = 0,9\% < 5\%$$

$$(\text{Ascensor 4}) \Delta v(\%) = \frac{P \cdot L}{S \cdot C \cdot U^2} = \frac{4.000 \cdot 48,6}{2,5 \cdot 56 \cdot 400^2} \cdot 100 = 0,87\% < 5\%$$

Protección contra cortocircuitos (PIA):

Del mismo modo que se ha calculado la intensidad de cortocircuito para la LGA, se calcula en este caso para la alimentación de los ascensores, tomando como origen de cortocircuito el CGBT. Esta intensidad se calcula en el punto más alejado donde menor será la corriente, en este caso donde se instala el ascensor.

Aplicando la siguiente expresión se obtiene:

$$(\text{Ascensor 1}) I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_{FN}}{L \cdot R} = \frac{0,8 \cdot 230}{20 \cdot \frac{2}{56 \cdot 120} + 36,6 \cdot \frac{2}{56 \cdot 2,5}} = 347,95A$$

$$(\text{Ascensor 2}) I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_{FN}}{L \cdot R} = \frac{0,8 \cdot 230}{20 \cdot \frac{2}{56 \cdot 120} + 71,1 \cdot \frac{2}{56 \cdot 2,5}} = 180,1A$$

$$(\text{Ascensor 3}) I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_{FN}}{L \cdot R} = \frac{0,8 \cdot 230}{20 \cdot \frac{2}{56 \cdot 120} + 50,4 \cdot \frac{2}{56 \cdot 2,5}} = 256,46A$$

$$(\text{Ascensor 4}) I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U_{FN}}{L \cdot R} = \frac{0,8 \cdot 230}{20 \cdot \frac{2}{56 \cdot 120} + 48,6 \cdot \frac{2}{56 \cdot 2,5}} = 262,77A$$

Para asegurar que el PIA se dispare incluso cuando el cortocircuito se dispare al final de circuito se debe cumplir la expresión:

$$10 \cdot I_{PIA} = 10 \cdot 16 = 160 A < I_{cc}$$

Como se observa para todos los casos el PIA protegerá contra cortocircuito.

Conductor neutro:

Tal como indica el ITC-BT-19 la sección seleccionada del conductor neutro para instalaciones interiores será como mínimo la misma que la de las fases, por lo tanto, en este caso se tiene un sección de 2,5 mm².

Conductor de protección:

El ITC-BT-19 especifica que al tratarse de un conductor con sección menor a 16 mm² se tendrá la misma sección que las fases, en este caso 2,5 mm².

Tubo de protección:

Siguiendo las indicaciones del ITC-BT-21 y la tabla 2 proporcionada en tal sección, para este caso donde se tienen tres fases, un neutro y protección, en total 5 conductores, el diámetro del tubo de protección tendrá que ser de 20 mm².

Interruptor diferencial:

El ITC-BT-25 especifica que la intensidad del interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos debe ser de una magnitud igual o superior a la del PIA seleccionado, por lo que para este caso se ha decidido emplear un ID de 4x16, 100 mA de protección del circuito, tal y como se indica en el ITC-BT-24.

En conclusión, la solución para el circuito de alimentación de los ascensores es:

$$\begin{aligned} & \textit{Circuito alimentación Ascensor 1} \\ & = H07Z1 - K(AS), 3X2,5 + 2,5 + 2,5 \text{ mm}^2, \phi 20 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \textit{Circuito alimentación Ascensor 2} \\ & = H07Z1 - K(AS), 3X2,5 + 2,5 + 2,5 \text{ mm}^2, \phi 20 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \textit{Circuito alimentación Ascensor 3} \\ & = H07Z1 - K(AS), 3X2,5 + 2,5 + 2,5 \text{ mm}^2, \phi 20 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \textit{Circuito alimentación Ascensor 4} \\ & = H07Z1 - K(AS), 3X2,5 + 2,5 + 2,5 \text{ mm}^2, \phi 20 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

APARATOS - RESTO

Una vez explicado los métodos empleados tanto para el cálculo de las derivaciones a cuadros secundarios desde el CGBT y el cálculo tanto del PIA y del ID, como del circuito que alimentar los aparatos desde los cuadros, en las siguientes tablas se pueden encontrar los resultados de los circuitos que corresponden a todos los aparatos que se

alimentan desde el CGBT, de esta forma se evita repetir innecesariamente los procedimientos, mostrando los resultados obtenidos:

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm ²)	I adm (A)	PIA (A)	Caida de tensión (%)	Sección protección (mm ²)	Icc (A)
Circuito ascensor 1	5.000,00	9,0	2,5	18	4x16	0,65%	2,5	347,95
Circuito ascensor 2	5.000,00	9,0	2,5	18	4x16	1,27%	2,5	180,10
Circuito ascensor 3	5.000,00	9,0	2,5	18	4x16	0,90%	2,5	253,46
Circuito ascensor 4	5.000,00	9,0	2,5	198	4x16	0,87%	2,5	262,77
Circuito Climatización	80.500,00	145,2	95	180	4x160	0,67%	95	5.630,06
Circuito grupo de bombeo	22.000,00	39,7	10	57	4x50	0,44%	10	2.619,66
Circuito PCI	500,00	0,9	1,5	13,5	4x1,5	0,002%	1,5	10.304,00

Tabla 70. Resultado de los circuitos del CGBT

Circuito alimentación climat.

$$= H07Z1 - K(AS), 3X95 + 95 + 95 \text{ mm}^2, \phi 75 \text{ mm}^2$$

Circuito alimentación PCI = H07Z1 - K(AS), 3X1,5 + 1,5 + 1,5 mm², ϕ 20 mm²

4.6 CUADROS SECUNDARIOS

En el apartado anterior se han calculado las derivaciones a los cuadros secundarios que se encuentran distribuidos por el hotel. Los cuadros secundarios serán los encargados de alojar los elementos para el suministro eléctrico de diferentes zonas del hotel y también para garantizar la protección de la instalación.

El procedimiento para el cálculo de los circuitos de los cuadros secundarios es análogo al que se ha explicado en el apartado anterior, por lo tanto, para evitar repetición de procedimientos en las siguientes tablas se pueden encontrar los datos relevantes al diseño de los diferentes cuadros y los resultados de la instalación obtenidos.

4.6.1 CS Plana Sótano

El cuadro secundario de la planta sótano se encuentra dividido en varios circuitos compuestos por circuitos de iluminación, circuitos de fuerza y de aparatos. Se puede observar en las tablas siguientes las diferentes zonas, los elementos que la forman y los resultados de diseño para cada una de ellas.

ILUMINACIÓN

Iluminación Restaurante			
Zona	Descripción	n	Potencia (W)
Salón restaurante	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	30	450
Iluminación Pasillos			
Zona	Descripción	n	Potencia (W)
Pasillo cocina	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	2	30
Pasillo principal	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	24	360
Pasillo secundario	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	4	60
Zona ascensor 1	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	2	30
Zona ascensor 2	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	4	60
Iluminación Cuartos			
Zona	Descripción	n	Potencia (W)
Almacén	Plafón Led KRAMFOR R 25W	2	50
Cuarto nevera cocina	Plafón Led KRAMFOR R 25W	3	75
Comedor empleados	Plafón Led KRAMFOR R 25W	2	50
Lavandería	Plafón Led KRAMFOR R 25W	1	15
Cuarto 1	Plafón Led KRAMFOR R 25W	2	50
Cuarto 2	Plafón Led KRAMFOR R 25W	3	75
Cuarto 3	Plafón Led KRAMFOR R 25W	3	75
Cuarto 4	Plafón Led KRAMFOR R 25W	3	75
Cuarto 5	Plafón Led KRAMFOR R 25W	2	50
Sala de máquinas	Plafón Led KRAMFOR R 25W	6	150
Iluminación Baños			
Zona	Descripción	n	Potencia (W)
Entrada baños	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	1	15
Baño hombres	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	3	45
Baño mujeres	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	4	60
Baño minusválidos	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	1	15
Iluminación Cuartos			
Zona	Descripción	n	Potencia (W)
Vestuario masculino	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	4	60
Vestuario femenino	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	4	60
Iluminación Ambiente			
Zona	Descripción	n	Potencia (W)
Iluminación ambiente	Aplique LED Icon, 21W, 3200LM, 3000k	24	504
Iluminación Emergencia			
Zona	Descripción	n	Potencia (W)
Iluminación emergencia	Aplique LED Icon, 21W, 3200LM, 3000k	46	123,74

Tabla 71. Iluminación Planta Sótano

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm ²)	I adm (A)	PIA (A)	Caída de tensión (%)	Sección protección (mm ²)	Icc (A)
Iluminación restaurante	450	1,96	2,5	20	2x10	0,19%	2,5	406,35
Iluminación pasillos	540	2,35	2,5	20	2x10	0,30%	2,5	309,49
Iluminación cuartos	665	2,89	2,5	20	2x10	0,40%	2,5	282,97
Iluminación baños	135	0,59	2,5	20	2x10	0,04%	2,5	621,72
Iluminación vestuarios	120	0,52	2,5	20	2x10	0,06%	2,5	325,94
Iluminación ambiente	504	2,19	2,5	20	2x10	0,20%	2,5	427,67
Iluminación emergencia	123,74	0,54	2,5	20	2x10	0,04%	2,5	478,51

Tabla 72. Resultado de los circuitos de iluminación de la PS

FUERZA

Fuerza restaurante		
Descripción	n	Potencia (W)
Tomas de corriente dobles	4	1.440
Fuerza Lavandería		
Descripción	n	Potencia (W)
Lavadora industrial	3	12.000
Secadora industrial	3	18.000
Fuerza cuartos		
Descripción	n	Potencia (W)
Tomas de corriente dobles	15	5.400
Fuerza baños		
Descripción	n	Potencia (W)
Tomas de corriente dobles	3	1.080
Secador de manos	3	6.000
Fuerza vestuarios		
Descripción	n	Potencia (W)
Tomas de corriente dobles	6	2.160

Tabla 73. Elementos de fuerza de la PS

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caida de tensión (%)	Sección protección (mm2)	Icc (A)
Fuerza restaurante	1.440	6,26	2,5	20	2x16	0,45%	2,5	547,23
Fuerza lavandería	30.000	130,43	70	155	2x150	0,40%	35	9.236,13
Fuerza cuartos	5.400	23,48	6	34	2x30	1,38%	6	667,79
Fuerza baños	7.080	30,78	10	46	2x40	0,49%	10	2.345,37
Fuerza vestuarios	2.160	9,39	2,5	20	2x16	1,14%	2,5	325,94

Tabla 74. Resultado de los circuitos de fuerza de la PS

4.6.2 CS Cocina

A pesar de que la cocina es una de las zonas de la planta sótano, debido al número de aparatos que contiene y su potencia, se ha decidido emplear un cuadro secundario específico, de esta forma ante fallos que puedan ocurrir en la cocina, el resto de la instalación no se ve afectado.

ILUMINACIÓN

Iluminación cocina		
Descripción	n	Potencia (W)
Plafón Led KRAMFOR R 25W	6	150

Tabla 75. Iluminación Cocina

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caida de tensión (%)	Sección protección (mm2)	Icc (A)
Iluminación cocina	150	0,65	2,5	20	2x10	0,01%	2,5	2.007,27

Tabla 76. Resultado del circuito de iluminación de Cocina

FUERZA

Fuerza cocina		
Descripción	n	Potencia (W)
Horno eléctrico	2	20.000
Freidora	1	3.000
Plancha	2	10.000
Lavavajillas industrial	2	14.000
Neveras	2	4.000
Congeladores	2	4.000
Microondas	4	6.000
Ventilación industrial	1	5.000

Tabla 77. Elementos de fuerza de la cocina

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caida de tensión (%)	Sección protección (mm2)	Icc (A)
Horno eléctrico	10.000	18,0	2,5	24	4x20	0,05%	2,5	3.860,14
Freidora	1.500	2,7	2,5	24	4x16	0,05%	2,5	4.093,22
Plancha	5.000	9,0	2,5	24	4x16	0,08%	2,5	2.646,58
Lavavajillas industrial	7.000	30,43	6	41	2x32	0,04%	4	4.416,00
Neveras	2.000	8,70	2,5	24	2x16	0,05%	2,5	4.093,22
Congeladores	2.000	8,70	2,5	24	2x16	0,05%	2,5	4.093,22
Microondas	3.000	13,04	2,5	24	2x16	0,07%	2,5	3.054,55
Ventilación industrial	2.500	4,5	2,5	24	4x16	0,08%	2,5	2.646,58

Tabla 78. Resultado de los circuitos de fuerza de cocina

4.6.3 CT Bar

Desde el cuadro secundario de la planta baja sale una derivación que cubrirá los circuitos relacionados con el bar y la sala de estar continua a este. Para ello es necesario diseñar la derivación al cuadro terciario del bar:

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caida de tensión (%)	Sección protección (mm2)
Derivación CT Bar	4.722	20,53	4	26	2x25	0,64%	4

Tabla 79. Resultado de la derivación terciaria al Bar

ILUMINACIÓN

Iluminación bar		
Descripción	n	Potencia (W)
Plafón Led KRAMFOR R 25W	1	25
HOTEL SPOT LED Ø55, 9W, CRI>90	3	27
Iluminación sala de estar		
Descripción	n	Potencia (W)
HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	17	255

Tabla 80. Iluminación del Bar

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caida de tensión (%)	Sección protección (mm2)	Icc (A)
Iluminación bar	52	0,23	2,5	20	2x10	0,003%	2,5	2.619,66
Iluminación sala de estar	255	1,11	2,5	20	2x10	0,03%	2,5	1.269,38

Tabla 81. Resultado de los circuitos de iluminación del Bar

FUERZA

Fuerza Bar		
Descripción	n	Potencia (W)
Tomas de corriente dobles	6	2.160
Nevera	1	2.000
Fuerza sala de estar		
Descripción	n	Potencia (W)
Tomas de corriente dobles	17	255

Tabla 82. Elementos de fuerza del Bar

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caida de tensión (%)	Sección protección (mm2)	Icc (A)
Fuerza Bar	4.160	18,09	4	26	2x25	0,16%	4	3.988,65
Fuerza sala de estar	255	1,11	2,5	20	2x16	0,03%	2,5	1.269,38

Tabla 83. Resultado de los circuitos de fuerza del Bar

4.6.4 CS Plantas tipo

En este punto se va a mostrar el diseño para una planta de habitaciones tipo que luego se repite a lo largo de las diferentes plantas de habitaciones.

DERIVACIONES

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caida de tensión (%)	Sección protección (mm2)
Derivación Habitación 1	1.582	6,88	2,5	20	16	0,07%	2,5
Derivación Habitación 2	1.582	6,88	2,5	20	16	0,08%	2,5
Derivación Habitación 3	1.582	6,88	2,5	20	16	0,23%	2,5
Derivación Habitación 4	1.563	6,80	2,5	20	16	0,23%	2,5
Derivación Habitación 5	1.582	6,88	2,5	20	16	0,37%	2,5
Derivación Habitación 6	1.582	6,88	2,5	20	16	0,52%	2,5
Derivación Habitación 7	1.582	6,88	2,5	20	16	0,52%	2,5
Derivación Habitación 8	1.545	6,72	2,5	20	16	0,59%	2,5
Derivación Habitación 9	1.545	6,72	2,5	20	16	0,56%	2,5
Derivación Habitación 10	1.545	6,72	2,5	20	16	0,34%	2,5
Derivación Habitación 11	1.539	6,69	2,5	20	16	0,23%	2,5
Derivación Habitación 12	1.526	6,63	2,5	20	16	0,32%	2,5
Derivación Habitación 13	1.563	6,80	2,5	20	16	0,38%	2,5

Tabla 84. Resultado de las derivaciones terciarias de P.Tipo

ILUMINACIÓN

Iluminación pasillos		
Descripción	n	Potencia (W)
TOLEDO FLAT 10W	20	200
Aplique LED Icon, 21W, 3200LM, 3000k	15	315
Iluminación cuartos		
Descripción	n	Potencia (W)
Plafón Led KRAMFOR R 25W	5	125
Iluminación emergencia		
Descripción	n	Potencia (W)
Luces de emergencia 160 lm y 2,69W	22	59,18

Tabla 85. Iluminación P.Tipo

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caida de tensión (%)	Sección protección (mm2)	Icc (A)
Iluminación pasillos	515	2,24	2,5	20	2x10	0,19%	2,5	453,26
Iluminación cuartos	125	0,54	2,5	20	2x10	0,04%	2,5	479,40
Iluminación emergencia	59,18	0,26	2,5	20	2x10	0,02%	2,5	453,26

Tabla 86. Resultado de los circuitos de iluminación de P.Tipo

FUERZA

Fuerza cuartos		
Descripción	n	Potencia (W)
Tomas de corriente dobles	6	1920

Tabla 87. Elementos de fuerza de la P.Tipo

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caida de tensión (%)	Sección protección (mm2)	Icc (A)
Fuerza cuartos	1.920	8,35	2,5	26	2x16	0,73%	2,5	453,26

Tabla 88. Resultado de los circuitos de fuerza de la P.Tipo

4.6.5 CT Habitación tipo

En este apartado se representa el cuadro terciario de las habitaciones que se deriva del cuadro secundario de cada planta. Se ha representado en las tablas como es el cuadro para una habitación ya que el resto son análogas a esta, por lo que no es necesario representar cada una de ellas, ya que sería repetir información.

ILUMINACIÓN

Iluminación general habitación		
Descripción	n	Potencia (W)
Endo Lighting - Fixed Downlight	2	37,2
Aplique exterior LED Telin INSPIRE alargador 34.7W	1	37,4
Iluminación ambiente habitación		
Descripción	n	Potencia (W)
Arkoslight - WALLY W/O EQ 4000K N	4	12
Tira LED Tira LED Cob 12V de 11w/m	1	22
Iluminación baño habitación		
Descripción	n	Potencia (W)
Aura Light - Safie RE D228 OP 2000 DALI White C4L-3m	1	19
Espejo de baño con LED	1	14,4

Tabla 89. Iluminación Habitación Tipo

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caída de tensión (%)	Sección protección (mm2)	Icc (A)
Iluminación general habitación	74,6	0,32	2,5	20	2x10	0,01%	2,5	1.906,27
Iluminación ambiente habitación	34	0,15	2,5	20	2x10	0,002%	2,5	2.237,41
Iluminación baño habitación	33,4	0,15	2,5	20	2x10	0,001%	2,5	4.446,49

Tabla 90. Resultado de los circuitos de iluminación de la Habitación Tipo

FUERZA

Fuerza habitación		
Descripción	n	Potencia (W)
Tomas de corriente dobles	4	1.280
Fuerza baño habitación		
Descripción	n	Potencia (W)
Secador de pelo	1	1.600
Tomas de corriente dobles	1	320

Tabla 91. Elementos de fuerza de la Habitación Tipo

	Potencia total (W)	In(A)	Sección (mm2)	I adm (A)	PIA (A)	Caída de tensión (%)	Sección protección (mm2)	Icc (A)
Fuerza habitación	1.280	5,57	2,5	26	2x16	0,48%	2,5	453,26
Fuerza baño habitación	1.920	8,35	2,5	26	2x16	0,06%	2,5	4.446,49

Tabla 92. Resultado de los circuitos de fuerza de la Habitación Tipo

5. SIMULACIÓN DE LA ILUMINACIÓN CON DIALUX

Para finalizar el diseño de la instalación eléctrica del hotel se ha realizado la simulación en Dialux de la iluminación a emplear para algunas de las zonas de la planta tipo, en concreto, para la habitación 1, el baño de la habitación 1, el pasillo de la planta tipo y la habitación 11.

En primer lugar, se ha realizado el diseño de las habitaciones/zonas donde se quería calcular la iluminación necesaria, ajustando los parámetros acorde a la cantidad de luz que se quiere obtener. En el caso de las habitaciones se ha optado por un valor entre 100-200 lx, ya que la tendencia actual de los hoteles es a tener habitaciones con tipos diferentes de iluminación, pero proporcionando un grado bajo de la misma, considerándose una zona de descanso. Lo mismo ocurre para los pasillos donde se ha considerado una iluminación mínima de 100 lx. Por último, para los cuartos de baño se ha considerado un grado mayor, ya que se trata de una zona donde es necesario tener una iluminación mejor, por lo que se ha considerado un mínimo de 200 lx.

En los planos anexos se pueden encontrar los resultados de las simulaciones realizadas, planos de las habitaciones y la distribución de los elementos y las curvas Isolux de cada una de las zonas iluminadas.

CAPÍTULO VI: PRESUPUESTO

INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA FRIA, PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE ACS

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total de línea
52,72 m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, "JIMTEN", de 20 mm de diámetro exterior y 2,8 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	4,56 €/m	240,42€
126,89 m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, "JIMTEN", de 25 mm de diámetro exterior y 3,5 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	7,18€/m	911,04€
59,89m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, "JIMTEN", de 32 mm de diámetro exterior y 4,4 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	10,10€/m	604,83€
70,10m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, "JIMTEN", de 40 mm de diámetro exterior y 5,5 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	14,95€/m	1.182,58€
100,61m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, "JIMTEN", de 50 mm de diámetro exterior y 6,9 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	23,34€/m	2.348,33€
7m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, "JIMTEN", de 75 mm de diámetro exterior y 10,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	52,04€/m	364,28€
20m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, "JIMTEN", de 90 mm de diámetro exterior y 12,3 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	73,2€/m	1.464€
3,5m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, "JIMTEN", de 110 mm de diámetro exterior y 15,4 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	112,44€/m	393,54€
16,5m	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, "JIMTEN", de 125 mm de diámetro exterior y 17,1 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	137,87€/m	2.274,85€

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

5,6m	Acometida de polietileno PE 100, de 125 mm de diámetro exterior, PN=25 atm y 17,1 mm de espesor, según UNE-EN 12201-2, incluso accesorios de conexión y piezas especiales.	32,96€/m	184,57€
1	Preinstalación de contador general de agua DN 125 mm, colocado en armario prefabricado, conectado al ramal de acometida y al tubo de alimentación, formada por llave de corte general de compuerta de latón fundido; grifo de comprobación; filtro retenedor de residuos; válvula de retención de latón y llave de salida de compuerta de latón fundido. Incluso cerradura especial de cuadradillo y material auxiliar. El precio no incluye el contador de agua.	99,98€	99,98€
2	Filtro de cartucho contenedor de carbón activo, con dos llaves de paso de compuerta.	87€	174€
1	Grupo de presión, formado por 3 bombas centrífugas electrónicas de 6 etapas, verticales, con rodetes, difusores y todas las piezas en contacto con el medio de impulsión de acero inoxidable, cierre mecánico independiente del sentido de giro, unidad de regulación electrónica para la regulación y conmutación de todas las bombas instaladas con variador de frecuencia integrado, con pantalla LCD para indicación de los estados de trabajo y de la presión actual y botón monomando para la introducción de la presión nominal y de todos los parámetros, memoria para historiales de trabajo y de fallos e interface para integración en sistemas GTC, motores de rotor seco con una potencia nominal total de 6,6 kW, 3770 r.p.m. nominales, alimentación trifásica (400V/50Hz), con protección térmica integrada y contra marcha en seco, protección IP55, aislamiento clase F, vaso de expansión de membrana de 8 l, válvulas de corte y antirretorno, presostato, manómetro, sensor de presión, bancada, colectores de acero inoxidable. Incluso tubos entre los distintos elementos y accesorios. Totalmente montado, conexionado y puesto en marcha por la empresa instaladora para la comprobación de su correcto funcionamiento. Sin incluir la instalación eléctrica.	15.225,45€	15.225,45€
2	Depósito de superficie de poliéster reforzado con fibra de vidrio, cilíndrico, de 3700 l, para agua potable y válvula de flotador, para la entrada y válvula de corte de compuerta.	1.328,62€	2.657,24€
16,5m	Tubería para montante de fontanería, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 90 mm de diámetro exterior y 8,2 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	40,35€/m	665,77€
3,5m	Tubería para montante de fontanería, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 75 mm de diámetro exterior y 6,8 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	28,88€/m	101,08€
3,5m	Tubería para montante de fontanería, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 63 mm de diámetro exterior y 5,8 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	21,53€/m	75,35€

3,5m	Tubería para montante de fontanería, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	14,97€/m	52,39€
3,5m	Tubería para montante de fontanería, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 40 mm de diámetro exterior y 3,7 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	10,25€/m	35,87€
134	Conjunto de dos válvulas de corte de esfera, rectas, premontadas en caja de plástico, con soportes para montaje de la caja y manetas para las válvulas.	142,24€	19.060,16€
83	Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo doble, ducha, bañera, realizada con tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 2,5, para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polipropileno copolímero random (PP-R), material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones. El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones.	557,20€	46.247,6€
2	Instalación interior de fontanería para cocina con dotación para: fregadero, toma y llave de paso para lavavajillas, realizada con tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 2,5, para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polipropileno copolímero random (PP-R), material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones. El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones.	298,29	596,58€
3	Instalación interior de fontanería para galería con dotación para: lavadero, toma y llave de paso para lavadora, realizada con tubo de polipropileno copolímero random/polipropileno copolímero random con fibra de vidrio/polipropileno copolímero random (PP-R/PP-R con fibra de vidrio/PP-R), serie 3,2, para la red de agua fría y caliente que conecta la derivación particular o una de sus ramificaciones con cada uno de los aparatos sanitarios, con los diámetros necesarios para cada punto de servicio. Incluso llaves de paso de cuarto húmedo para el corte del suministro de agua, de polipropileno copolímero random (PP-R), material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, derivación particular, accesorios de derivaciones. El precio no incluye las ayudas de albañilería para instalaciones.	309,95€	929,85€
1	Caldera mural mixta eléctrica para calefacción y A.C.S., potencia de 15,0 kW.	2.016,16€	2.016,16€
40m	Tubería de distribución de A.C.S. formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante espuma elastomérica. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	32,33€/m	1.293,2€

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

12	Bomba circuladora, de rotor húmedo, de hierro fundido, con motor de imán permanente, con variador de frecuencia incorporado y ventilación automática, con dos modos de funcionamiento seleccionables mediante el botón de la caja de conexiones (velocidad constante y presión proporcional), modelo Ego 25/40-130 "EBARA", de 130 mm de longitud, impulsor de tecnopolímero, eje motor y cojinetes de cerámica, conexiones roscadas de 1 ½" de diámetro, presión máxima de trabajo 10 bar, rango de temperatura del líquido conducido de 5 a 95°C, aislamiento clase H, protección IP44, alimentación monofásica a 230 V. Incluso puente de manómetros formado por manómetro, válvulas de esfera y tubería de cobre; elementos de montaje; caja de conexiones eléctricas con condensador y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	604,14€	7.249,68€
6	Vaso de expansión para A.C.S. de acero vitrificado, capacidad 24 l, presión máxima 10 bar. Incluso manómetro y elementos de montaje y conexión necesarios para su correcto funcionamiento.	133,38€	800,28€
1	Interacumulador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 9000 l, altura 2280 mm, diámetro 2200 mm, aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC, protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio, protección externa con forro de PVC. Incluso válvulas de corte, elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	25.745,68€	25.754,68€
1	Interacumulador de acero vitrificado, con intercambiador de un serpentín, de suelo, 1000 l, altura 2280 mm, diámetro 2200 mm, aislamiento de 50 mm de espesor con poliuretano de alta densidad, libre de CFC, protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio, protección externa con forro de PVC. Incluso válvulas de corte, elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	5.285,27€	5.285,27€
1	Acumulador de acero vitrificado, de suelo, 9000 l, 1950 mm de diámetro y 2750 mm de altura, forro acolchado con cubierta posterior, aislamiento de poliuretano inyectado libre de CFC y protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio. Incluso válvulas de corte, elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	7.462,87€	7.462,87€
1	Acumulador de acero vitrificado, de suelo, 1000 l, 1950 mm de diámetro y 2750 mm de altura, forro acolchado con cubierta posterior, aislamiento de poliuretano inyectado libre de CFC y protección contra corrosión mediante ánodo de magnesio. Incluso válvulas de corte, elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	1.628,40€	1.628,40€
2	Válvula de equilibrado estático, campo de regulación de 0,17 a 8,52 m³/h, con cuerpo de bronce, tomas para medición de presión, volante con 40 posiciones de ajuste, válvula de purga, conexiones roscadas hembra de 1" de diámetro y temperatura máxima de 110°C.	84,08€	168,16€
14	Captador solar térmico completo, partido, para instalación individual, para colocación sobre cubierta plana, y coeficiente de pérdidas primario 4,227 W/m²K, según UNE-EN 12975-2; superficie absorbente y conductos de cobre; cubierta protectora de vidrio de 4 mm de espesor; depósito de 200 l, con un serpentín; grupo de bombeo individual con vaso de expansión de 18 l y vaso pre-expansión; centralita solar térmica programable; kit de montaje para un panel sobre cubierta plana; doble te sonda-purgador y purgador automático de aire. Incluso líquido de relleno para captador solar térmico. Totalmente montado, conexionado y probado.	2.677,72€	37.488,08€

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total de línea
1	Sistema de elevación de aguas grises y fecales, según UNE-EN 12050-1, con funciones de regulación, control, supervisión y aviso, regulación automática por nivel, alarma acústica, apto para temperatura máxima hasta 40°C (para corto tiempo 60°C), formado por depósito de polietileno de 90 l y 770x630x550 mm, impermeable al gas y al agua, dos entradas DN 40 mm y una DN 100 mm de libre situación, conexión en la parte superior para una tubería de ventilación DN 70, conexión en impulsión de 80 mm, anillos-retén para el sellado del eje, bomba sumergible con carcasa de acero inoxidable, tamaño máximo de paso de sólidos 45 mm, rotor en cortocircuito refrigerado por superficie, con protección de sobrecarga incorporada, con una potencia nominal de 1,3 kW, 1450 r.p.m. nominales, alimentación trifásica (400V/50Hz), protección IP67, aislamiento clase H, contactos libres de tensión para indicación de funcionamiento y avería. Instalación en superficie. Incluso accesorios, uniones y piezas especiales para la instalación de la electrobomba.	3.096,22€	3.096,22€
286m	Bajante interior insonorizada y con resistencia al fuego de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de PVC, multicapa, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión a presión con junta elástica. Incluso, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	40,70€/m	11.640,2€
143m	Bajante interior insonorizada y con resistencia al fuego de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, de 75 mm de diámetro y 3 mm de espesor; unión a presión con junta elástica. Incluso, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	23,99€/m	3.430,57€
83	Red de pequeña evacuación, insonorizada y con resistencia al fuego, empotrada, de PVC, multicapa, de 110 mm de diámetro, unión con junta elástica.	26,51€	2.200,33€
40,64m	Colector suspendido insonorizado y con resistencia al fuego de PVC, multicapa, de 110 mm de diámetro, unión con junta elástica.	36,83€/m	1.496,77€
25,15M	Colector suspendido insonorizado y con resistencia al fuego de PVC, multicapa, de 160 mm de diámetro, unión con junta elástica.	67,75€/M	1.703,91€
22,78	Colector suspendido insonorizado y con resistencia al fuego de PVC, multicapa, de 250 mm de diámetro, unión con junta elástica.	156,35€	3.561,65€
7	Sumidero para canalón, compuesto de sumidero sifónico de acero galvanizado, sistema Akasison, modelo R63 "JIMTEN", de salida vertical, con rosca de 2" de diámetro y rejilla convexa de aluminio, con el manguito conector con rosca, la tubería vertical y el codo, todos ellos del mismo diámetro que el sumidero.	485,24€	3.396,68€

INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total de línea
1	Central de detección automática de incendios, convencional, micro procesada, de 2 zonas de detección, con caja metálica y tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, panel de control con indicador de alarma y avería, y conmutador de corte de zonas. Incluso baterías.	274,86€	274,86€
236	Detector óptico de humos convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a los humos claros, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal. Incluso elementos de fijación.	45,32€	10.696,52€
35	Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación.	34,44€	1.205,4€
55	Sirena electrónica, de color rojo, con señal acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA. Instalación en paramento interior. Incluso elementos de fijación.	60,84€	3.346,2€
46	Luminaria de emergencia, con tubo lineal fluorescente, 6 W - G5, flujo luminoso 155 lúmenes, carcasa de 245x110x58 mm, clase II, IP42, con baterías de Ni-Cd de alta temperatura, autonomía de 1 h, alimentación a 230 V, tiempo de carga 24 h. Instalación en superficie en zonas comunes. Incluso accesorios y elementos de fijación.	51,19€	2.354,74€
2	Depósito para reserva de agua contra incendios de 5,5 m ³ de capacidad, prefabricado de poliéster, colocado en superficie, en posición vertical. Incluso, válvula de flotador de 1 1/2" de diámetro para conectar con la acometida, interruptores de nivel, válvula de bola de 50 mm de diámetro para vaciado y válvula de corte de mariposa de 1 1/2" de diámetro para conectar al grupo de presión.	2.225,10€	4.450€

1	<p>Columna seca constituida por los siguientes elementos: 1 toma de alimentación IPF-41 provista de conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo UNE 23400-3, de 70 mm (2 1/2") de diámetro con tapas sujetas con cadenas y llave de purga de 25 mm de diámetro, situada en fachada, alojada en hornacina con marco de chapa de acero, de 590x440 mm, de color rojo, con puerta de chapa de acero, de color blanco, cerradura de cuadradillo de 8 mm y rótulo "USO EXCLUSIVO BOMBEROS"; 3 bocas de salida en piso (2 IPF-39 provistas de conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo UNE 23400-2, de 45 mm (1 1/2") de diámetro con tapas sujetas con cadena, situadas en los rellanos de la escalera, alojadas en hornacina con marco de acero inoxidable, de 590x350 mm, con puerta acristalada de acero inoxidable, cerradura de cuadradillo de 8 mm y rótulo "USO EXCLUSIVO BOMBEROS" y 1 IPF-40 provista de conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo UNE 23400-2, de 45 mm (1 1/2") de diámetro con tapas sujetas con cadena, situada cada cuatro plantas en los rellanos de la escalera, alojada en hornacina con marco de acero inoxidable, de 590x640 mm, con puerta acristalada de acero inoxidable, cerradura de cuadradillo de 8 mm y rótulo "USO EXCLUSIVO BOMBEROS"), con conducciones de acero galvanizado de 3" DN 80 mm, sin calorifugar. Incluso luna incolora, imprimación para selladores acrílicos, silicona neutra oximica para el sellado de encuentros, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, válvula de drenaje, accesorios y piezas especiales. El precio no incluye la formación de la hornacina ni la colocación del marco y la puerta.</p>	2.517,11€	2.517,11€
25	<p>Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora. Incluso soporte y accesorios de montaje.</p>	44,72€	1.118€
1	<p>Grupo de presión de agua contra incendios, formado por: una bomba principal centrífuga, de un escalón y de una entrada, cuerpo de impulsión de fundición GG25 en espiral con patas de apoyo y soporte cojinete con pata de apoyo, aspiración axial y boca de impulsión radial hacia arriba, rodete radial de fundición GG25, cerrado, compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete, soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida, estanqueidad del eje mediante cierre mecánico según DIN 24960, eje y camisa externa de acero inoxidable AISI 420, accionada por motor asíncrono de 2 polos de 11 kW, aislamiento clase F, protección IP55, eficiencia IE3, para alimentación trifásica a 400/690 V, una bomba auxiliar jockey, con camisa externa de acero inoxidable AISI 304, eje de acero inoxidable AISI 416, cuerpos de aspiración e impulsión y contrabridas de hierro fundido, difusores de policarbonato con fibra de vidrio, cierre mecánico, accionada por motor eléctrico de 1,85 kW, depósito hidroneumático de 20 l, bancada metálica, válvulas de corte, antirretorno y de aislamiento, manómetros, presostatos, cuadro eléctrico de fuerza y control para la operación totalmente automática del grupo, soporte metálico para cuadro eléctrico, colector de impulsión. Incluso soportes, piezas especiales y accesorios</p>	8.731,57€	8.731,57€

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

16	Boca de incendio equipada (BIE), de 25 mm (1") y de 680x480x215 mm, compuesta de: armario construido en acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000 y puerta semiciega con ventana de metacrilato de acero de 1,2 mm de espesor, acabado con pintura epoxi color rojo RAL 3000; devanadera metálica giratoria fija, pintada en rojo epoxi, con alimentación axial; manguera semirrígida de 20 m de longitud; lanza de tres efectos (cierres, pulverización y chorro compacto) construida en plástico ABS y válvula de cierre tipo esfera de 25 mm (1"), de latón, con manómetro 0-16 bar. Instalación en superficie. Incluso, accesorios y elementos de fijación.	421,64€	6.746,24€
1	Acometida interior de gas, D=1" (25 mm) de acero, de 8 m de longitud, con llave de edificio vista formada por válvula de compuerta de latón fundido.	181,83€	181,83€
1	Contador para gas natural de tubo de cobre, de presión máxima de operación (MOP) inferior a 0,05 bar, para centralización en local técnico de un máximo de 2 contadores de gas tipo G-4 en una columna, situada en primer sótano, conectada a los montantes individuales ascendentes y a la instalación común. Incluso colector, toma de presión de entrada, llaves de corte, limitadores de caudal, tomas de presión de salida, soportes y placas de indicación del piso y puerta de la vivienda a la cual suministra. El precio no incluye los contadores ni el local técnico.	392,66€	392,66€
41,83m	Tubería, para suministro de gas, colocada superficialmente, formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1" DN 25 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, acabada con mano de imprimación antioxidante.	23,80€/m	995,55€
1	Instalación interior de gas en local, con dotación para 2 aparatos, realizada con tubería de acero, con vaina plástica, que conecta la llave de local privado con cada uno de los aparatos a gas, compuesta de los siguientes tramos: tramo común de 1" de diámetro y 10 m de longitud y 2 ramificaciones a cada consumo, de 3/4" de diámetro y 8 m de longitud y de 3/4" de diámetro y 7 m de longitud. Incluso llaves macho-macho de conexión de aparato para el corte de suministro de gas, con pata y conexiones por junta plana, pasta de relleno y elementos de sujeción, colocados mediante soldadura.	565,56€	565,56€

INSTALACIÓN DE SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total de línea
1	Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 120 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm ² , y 8 picas.	585,88€	585,88€
20m	Línea general de alimentación enterrada formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x120+2G70 mm ² , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, bajo tubo protector de polietileno de doble pared, de 160 mm de diámetro.	130,77€/m	2.615,4€
1	Módulo de interruptor general de maniobra de 520 A (III+N), homologado por la empresa suministradora. Incluso cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores.	197,73€	197,73€

9,5m	Derivación individual monofásica fija en superficie para local comercial u oficina, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x150+1G70 mm ² , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en canal protectora de PVC rígido de 60x110 mm.	111,24€/m	1.056,78€
0,5m	Derivación individual monofásica fija en superficie para local comercial u oficina, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10 mm ² , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en canal protectora de PVC rígido de 30x60 mm.	22,14€/m	11,07€
186m	Derivación individual monofásica fija en superficie para local comercial u oficina, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x50+1G25 mm ² , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en canal protectora de PVC rígido de 40x90 mm.	48,2€/m	8.965,2€
33,5m	Derivación individual monofásica fija en superficie para local comercial u oficina, formada por cables unipolares con conductores de cobre, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x70+1G35 mm ² , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, en canal protectora de PVC rígido de 40x110 mm.	64,98€/m	2.176,83€
277,8m	Cable eléctrico multiconductor, de alta deslizabilidad, con conductor para hilo de mando o comunicaciones, Afumex Class Haz (AS) "PRYSMIAN", tipo H07Z1-K TYPE 2 (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 2,5 mm ² de sección, aislamiento de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex TI Z1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua y resistencia al frío, con tecnología de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción	12,48€/m	3.466,94€
71,1m	Cable eléctrico multiconductor, de alta deslizabilidad, con conductor para hilo de mando o comunicaciones, Afumex Class Haz (AS) "PRYSMIAN", tipo H07Z1-K TYPE 2 (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 95 mm ² de sección, aislamiento de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex TI Z1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua y resistencia al frío, con tecnología de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción	27,27€/m	1.938,89€

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

18m	Cable eléctrico multiconductor, de alta deslizabilidad, con conductor para hilo de mando o comunicaciones, Afumex Class Haz (AS) "PRYSMIAN", tipo H07Z1-K TYPE 2 (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 10 mm ² de sección, aislamiento de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex TI Z1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua y resistencia al frío, con tecnología de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción	18,36€/m	330,48€
0,5m	Cable eléctrico multiconductor, de alta deslizabilidad, con conductor para hilo de mando o comunicaciones, Afumex Class Haz (AS) "PRYSMIAN", tipo H07Z1-K TYPE 2 (AS), tensión nominal 450/750 V, de alta seguridad en caso de incendio (AS), con conductores de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1,5 mm ² de sección, aislamiento de poliolefina termoplástica, de tipo Afumex TI Z1, y con las siguientes características: no propagación de la llama, no propagación del incendio, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua y resistencia al frío, con tecnología de deslizabilidad para ahorro en el tiempo de instalación y reducción del esfuerzo de tracción	12,48€/m	6,24€
913,51	Línea de cobre cero halógenos monofásica con aislamiento de tensión nominal 450/750 V formada por fase +neutro+tierra de 2,5mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 16mm de diámetro, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	0,75€/m	685,13€
21m	Línea de cobre cero halógenos monofásica con aislamiento de tensión nominal 450/750 V formada por fase +neutro+tierra de 4 mm ² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 16mm de diámetro, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	0,99€/m	20,79€
20	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo B, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002 Schneider	1.835,09€€	36.701,8€€
16	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 520 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo B, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002	8.198,34€	131.173,44€
17	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo B, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002	2.010,09€	34.171,53€

1	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 150 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo B, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002	2.782,83€	2.782,83€
1	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 30 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo B, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002	6.002,52€	6.002,52€
1	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 40 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo B, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002	1.945,86€	1.945,86€
6	Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 100 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo B, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002	1.736,55€	10.419,3€
20	Interruptor diferencial de intensidad nominal 10A bipolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	587,11€	11.742,2€
16	Interruptor diferencial de intensidad nominal 520A bipolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	796,30€	12.740,8€
17	Interruptor diferencial de intensidad nominal 16A bipolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	612,48€	10.512,16€
1	Interruptor diferencial de intensidad nominal 150A bipolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	710,12€	710,12€
1	Interruptor diferencial de intensidad nominal 30A bipolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	658,77€	658,77€
1	Interruptor diferencial de intensidad nominal 40A bipolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	671,43€	671,43€
6	Interruptor diferencial de intensidad nominal 100A bipolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	696,62€	696,62€
204	Downlight Led LUXON chip CREE 9W, Regulable	16,95€	3.457,8€

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

300	Lámpara de pared LED 6W	44,99€	13.497€
78	Tira LED Tira LED Cob 12V de 11w/m	6,69€/m	521,82€
36	Aplicador exterior LED Teline INSPIRE alargador 34.7W	44,99€	1.619,64€
78	Espejo de baño con LED	279€	21.762€
141	Plafón Led KRAMFOR R 25W	17,95€	2.530,95€
143	Aplicador LED Icon, 21W, 3200LM, 3000k	81,99€	11.724,57€
130	HOTEL SPOT LED Ø55, 15W, CRI>90 Profesional	18,95€	2.463,5€
27	HOTEL SPOT LED Ø55, 9W, CRI>90	14,95€	403,65€
2	Plafón Led 40W Chiplid Osram, 60x60 cm.	24,95€	49,9€
132	Luces de emergencia 160 lm y 2,69W	23€	3.036€

INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA FRIA, PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE ACS:
184.256,12€

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y PLUVIALES: 30.526,33€

INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE GAS Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS: 43.576,24€

INSTALACIÓN DE SUMINISTRO EN BAJA TENSIÓN: 307.351,77 €

TOTAL INSTALACIONES: 565.710,46€

GASTOS GENERALES DEL 13%: 73.542,36€

BENEFICIO INDUSTRIAL DEL 6%: 33.942,62€

TOTAL BRUTO DEL PROYECTO ANTES DE IVA: 673.196,44€

IVA DEL 21%: 141.371,04€

TOTAL BRUTO DEL PROYECTO: 814.567,48€

El coste total de las instalaciones realizadas en el hotel asciende a **OCHOCIENTOS CATORCE MIL QUINIENTOS SESENTA Y SIETE CON CUARENTA Y OCHO EUROS (814.567,48€)**

BIBLIOGRAFÍA

Instalación de agua fría y ACS:

- Código Técnico de la Edificación, documento básico HS4 Suministro de Agua.
- Web oficial de Aguas de Barcelona: <https://www.aiguesdebarcelona.cat/es/>
- Web oficial de la Agencia Catalana de Aguas:
<https://aca.gencat.cat/es/laigua/infraestructures/xarxes-supramunicipals/index.html>
- Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.
- Material proporcionado por la UPV de la asignatura de Instalación de Fluidos

Instalación de gas:

- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Material proporcionado por la UPV de la asignatura de Instalación de Fluidos

Instalación de evacuación:

- Código Técnico de la Edificación, documento básico HS5 Evacuación de Agua.
- Material proporcionado por la UPV de la asignatura de Instalación de Fluidos

Instalación contra incendios:

- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Material proporcionado por la UPV de la asignatura de Instalación de Fluidos

Instalación de baja tensión:

- Real Decreto 842/2022 Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 173/2010, Código Técnico de la Edificación, BOE 11-03-2010.
- Diseño de la instalación eléctrica de un local comercial, Salvador Cucó Pardillos
- Material proporcionado por la UPV de la asignatura Tecnología Eléctrica.

Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona

ANEXO I: PLANOS





TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES



Proyecto: Proyecto de instalaciones de fontanería, ACS, evacuación de agua, extinción de incendios, suministro de gas e instalación eléctrica de un hotel de 78 habitaciones, situado en Barcelona.

Plano: Alzado y sección del hotel

Autor: Carlos Gallardo Jiménez

Fecha: Septiembre 2023

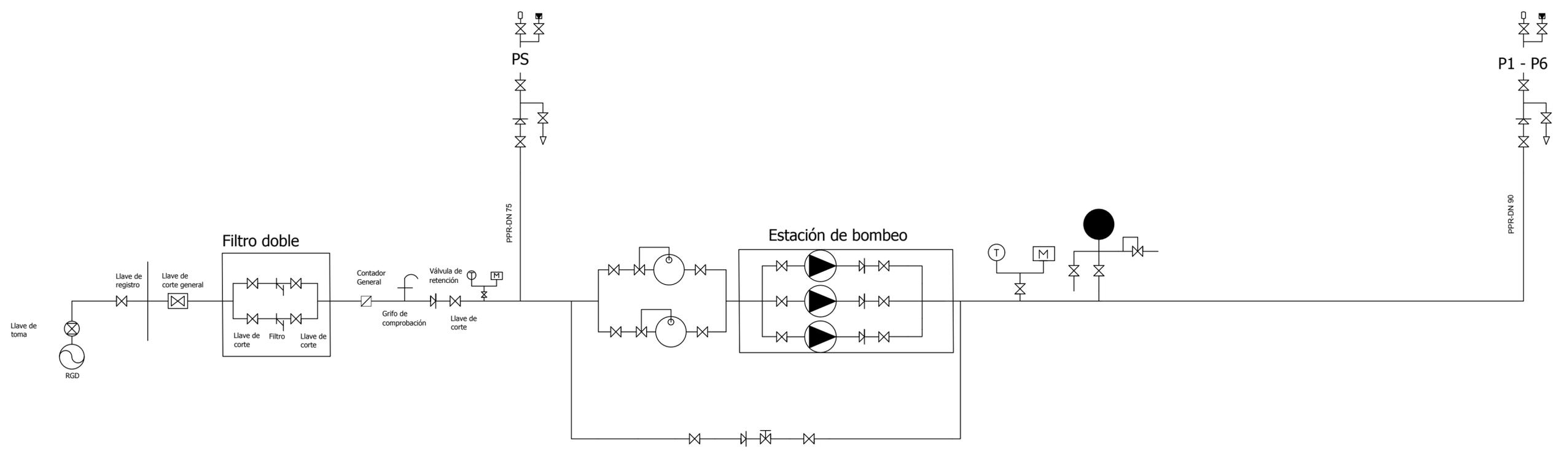
Escala:

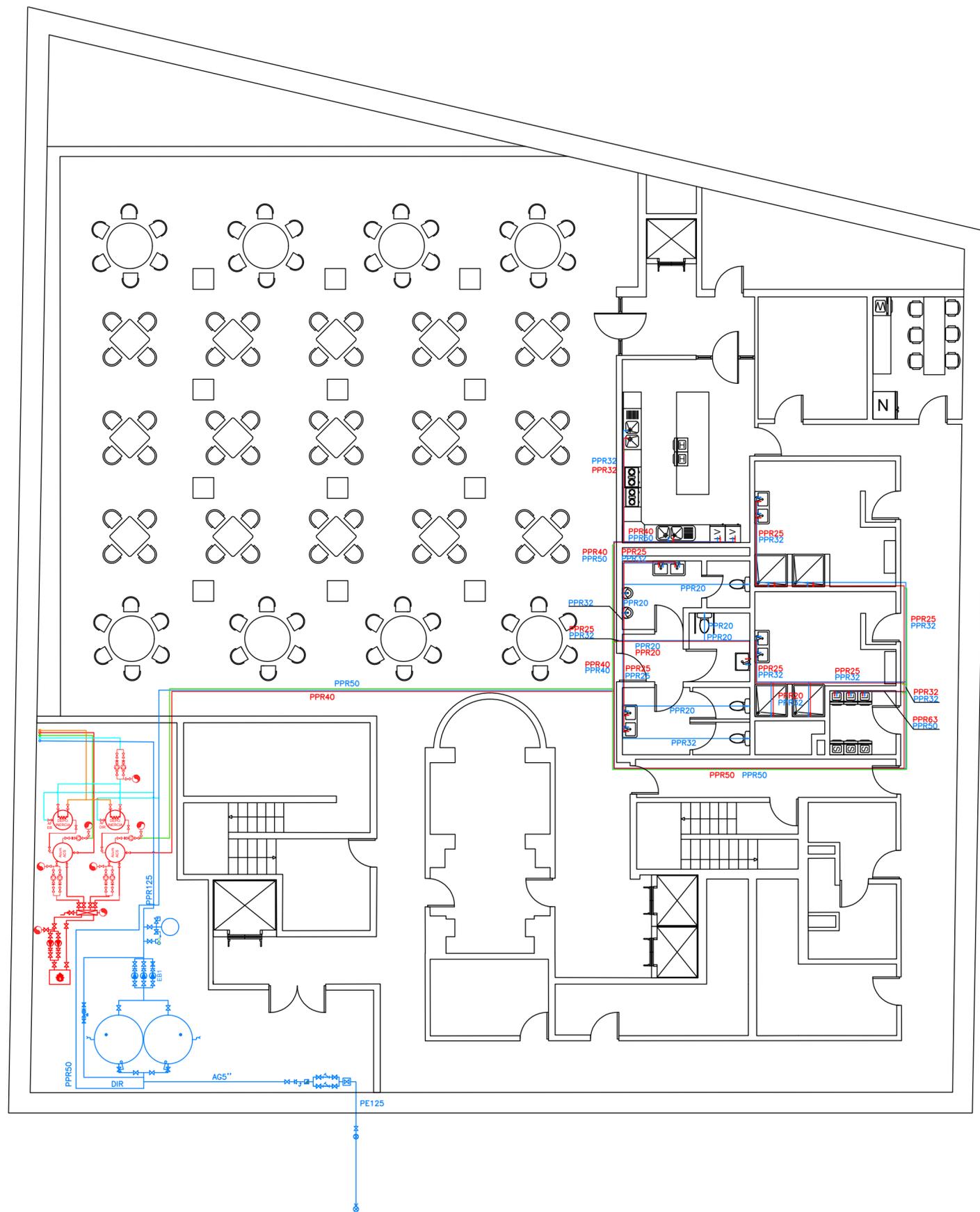
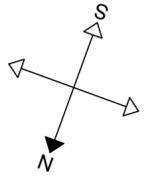
Nº Plano:

2

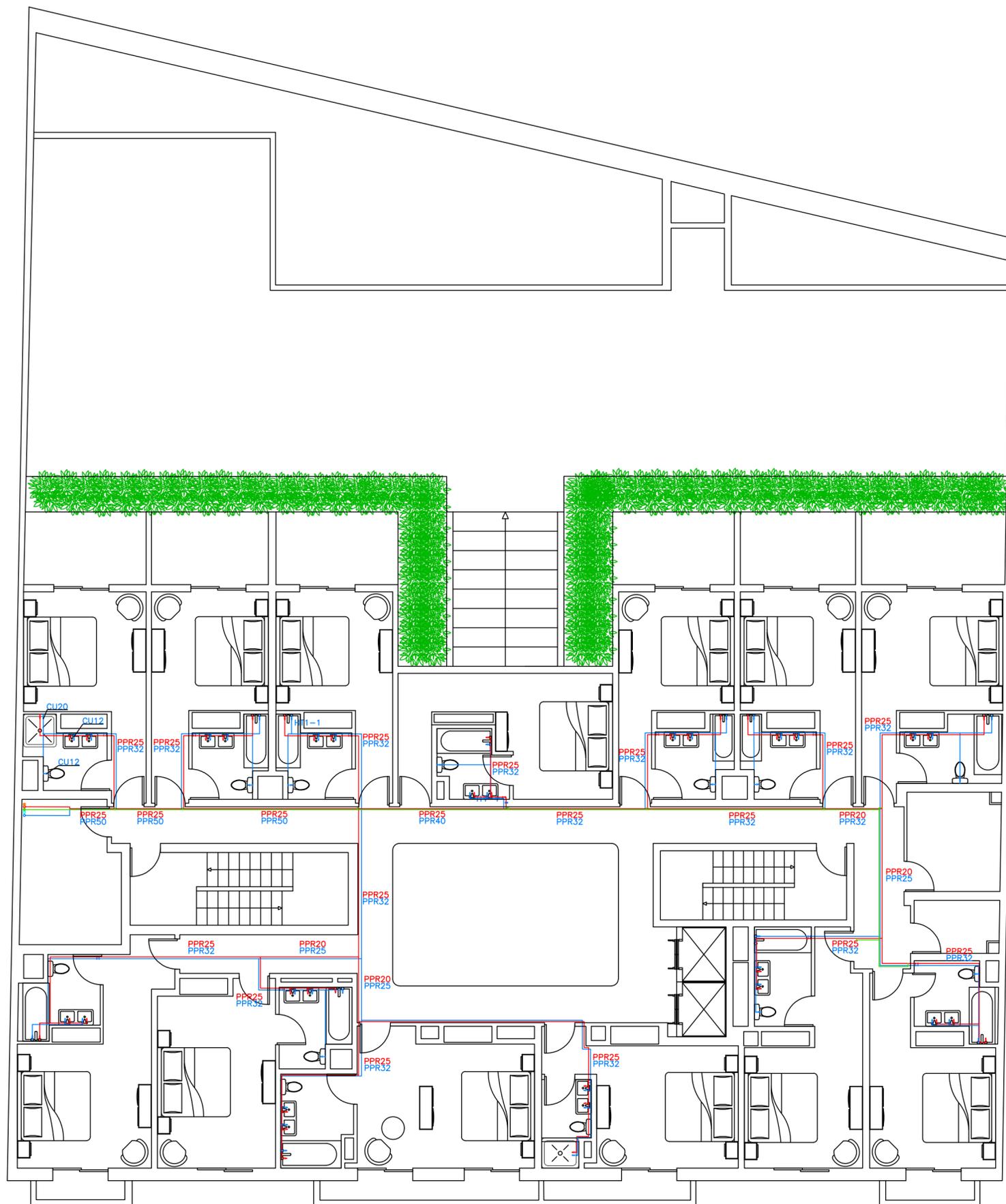
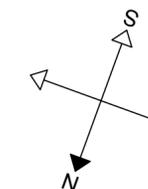
LEYENDA

- | | | | |
|--|-----------------------------|--|---------------------------|
| | RED GENERAL DE DISTRIBUCIÓN | | MANÓMETRO |
| | LLAVE DE TOMA EN CARGA | | PRESOSTATO |
| | GRIFO DE COMPROBACIÓN | | DESAGÜE |
| | VÁLVULA DE RETENCIÓN | | CONTADOR GENERAL |
| | VÁLVULA DE CORTE | | FILTRO |
| | VÁLVULA DE SEGURIDAD | | BOMBA IMPULSORA |
| | VÁLVULA DE FLOTADOR | | CALDERÍN |
| | VÁLVULA DE VACIADO | | ANTIARIETE |
| | VÁLVULA MOTORIZADA | | VÁLVULA VENTOSA |
| | VÁLVULA DE CORTE GENERAL | | ALJIBE CON Sonda DE NIVEL |

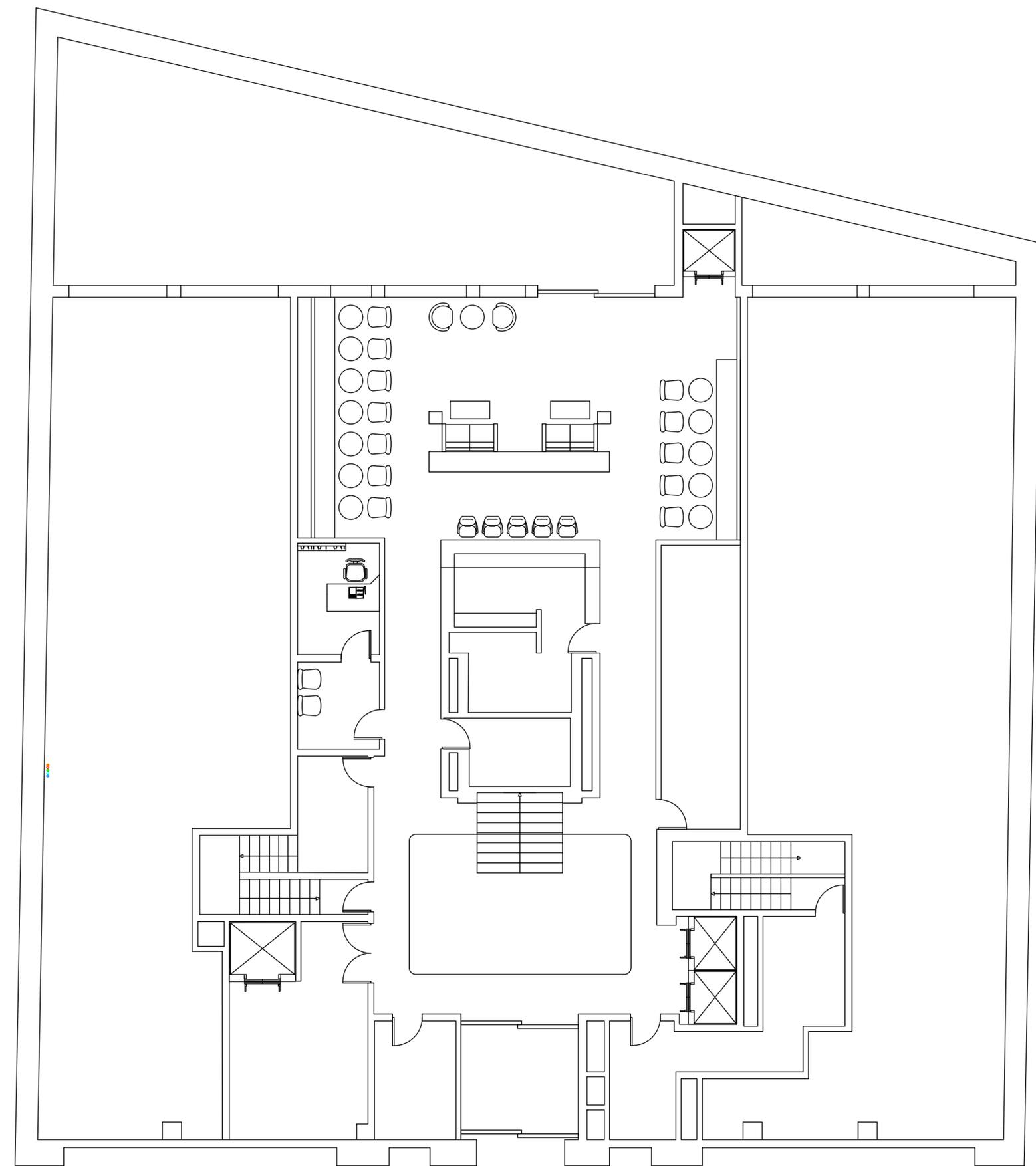
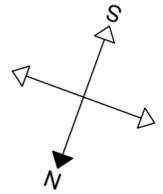




LEYENDA	
	ACOMETIDA SUMINISTRO AGUA
	LLAVE DE TOMA EN CARGA
	GRIFO DE COMPROBACIÓN
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	VÁLVULA DE CORTE
	VÁLVULA DE SEGURIDAD
	VÁLVULA DE FLOTADOR
	VÁLVULA DE VACIADO
	VÁLVULA MOTORIZADA
	VÁLVULA REDUCTORA
	VÁLVULA DE CORTE GENERAL
	INTERACUMULADOR
	ALJIBE CON SONDA DE NIVEL
	CALDERA ELÉCTRICA
	MANÓMETRO
	TRANSDUCTOR DE PRESIÓN
	DESAGÜE
	CONTADOR
	FILTRO
	BOMBA IMPULSORA
	CALDERÍN
	GRIFO AGUA FRÍA
	GRIFO ACS
	MONTANTE AF
	MONTANTE ACS
	BAJANTE ACS
	BAJANTE RETORNO ACS
	AF PRODUCCIÓN ACS
	RED DE SUMINISTRO DE AF
	RED DE SUMINISTRO DE ACS
	RED DE RETORNO DE ACS

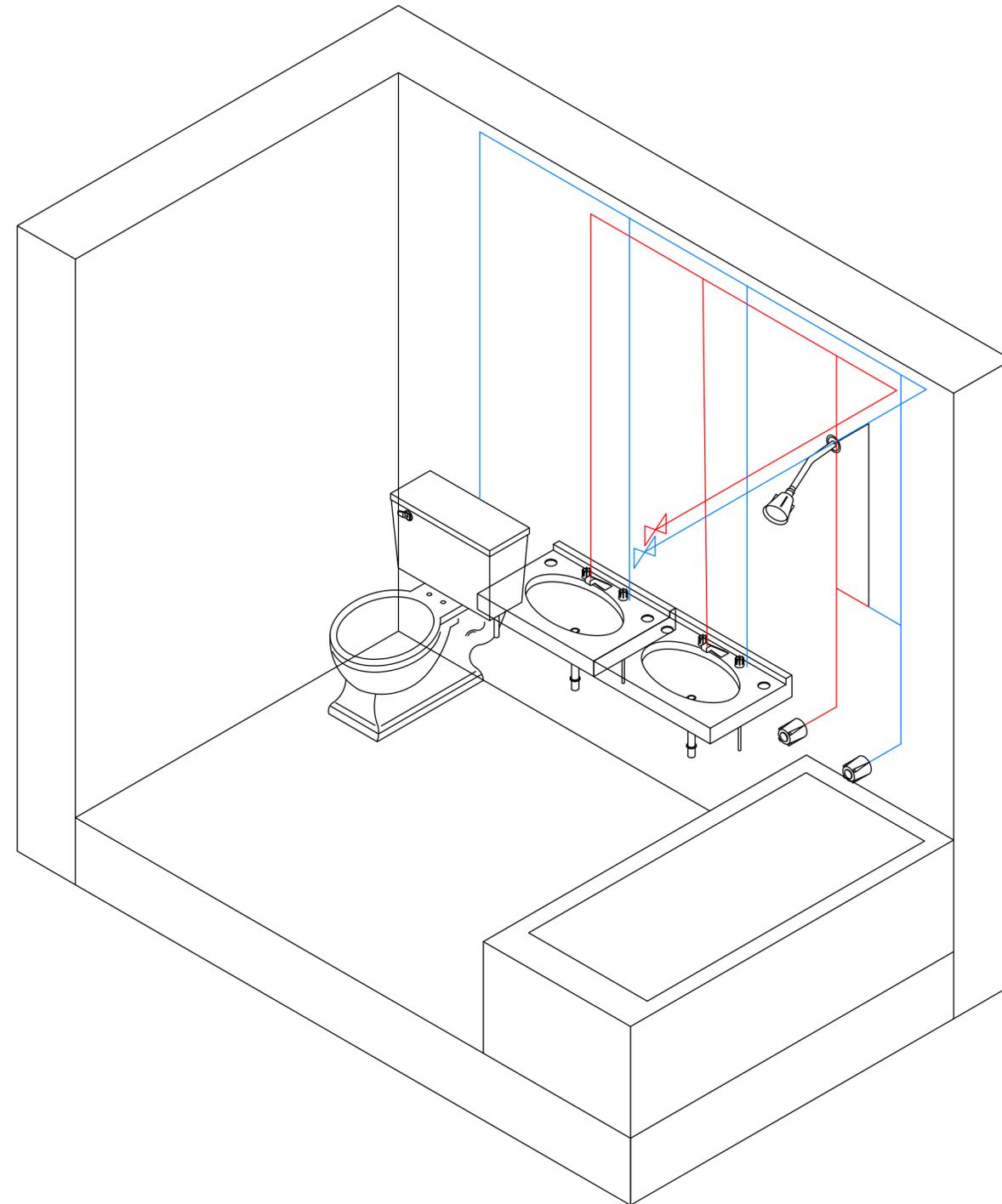


LEYENDA	
	ACOMETIDA SUMINISTRO AGUA
	LLAVE DE TOMA EN CARGA
	GRIFO DE COMPROBACIÓN
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	VÁLVULA DE CORTE
	VÁLVULA DE SEGURIDAD
	VÁLVULA DE FLOTADOR
	VÁLVULA DE VACIADO
	VÁLVULA MOTORIZADA
	VÁLVULA REDUCTORA
	VÁLVULA DE CORTE GENERAL
	INTERACUMULADOR
	ALJIBE CON SONDA DE NIVEL
	CALDERA ELÉCTRICA
	MANÓMETRO
	TRANSDUCTOR DE PRESIÓN
	DESAGÜE
	CONTADOR
	FILTRO
	BOMBA IMPULSORA
	CALDERÍN
	GRIFO AGUA FRÍA
	GRIFO ACS
	MONTANTE AF
	MONTANTE ACS
	BAJANTE ACS
	BAJANTE RETORNO ACS
	AF PRODUCCIÓN ACS
	RED DE SUMINISTRO DE AF
	RED DE SUMINISTRO DE ACS
	RED DE RETORNO DE ACS



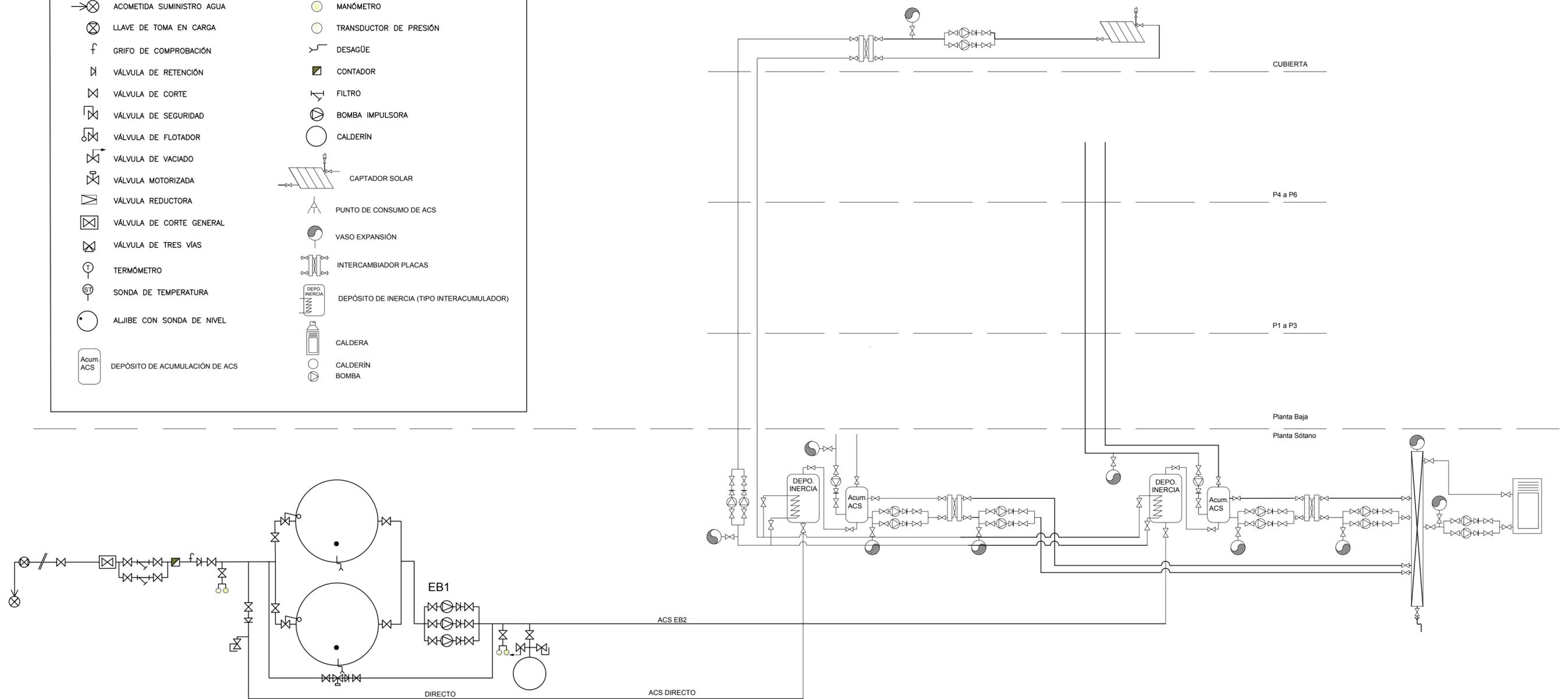
LEYENDA

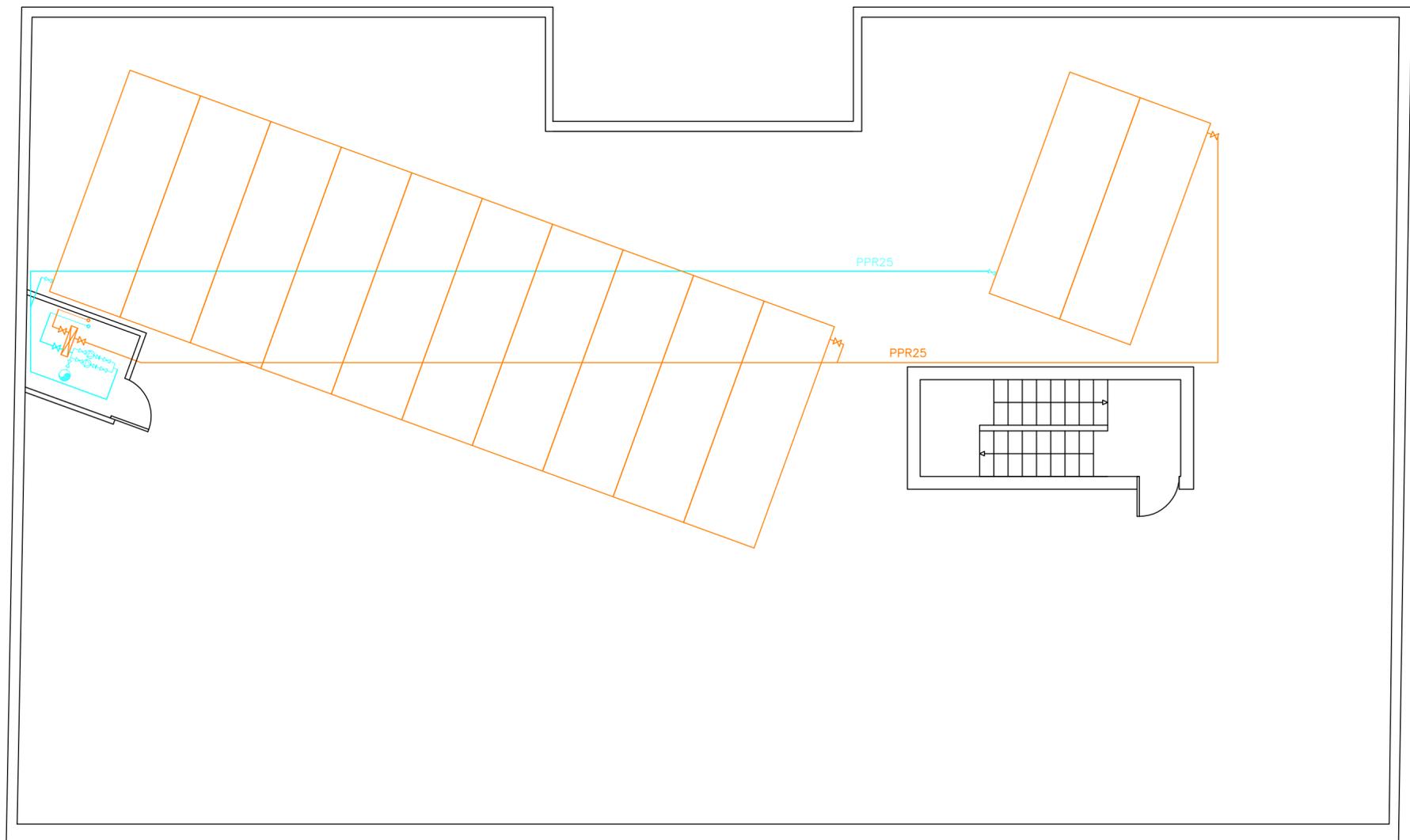
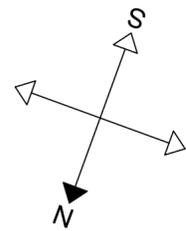
- | | | | |
|--|---------------------------|--------------------------|------------------------|
| | ACOMETIDA SUMINISTRO AGUA | | MANÓMETRO |
| | LLAVE DE TOMA EN CARGA | | TRANSDUCTOR DE PRESIÓN |
| | GRIFO DE COMPROBACIÓN | | DESAGÜE |
| | VÁLVULA DE RETENCIÓN | | CONTADOR |
| | VÁLVULA DE CORTE | | FILTRO |
| | VÁLVULA DE SEGURIDAD | | BOMBA IMPULSORA |
| | VÁLVULA DE FLOTADOR | | CALDERÍN |
| | VÁLVULA DE VACIADO | | GRIFO AGUA FRÍA |
| | VÁLVULA MOTORIZADA | | GRIFO ACS |
| | VÁLVULA REDUCTORA | | MONTANTE AF |
| | VÁLVULA DE CORTE GENERAL | | MONTANTE ACS |
| | INTERACUMULADOR | | BAJANTE ACS |
| | ALJIBE CON Sonda DE NIVEL | | BAJANTE RETORNO ACS |
| | CALDERA ELÉCTRICA | | AF PRODUCCIÓN ACS |
| | | RED DE SUMINISTRO DE AF | |
| | | RED DE SUMINISTRO DE ACS | |
| | | RED DE RETORNO DE ACS | |



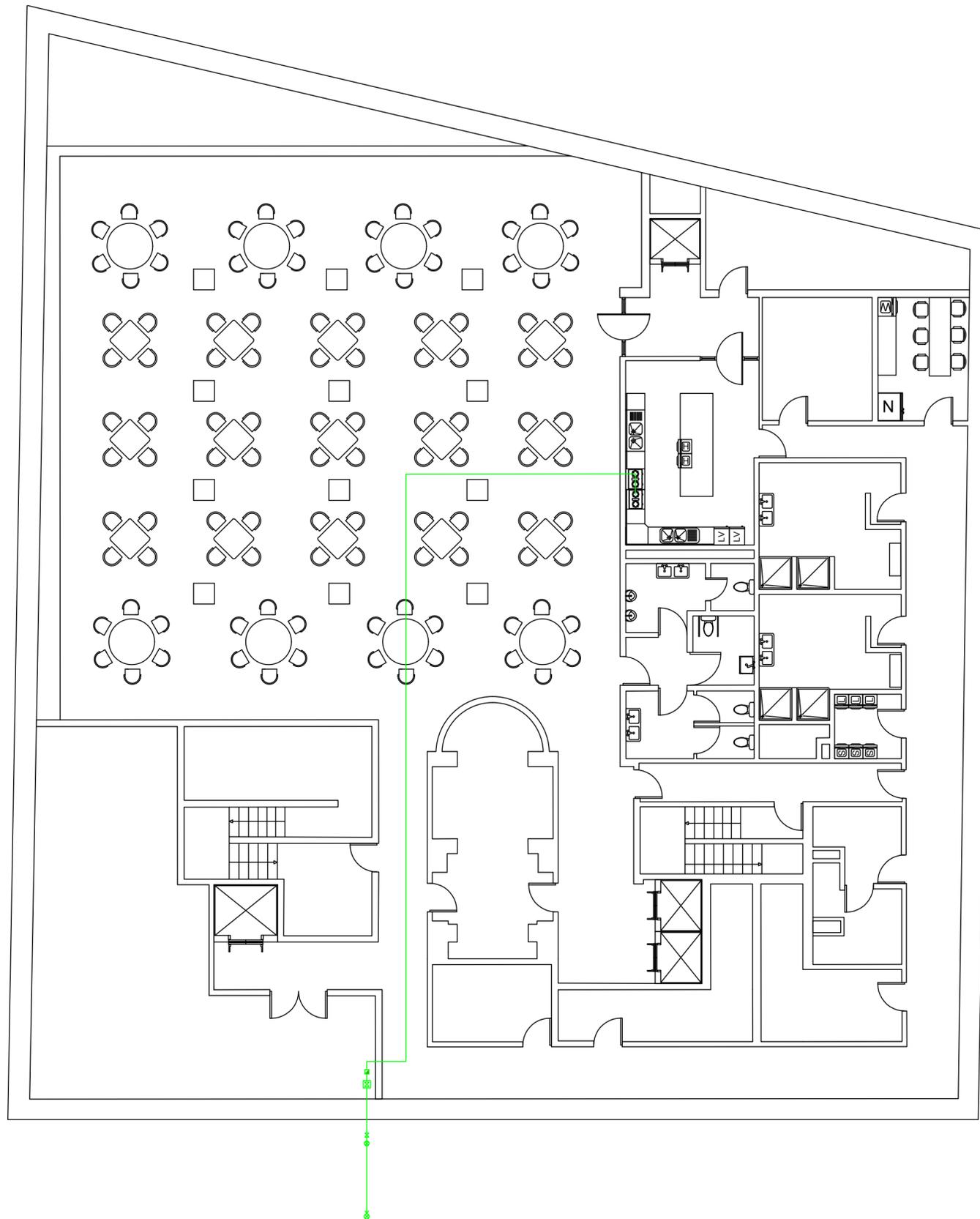
LEYENDA

	ACOMETIDA SUMINISTRO AGUA		MANÓMETRO
	LLAVE DE TOMA EN CARGA		TRANSDUCTOR DE PRESIÓN
	GRIFO DE COMPROBACIÓN		DESAGÜE
	VÁLVULA DE RETENCIÓN		CONTADOR
	VÁLVULA DE CORTE		FILTRO
	VÁLVULA DE SEGURIDAD		BOMBA IMPULSORA
	VÁLVULA DE FLOTADOR		CALDERÍN
	VÁLVULA DE VACIADO		CAPTADOR SOLAR
	VÁLVULA MOTORIZADA		PUNTO DE CONSUMO DE ACS
	VÁLVULA REDUCTORA		VASO EXPANSIÓN
	VÁLVULA DE CORTE GENERAL		INTERCAMBIADOR PLACAS
	VÁLVULA DE TRES VÍAS		DEPÓSITO DE INERCIA (TIPO INTERACUMULADOR)
	TERMÓMETRO		CALDERA
	SONDA DE TEMPERATURA		CALDERÍN
	ALJIBE CON Sonda DE NIVEL		BOMBA
	DEPÓSITO DE ACUMULACIÓN DE ACS		



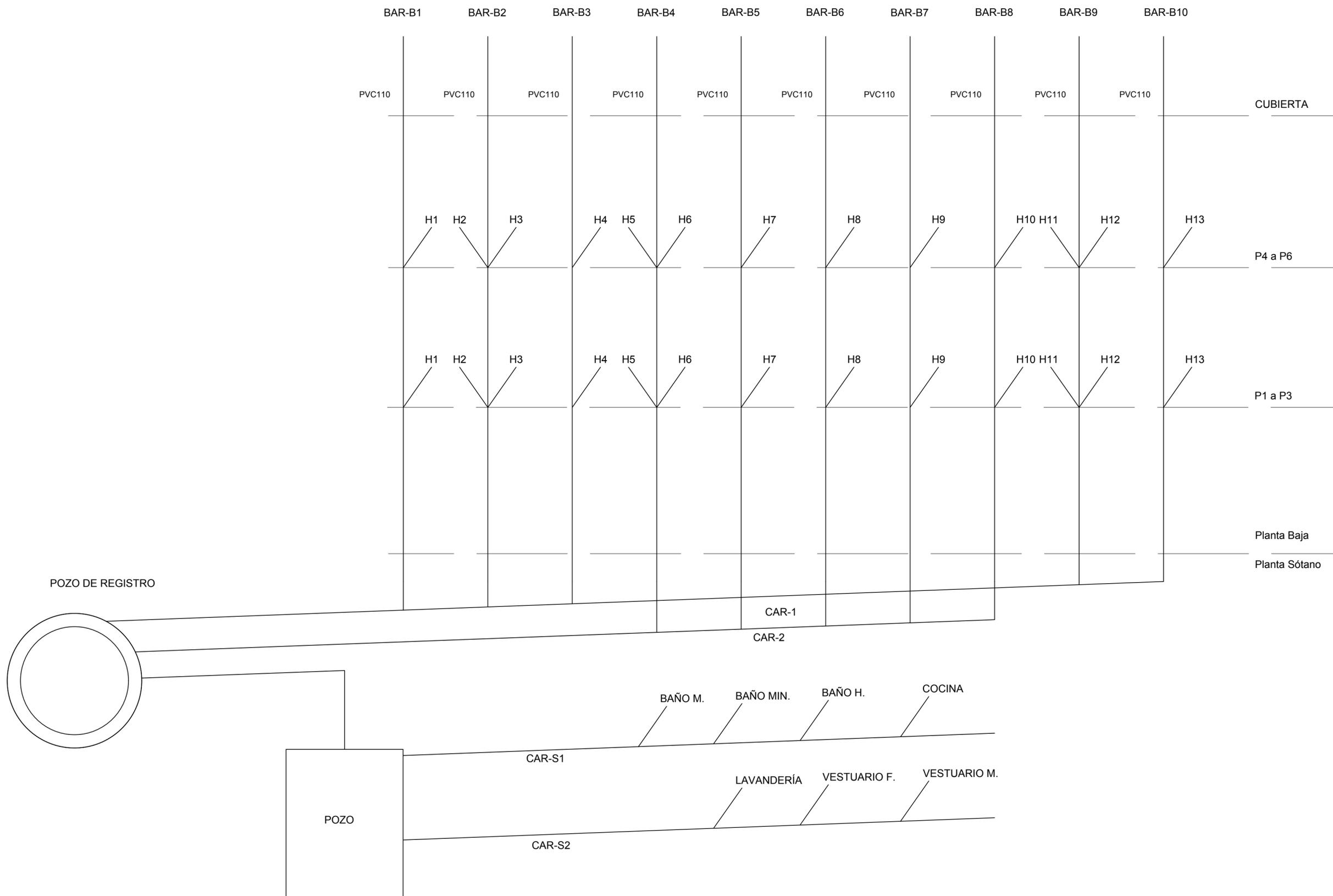


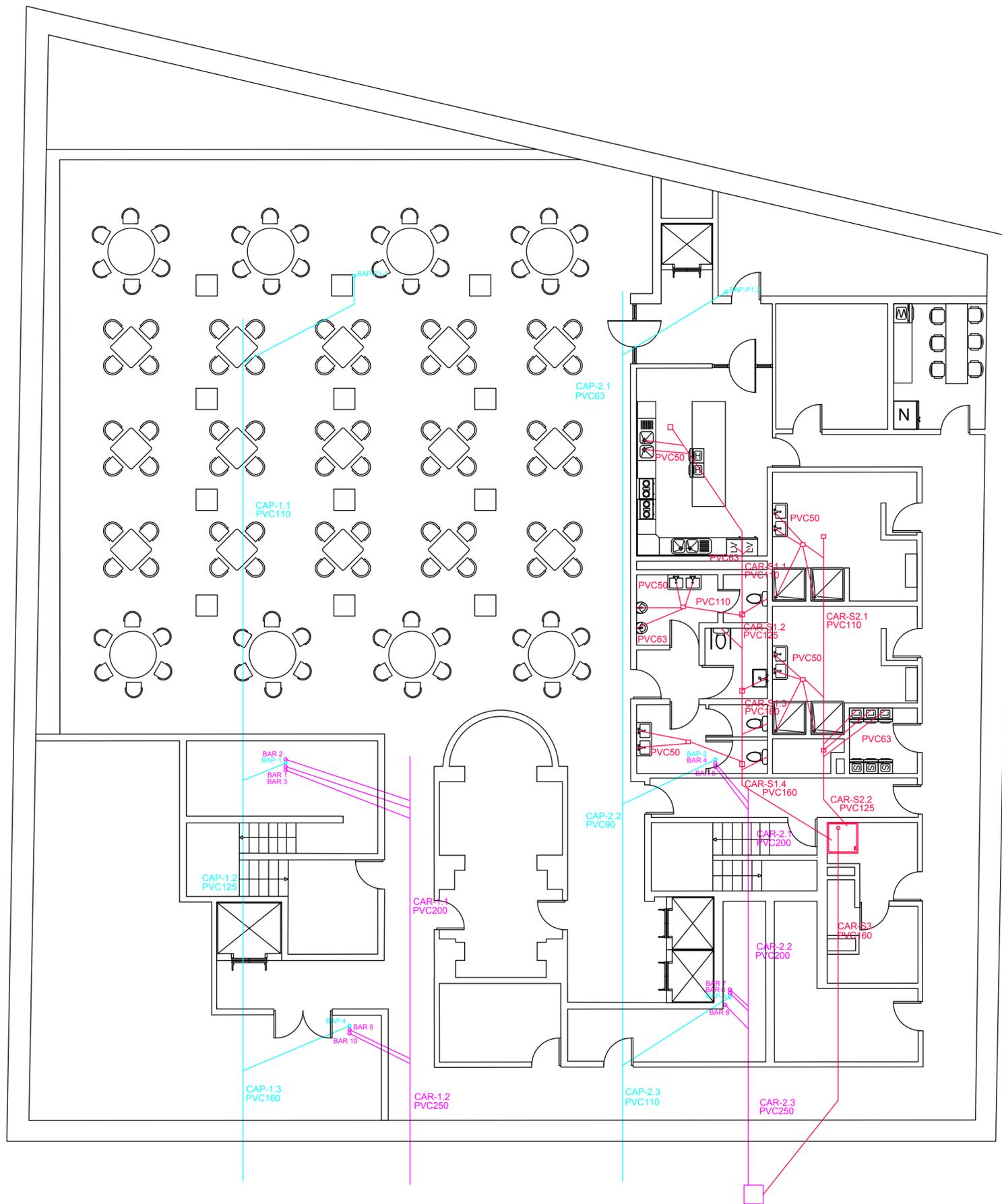
LEYENDA	
	ACOMETIDA SUMINISTRO AGUA
	LLAVE DE TOMA EN CARGA
	GRIFO DE COMPROBACIÓN
	VÁLVULA DE RETENCIÓN
	VÁLVULA DE CORTE
	VÁLVULA DE SEGURIDAD
	VÁLVULA DE FLOTADOR
	VÁLVULA DE VACIADO
	VÁLVULA MOTORIZADA
	VÁLVULA REDUCTORA
	VÁLVULA DE CORTE GENERAL
	INTERACUMULADOR
	ALJIBE CON Sonda DE NIVEL
	CALDERA
	MANÓMETRO
	TRANSDUCTOR DE PRESIÓN
	DESAGÜE
	CONTADOR
	FILTRO
	BOMBA IMPULSORA
	CALDERÍN
	GRIFO AGUA FRÍA
	GRIFO ACS
	MONTANTE AF
	MONTANTE ACS
	BAJANTE ACS
	BAJANTE RETORNO ACS
	AF PRODUCCIÓN ACS
	RED DE SUMINISTRO DE AF
	RED DE SUMINISTRO DE ACS
	RED DE RETORNO DE ACS



LEYENDA

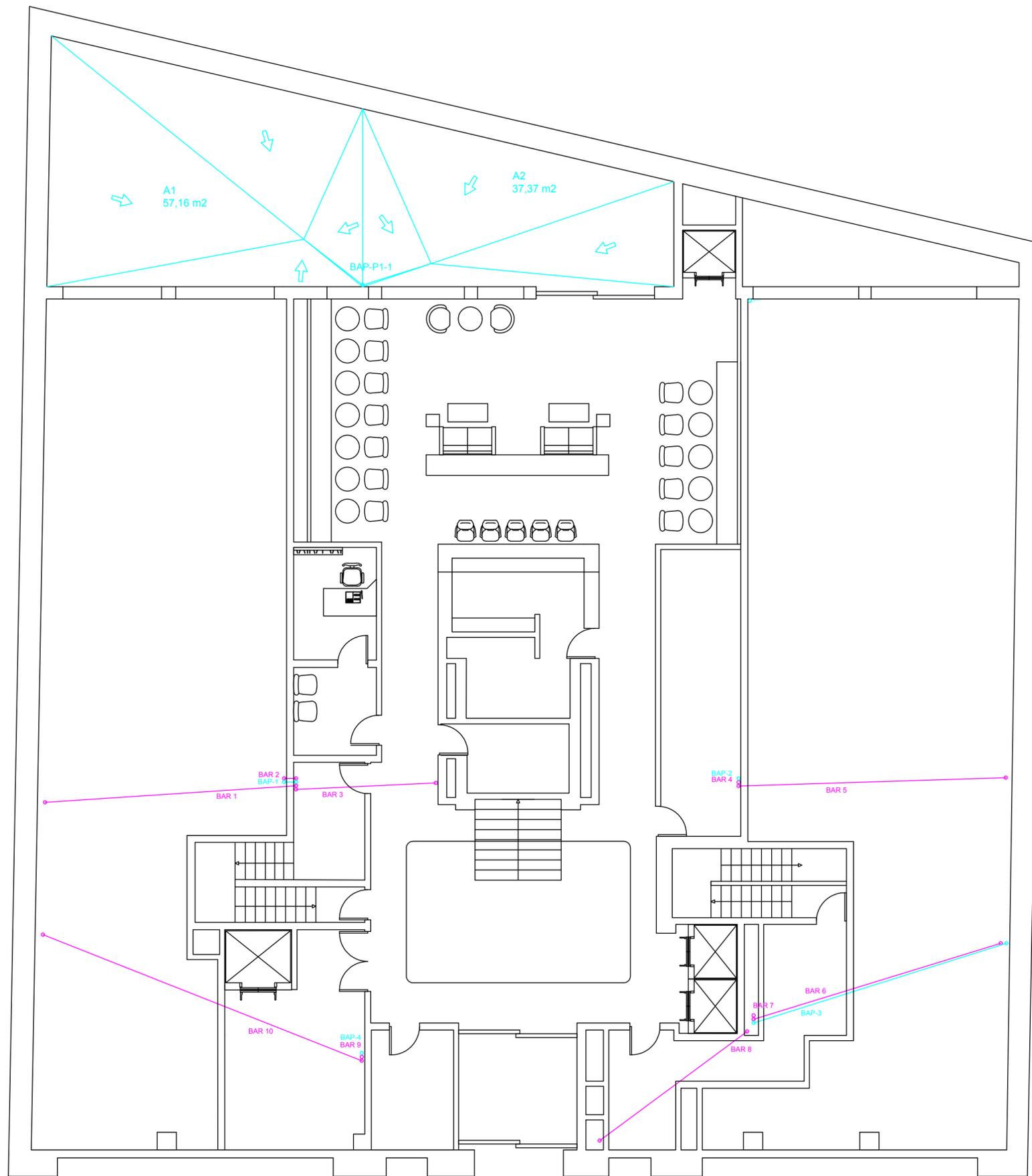
⊗	LLAVE DE TOMA EN CARGA
■	CONTADOR GENERAL
⊗	VÁLVULA DE CORTE
⊗	VÁLVULA DE CORTE GENERAL
—	INSTALACIÓN DE GAS





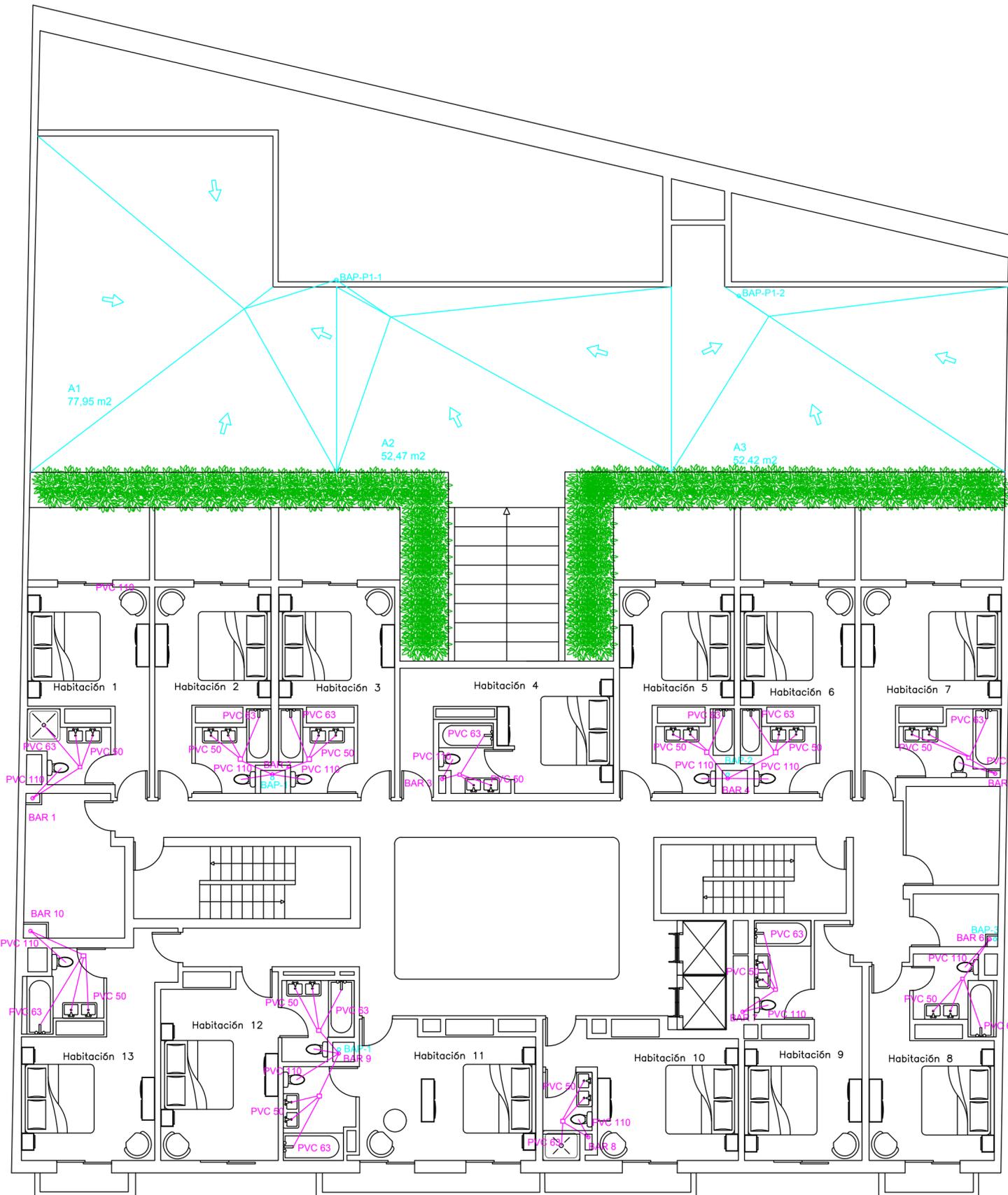
LEYENDA

	RED DE EVACUACIÓN AGUAS RESIDUALES
	RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES
	RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PS
	POZO DE EVACUACIÓN
	ARQUETA

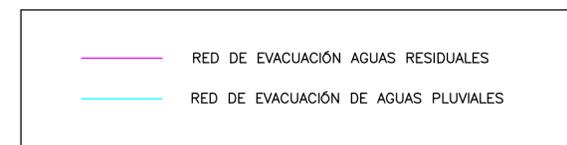


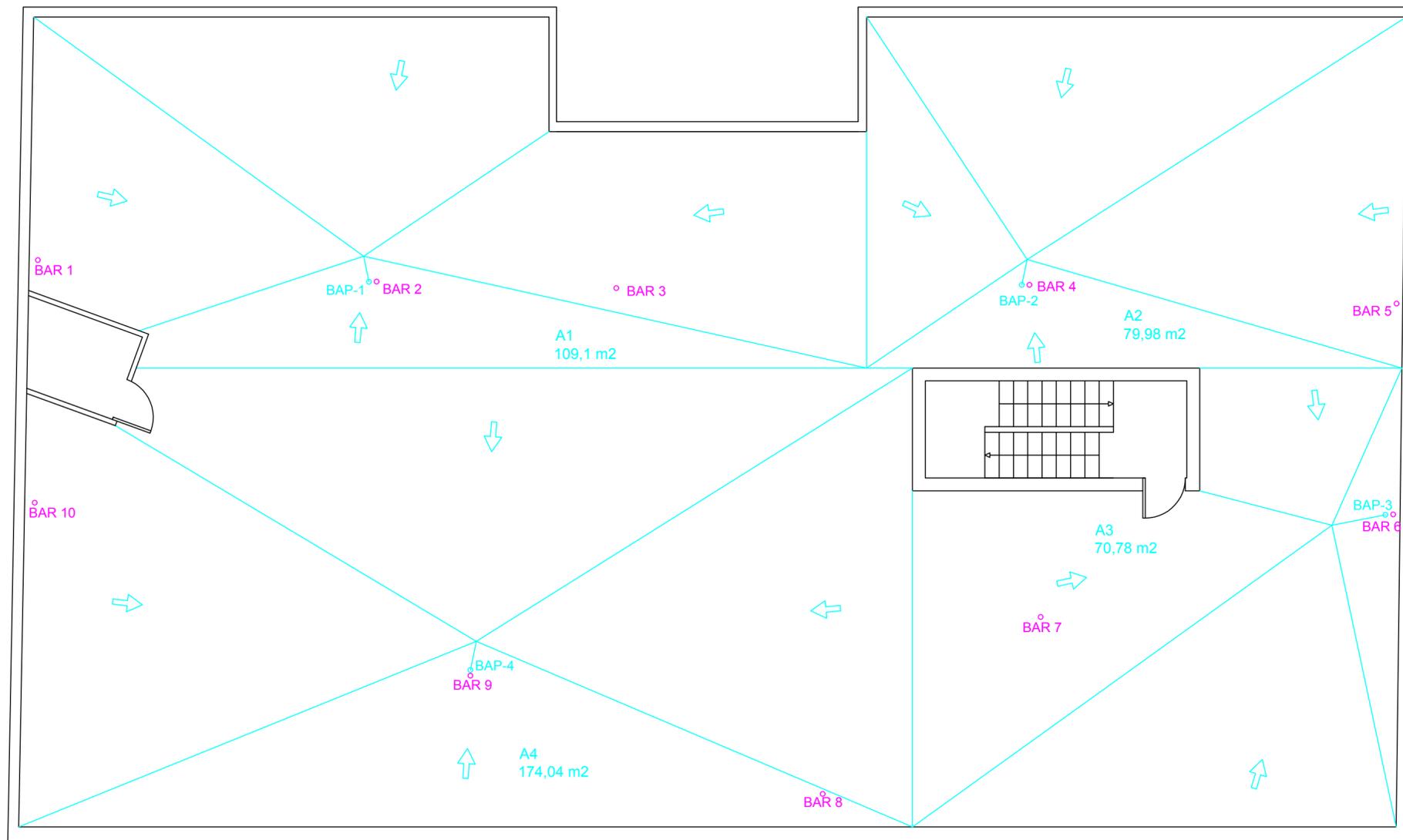
LEYENDA

	RED DE EVACUACIÓN AGUAS RESIDUALES
	RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES



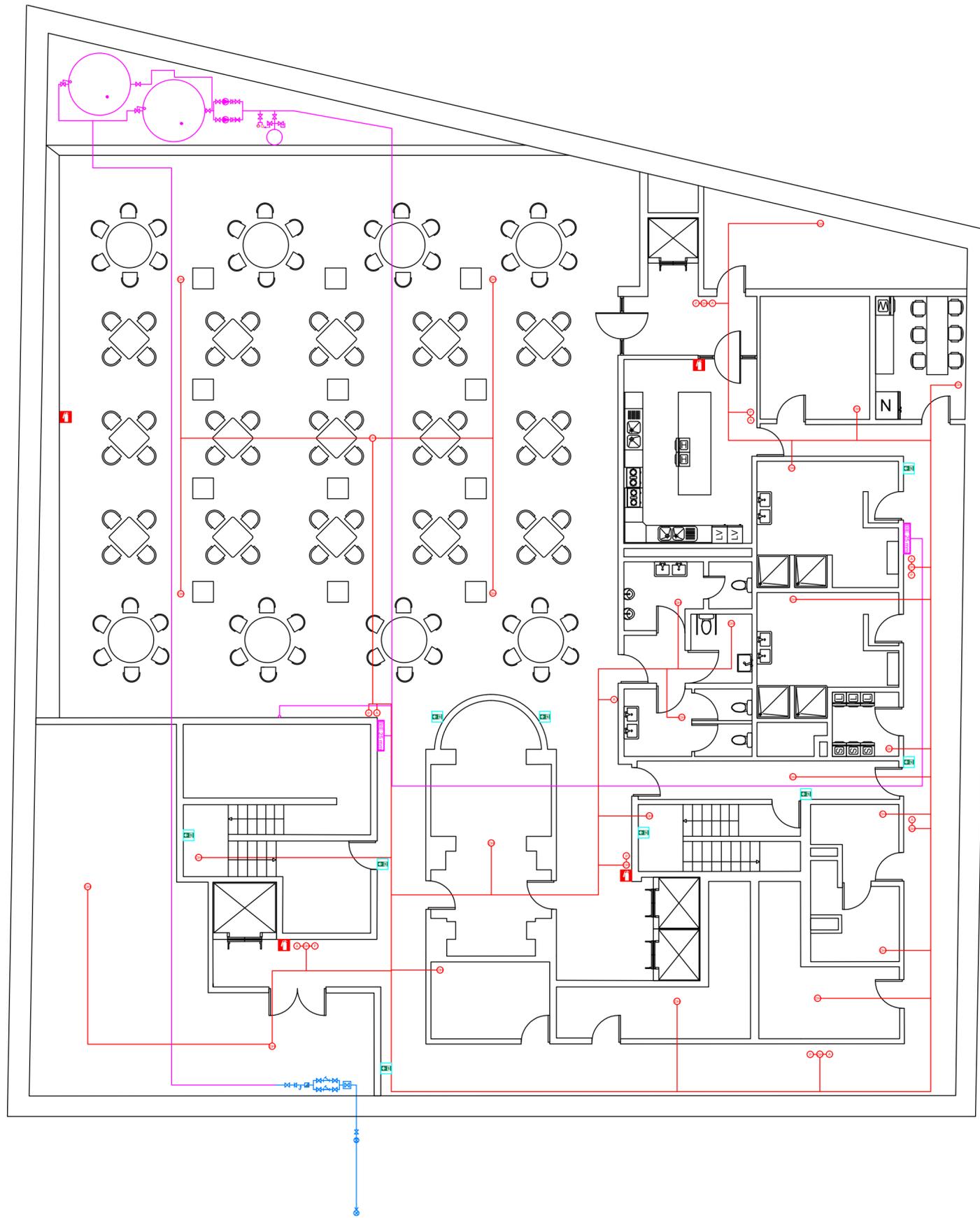
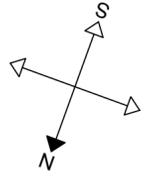
LEYENDA





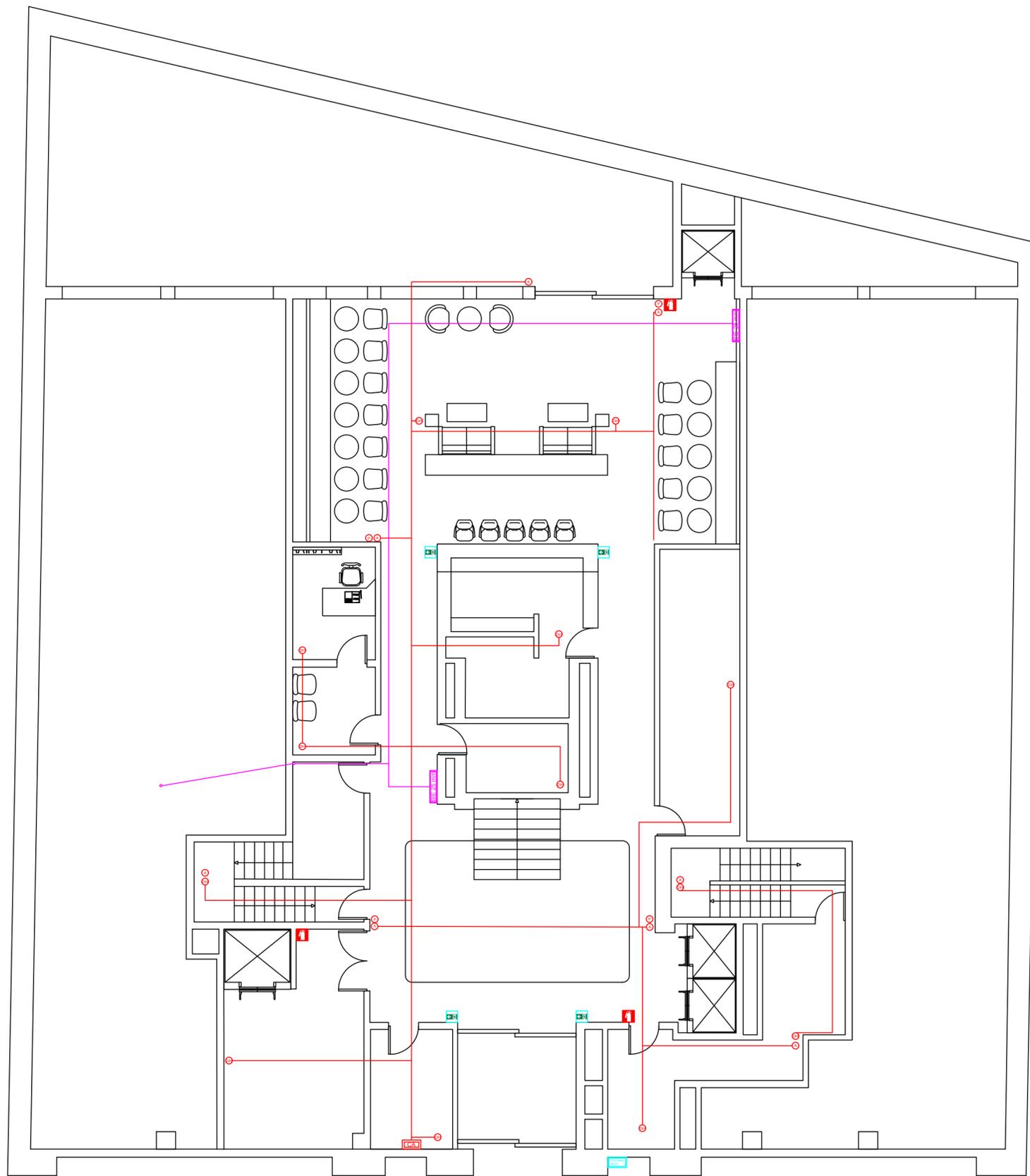
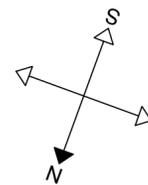
LEYENDA

	RED DE EVACUACIÓN AGUAS RESIDUALES
	RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES



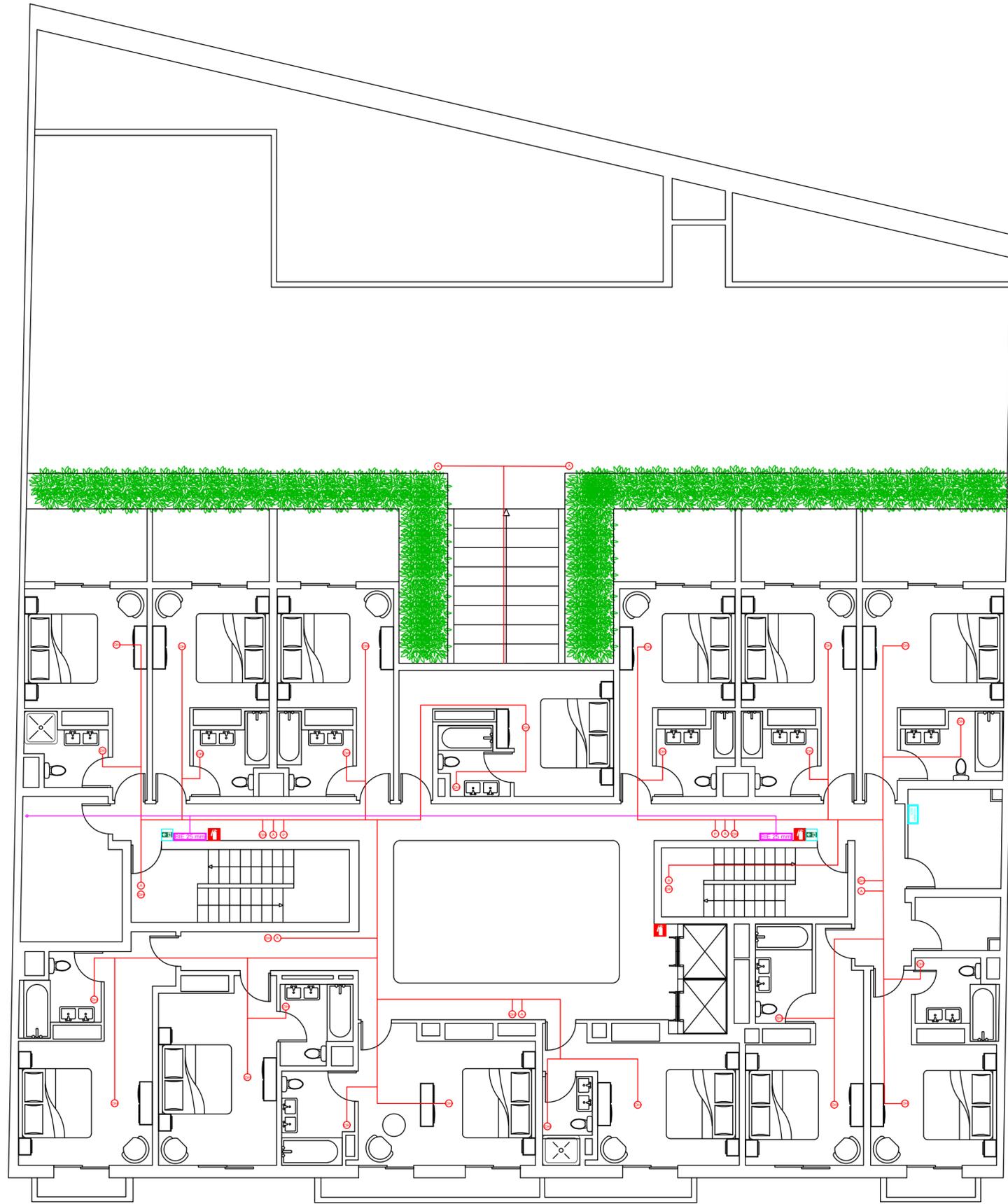
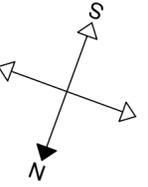
LEYENDA

	RED GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		MANÓMETRO
	LLAVE DE TOMA EN CARGA		TRANSDUCTOR
	GRIFO DE COMPROBACIÓN		DESAGÜE
	VÁLVULA DE RETENCIÓN		CONTADOR GENERAL
	VÁLVULA DE CORTE		FILTRO
	VÁLVULA DE SEGURIDAD		BOMBA IMPULSORA
	VÁLVULA DE FLOTADOR		CALDERÍN
	VÁLVULA DE VACIADO		ANTIARIETE
	VÁLVULA MOTORIZADA		VÁLVULA VENTOSA
	VÁLVULA DE CORTE GENERAL		ALJIBE CON Sonda DE NIVEL
	PULSADOR INCENDIOS		EXTINTOR
	DETECTOR DE HUMO		SALIDA DE EMERGENCIA
	ALARMA		CIRCUITO BIE



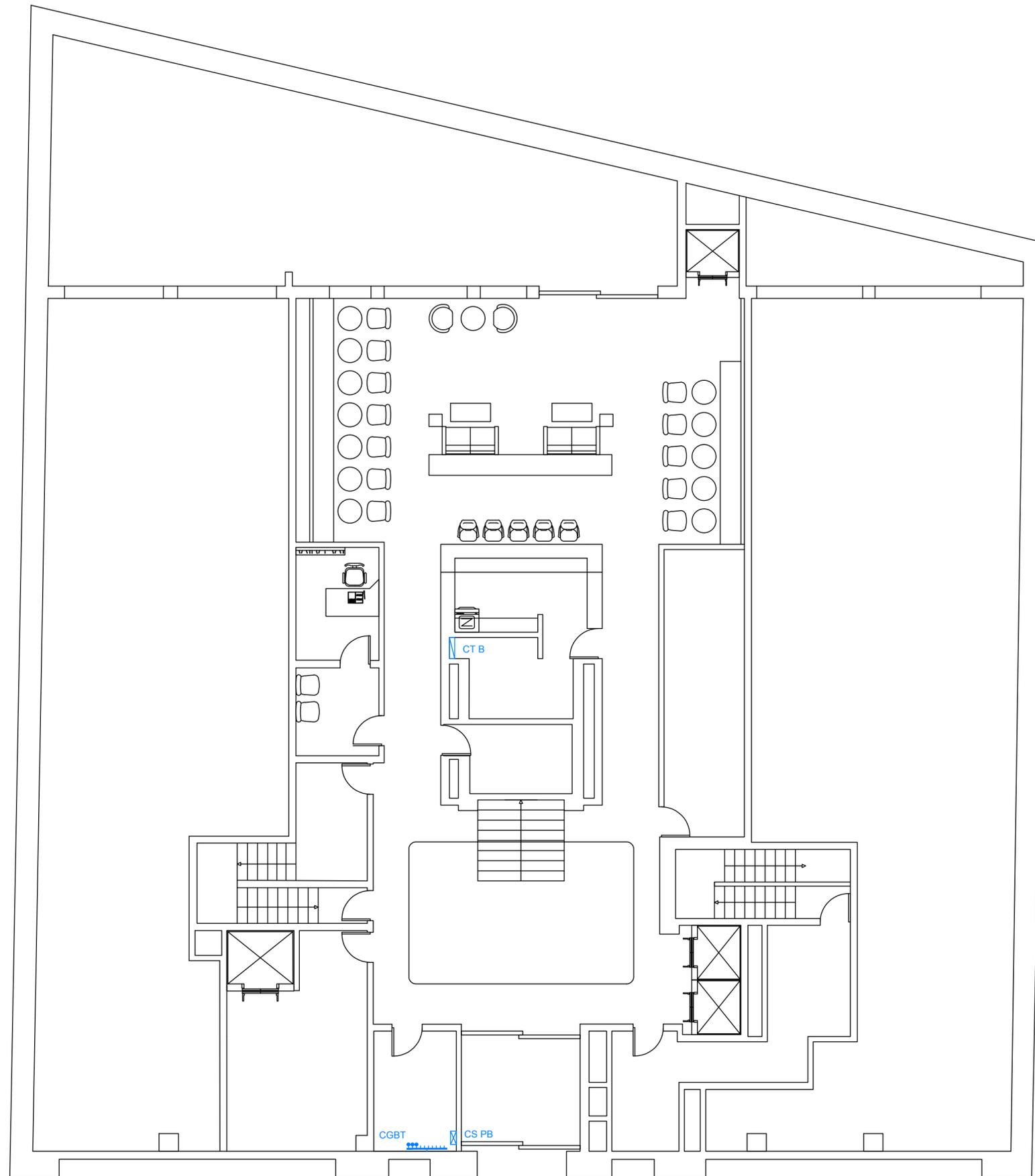
LEYENDA

- | | | | |
|---|-----------------------------|---|---------------------------|
| ⊙ | RED GENERAL DE DISTRIBUCIÓN | ⊙ | MANÓMETRO |
| ⊗ | LLAVE DE TOMA EN CARGA | ⊙ | TRANSDUCTOR |
| f | GRIFO DE COMPROBACIÓN | ⌞ | DESAGÜE |
| ⌞ | VÁLVULA DE RETENCIÓN | ▣ | CONTADOR GENERAL |
| ⌞ | VÁLVULA DE CORTE | ⌞ | FILTRO |
| ⌞ | VÁLVULA DE SEGURIDAD | ⊙ | BOMBA IMPULSORA |
| ⌞ | VÁLVULA DE FLOTADOR | ● | CALDERÍN |
| ⌞ | VÁLVULA DE VACIADO | □ | ANTIARIETE |
| ⌞ | VÁLVULA MOTORIZADA | ▣ | VÁLVULA VENTOSA |
| ⌞ | VÁLVULA DE CORTE GENERAL | ⊙ | ALJIBE CON Sonda DE NIVEL |
| ⊙ | PULSADOR INCENDIOS | ☑ | EXTINTOR |
| ⊙ | DETECTOR DE HUMO | ⌞ | SALIDA DE EMERGENCIA |
| ⊙ | ALARMA | — | CIRCUITO BIE |



LEYENDA

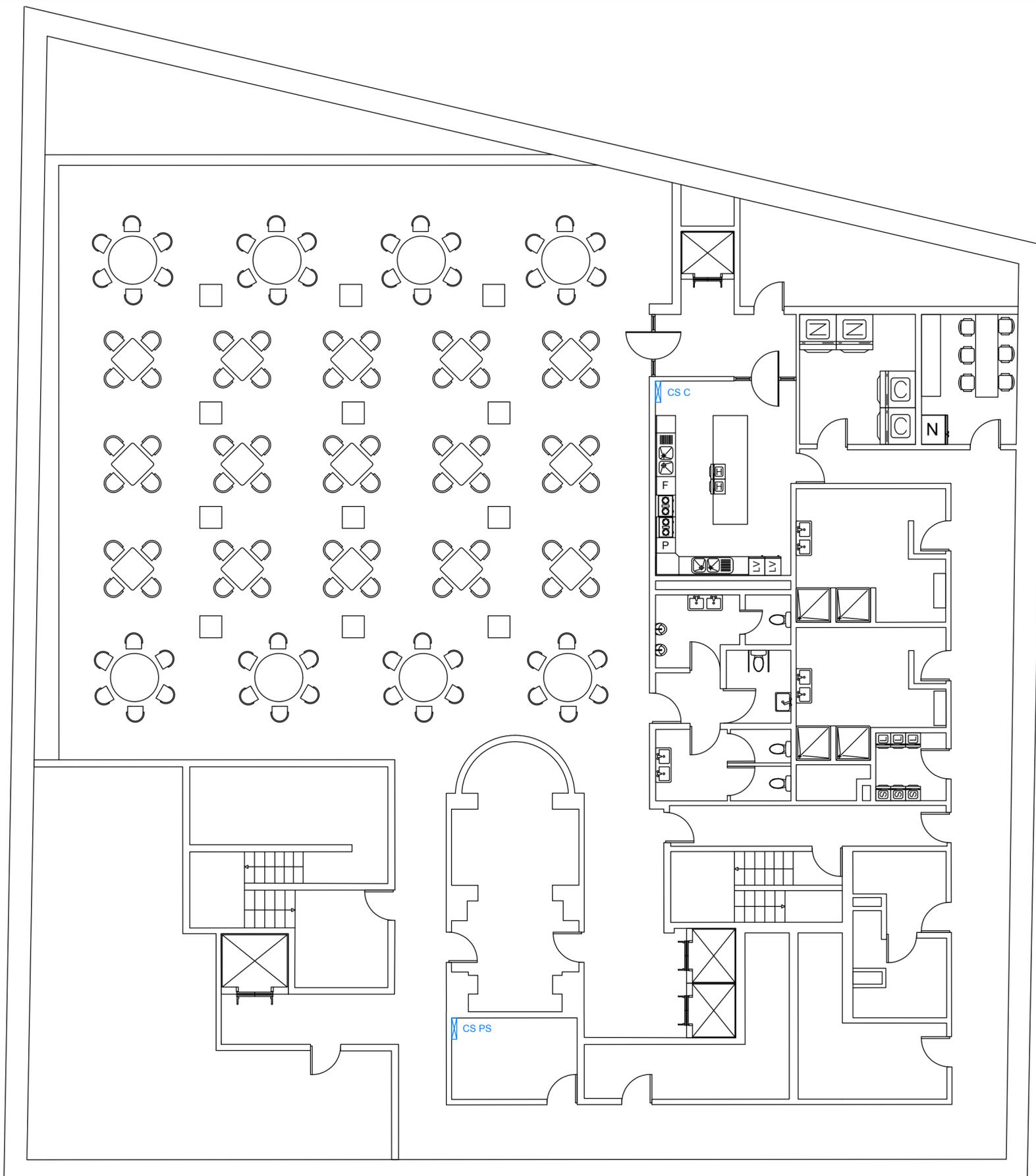
- | | | | |
|----|-----------------------------|---|---------------------------|
| ⊙ | RED GENERAL DE DISTRIBUCIÓN | ⊙ | MANÓMETRO |
| ⊗ | LLAVE DE TOMA EN CARGA | ⊙ | TRANSDUCTOR |
| f | GRIFO DE COMPROBACIÓN | ⌋ | DESAGÜE |
| ⌋ | VÁLVULA DE RETENCIÓN | ▣ | CONTADOR GENERAL |
| ⌋ | VÁLVULA DE CORTE | ⌋ | FILTRO |
| ⌋ | VÁLVULA DE SEGURIDAD | ⊙ | BOMBA IMPULSORA |
| ⌋ | VÁLVULA DE FLOTADOR | ● | CALDERÍN |
| ⌋ | VÁLVULA DE VACIADO | □ | ANTIARIETE |
| ⌋ | VÁLVULA MOTORIZADA | ▣ | VÁLVULA VENTOSA |
| ⌋ | VÁLVULA DE CORTE GENERAL | ⊙ | ALJIBE CON SONDA DE NIVEL |
| P | PULSADOR INCENDIOS | ⌋ | EXTINTOR |
| DH | DETECTOR DE HUMO | ⌋ | SALIDA DE EMERGENCIA |
| A | ALARMA | — | CIRCUITO BIE |



Leyenda

CGBT: Cuadro General de Baja Tensión
 CS PB: Cuadro Secundario Planta Baja
 CT B: Cuadro Secundario Bar

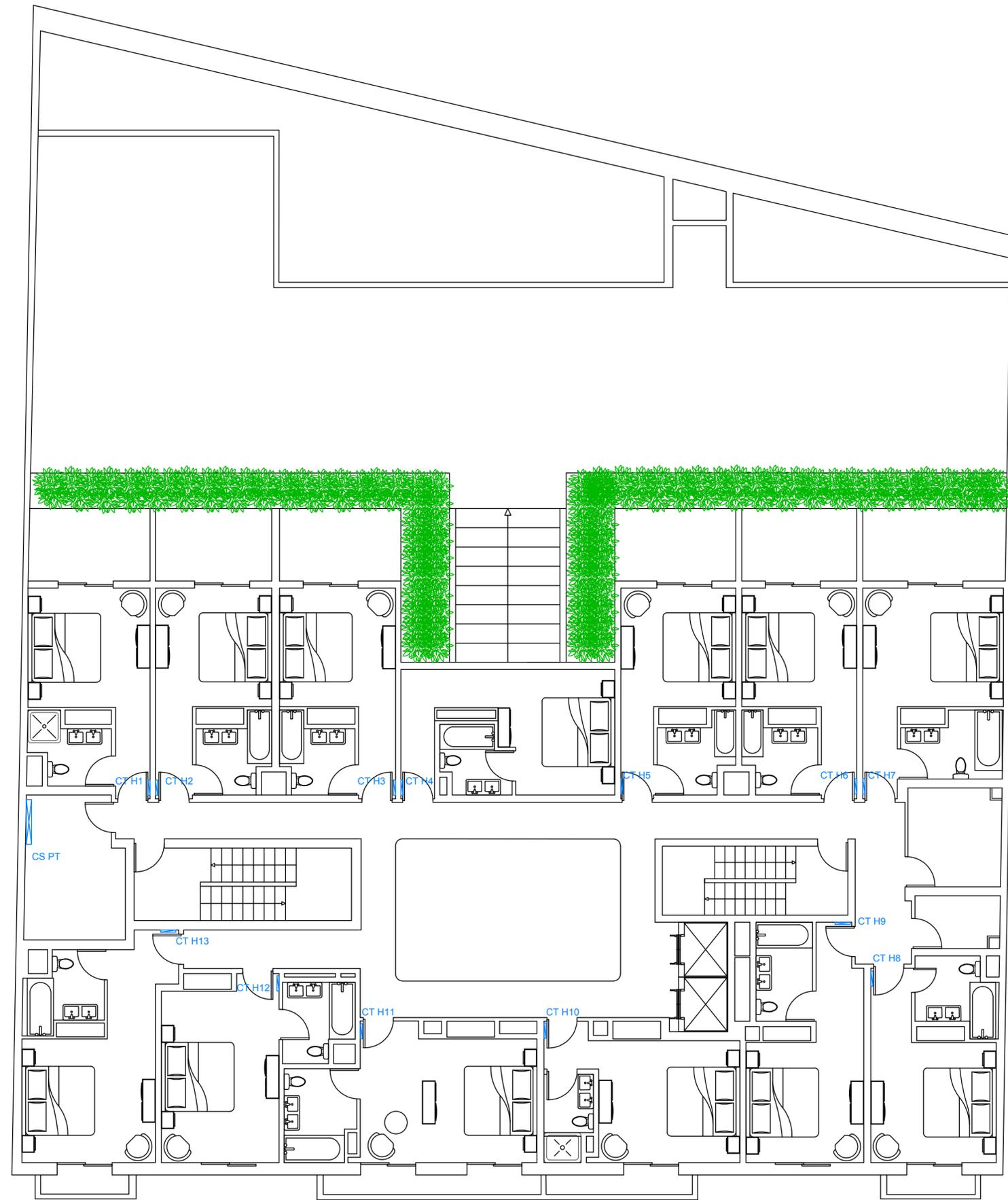
 Cuadro General Baja Tensión
 Cuadro Secundario
 Cuadro Terciario



Leyenda

CS PS: Cuadro Secundario Planta Sótano
 CS C: Cuadro Secundario Cocina

 Cuadro Secundario



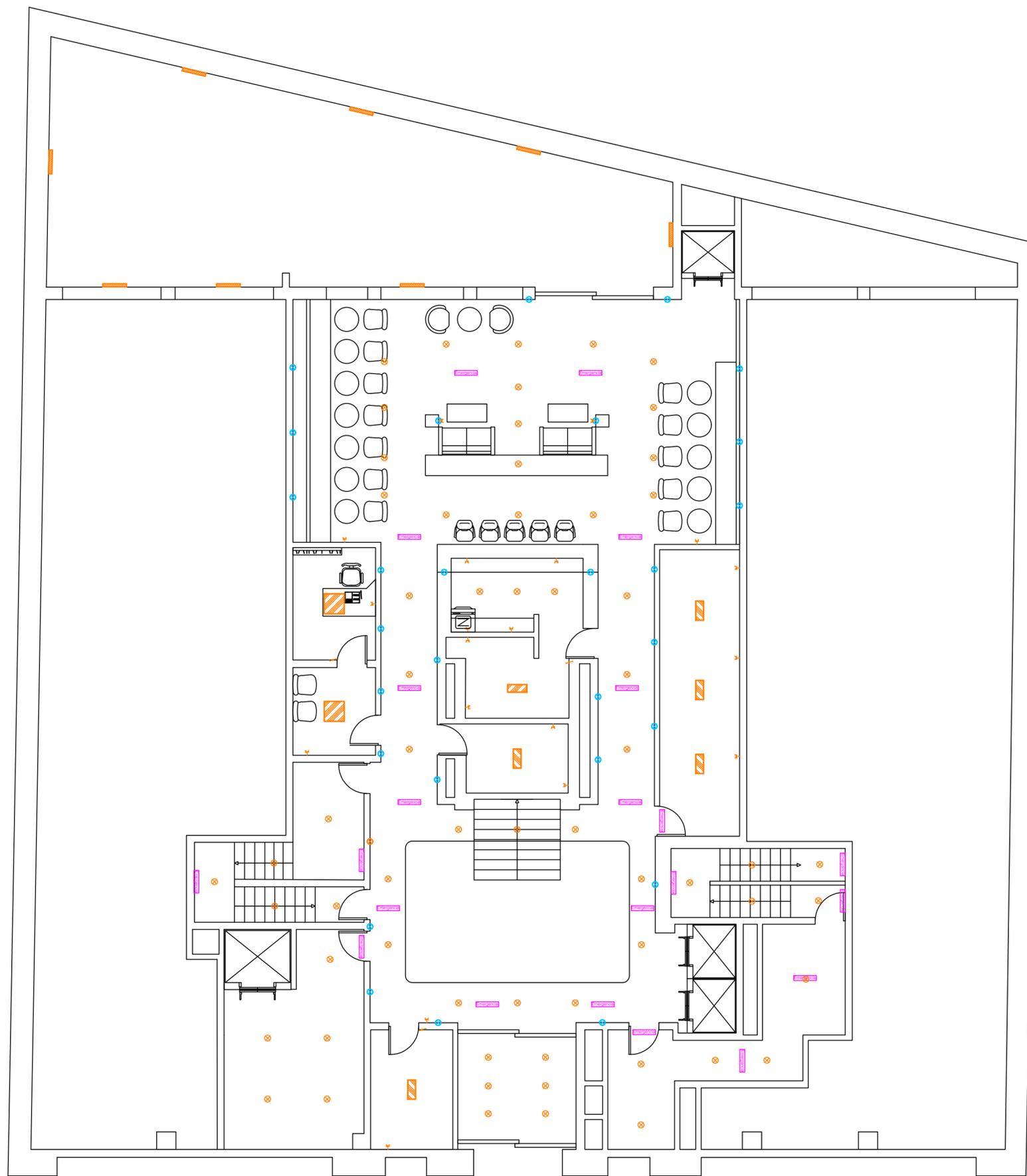
Leyenda

- CS PT: Cuadro Secundario Planta Tipo
 - CT H1: Cuadro terciario Habitación 1
 - CT H2: Cuadro terciario Habitación 2
 - CT H3: Cuadro terciario Habitación 3
 - CT H4: Cuadro terciario Habitación 4
 - CT H5: Cuadro terciario Habitación 5
 - CT H6: Cuadro terciario Habitación 6
 - CT H7: Cuadro terciario Habitación 7
 - CT H8: Cuadro terciario Habitación 8
 - CT H9: Cuadro terciario Habitación 9
 - CT H10: Cuadro terciario Habitación 10
 - CT H11: Cuadro terciario Habitación 11
 - CT H12: Cuadro terciario Habitación 12
 - CT H13: Cuadro terciario Habitación 13
-  Cuadro Secundario
 Cuadro Terciario



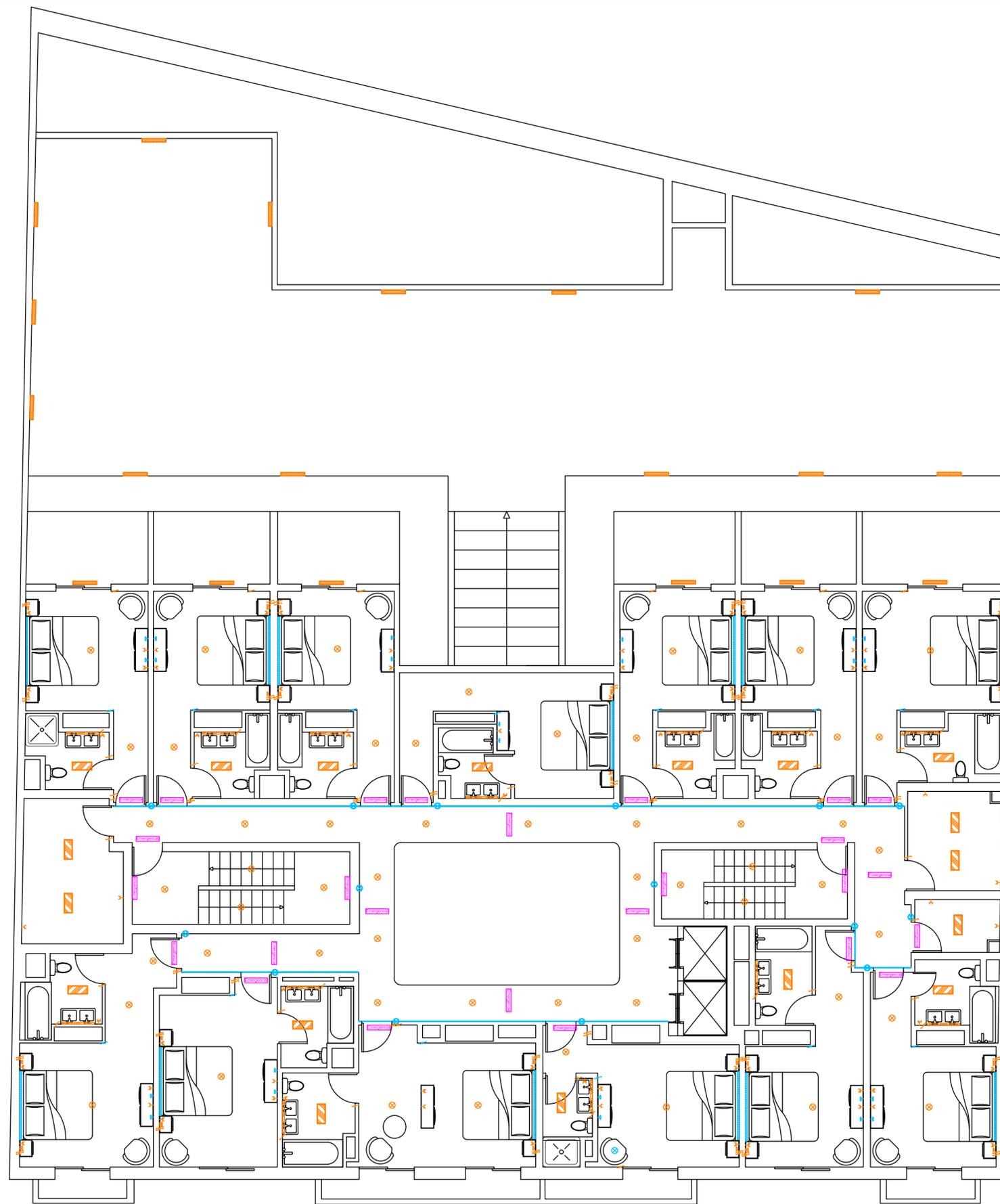
Leyenda

	Toma de corriente doble
	Spot iluminación general
	Plafón iluminación general
	Alumbrado emergencia
	Iluminación ambiente
	Conmutador



Leyenda

	Toma de corriente doble
	Spot iluminación general
	Plafón iluminación general
	Alumbrado emergencia
	Iluminación ambiente
	Conmutador

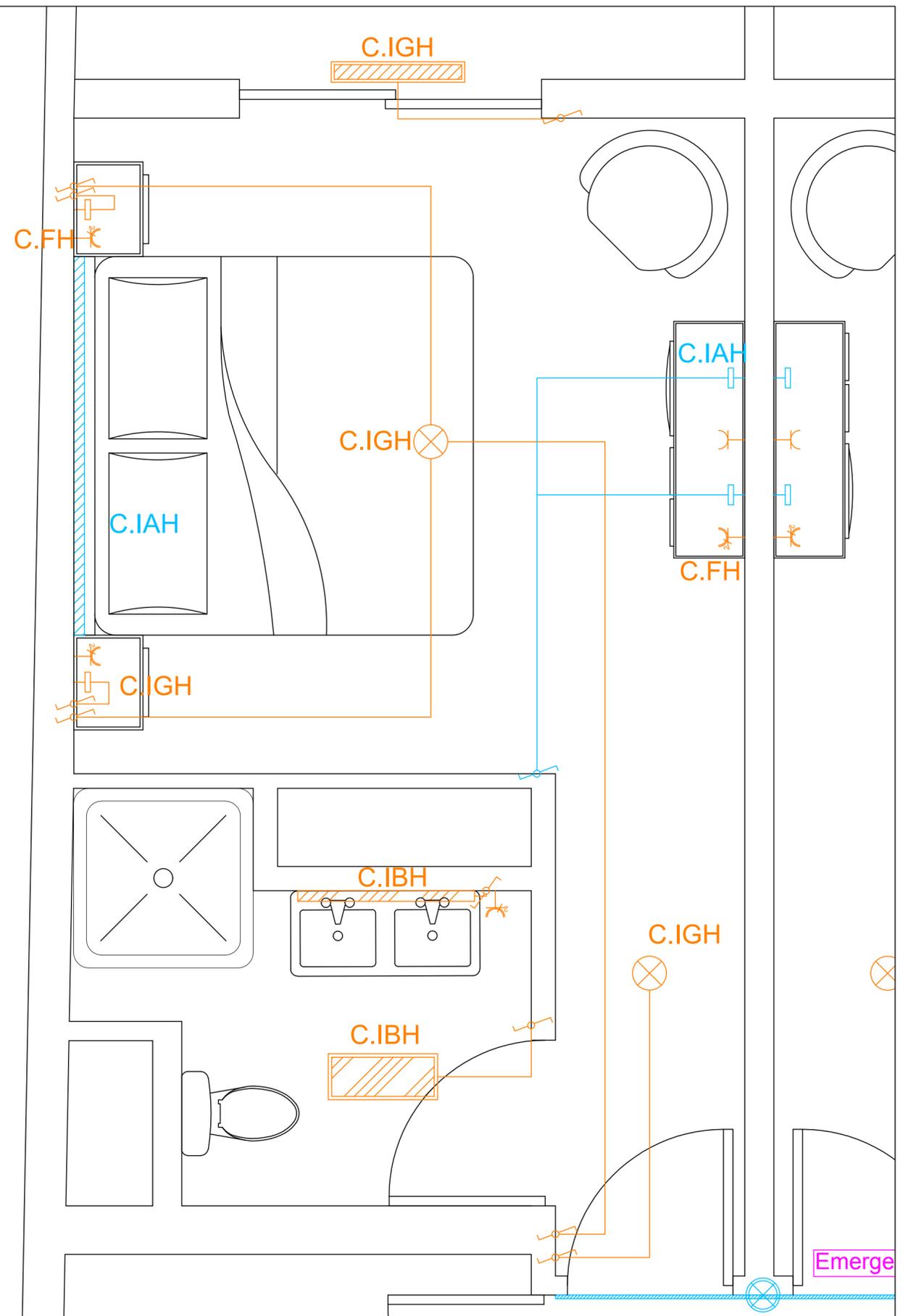


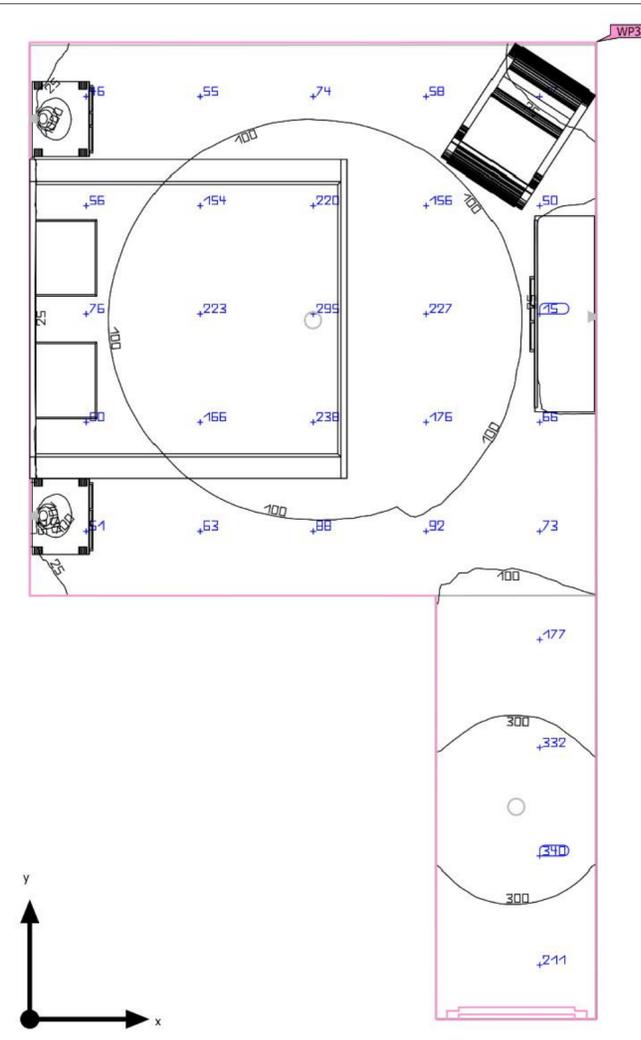
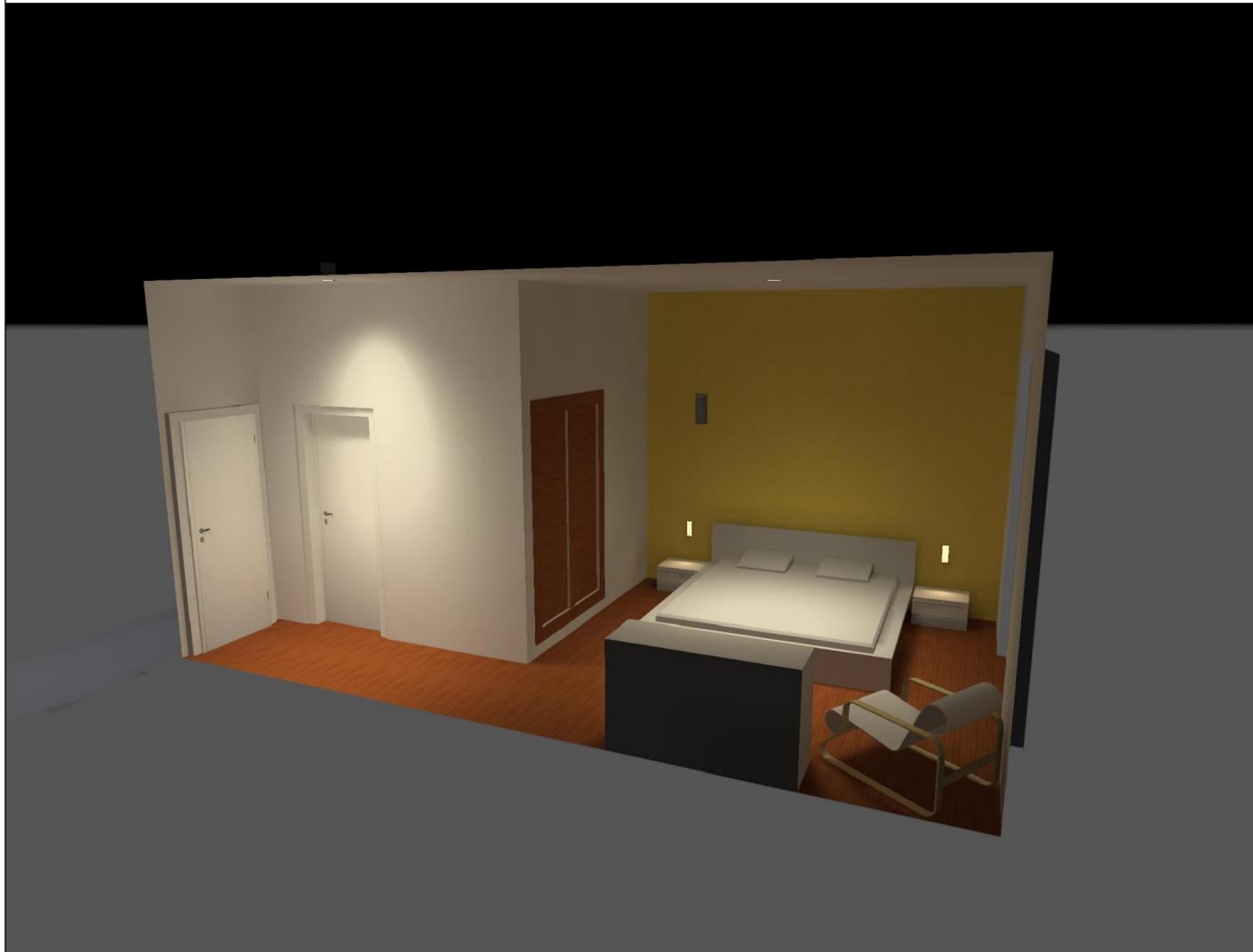
Leyenda

	Toma de corriente doble
	Spot iluminación general
	Plafón iluminación general
	Alumbrado emergencia
	Iluminación ambiente
	Conmutador
	Aplique pared
	Tira led iluminación ambiente
	Espejo con iluminación

Leyenda

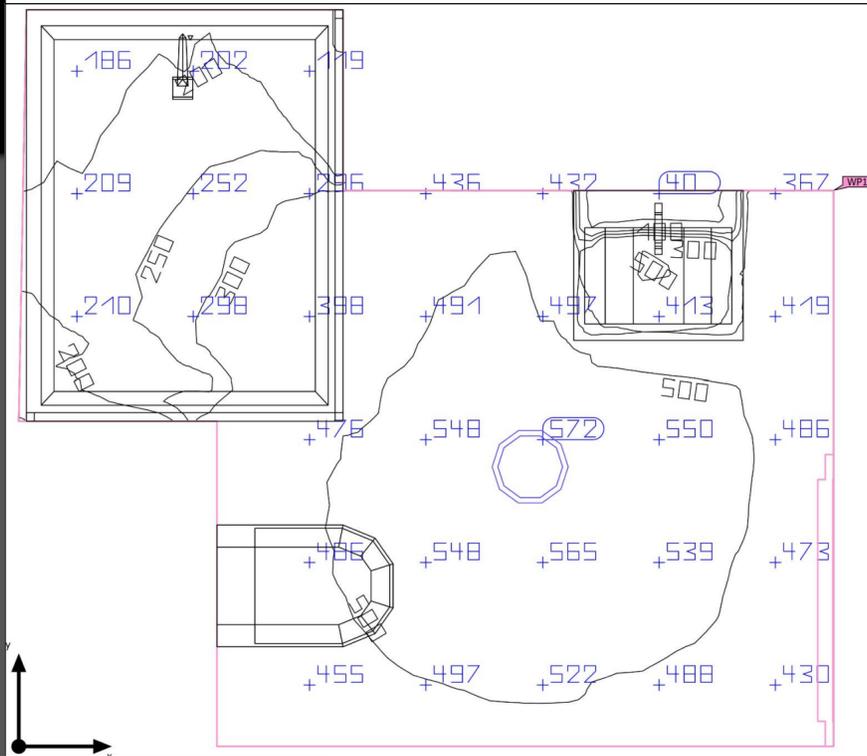
	Toma de corriente doble
	Spot iluminación general
	Plafón iluminación general
	Alumbrado emergencia
	Iluminación ambiente
	Conmutador
	Aplique pared
	Tira led iluminación ambiente
	Espejo con iluminación
C.IGH	C. iluminación hab.
C.IBH	C.iluminación baño
C.IAH	C.iluminación ambiente
C.FH	C. fuerza habitación
C.FB	C. fuerza baño





Arkosligh - WALLY W/O EQ 4000K N		Endo Lighting - Fixed Downlight	
			
Nº de artículo	A3530002N	Nº de artículo	SXD1099B_SX109N
P	3.0 W	P	18.6 W
Φ Lámpara	390 lm	Φ Lámpara	2094 lm
Φ Luminaria	23 lm	Φ Luminaria	1545 lm
η	6.00 %	η	73.79 %
Rendimiento lumínico	7.8 lm/W	Rendimiento lumínico	83.1 lm/W
CCT	4000 K	CCT	5000 K
CRI	90	CRI	92

Resultados					
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Perpendicular	138 lx	≥ 100 lx	✓	WP35

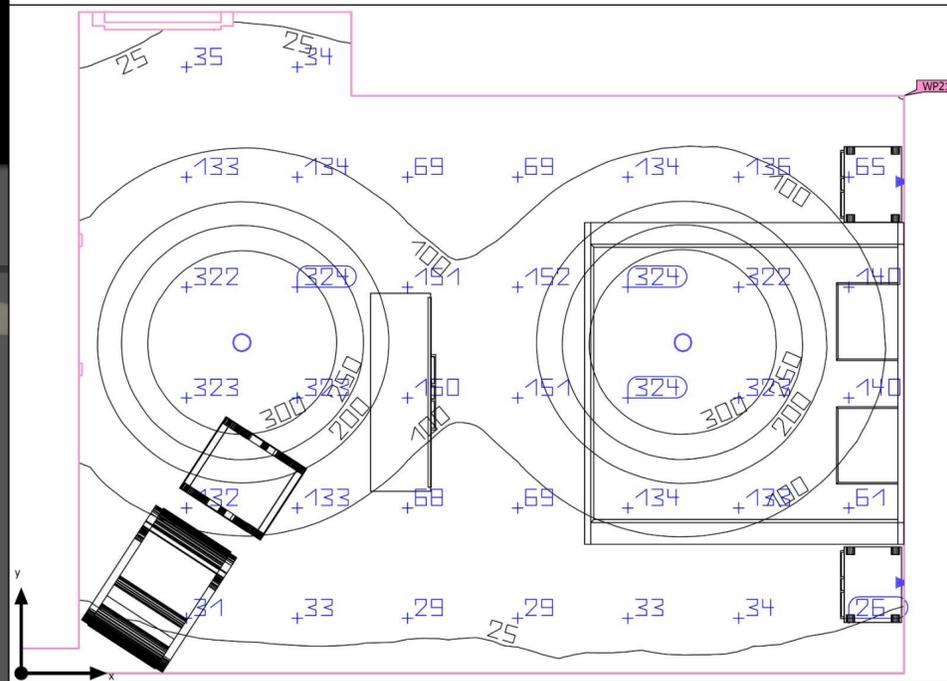


Aura Light - Safie RE D228 OP 2000 DALI White C4L-3m



Nº de artículo	60618902020
P	19.0 W
ΦLuminaria	1930 lm
Rendimiento lumínico	101.6 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

Resultados				
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación Índice
Plano útil	E _{perpendicular}	407 lx	≥ 200 lx	✓ WP1

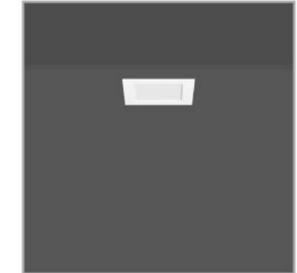


Arkosligh - WALLY W/O EQ 4000K N		Endo Lighting - Fixed Downlight	
Nº de artículo	A353002N	Nº de artículo	SXD1099B_SX109N
P	3.0 W	P	18.6 W
Φ Lámpara	390 lm	Φ Lámpara	2094 lm
Φ Luminaria	23 lm	Φ Luminaria	1545 lm
η	6.00 %	η	73.79 %
Rendimiento lumínico	7.8 lm/W	Rendimiento lumínico	83.1 lm/W
CCT	4000 K	CCT	5000 K
CRI	90	CRI	92

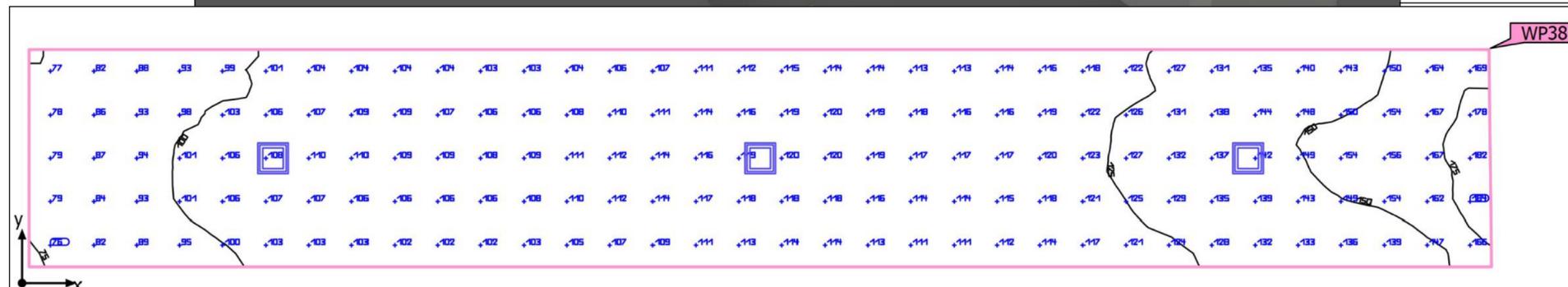
Resultados					
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	Perpendicular	134 lx	≥ 100 lx	✓	WP21



RZB - TOLEDO FLAT+ square

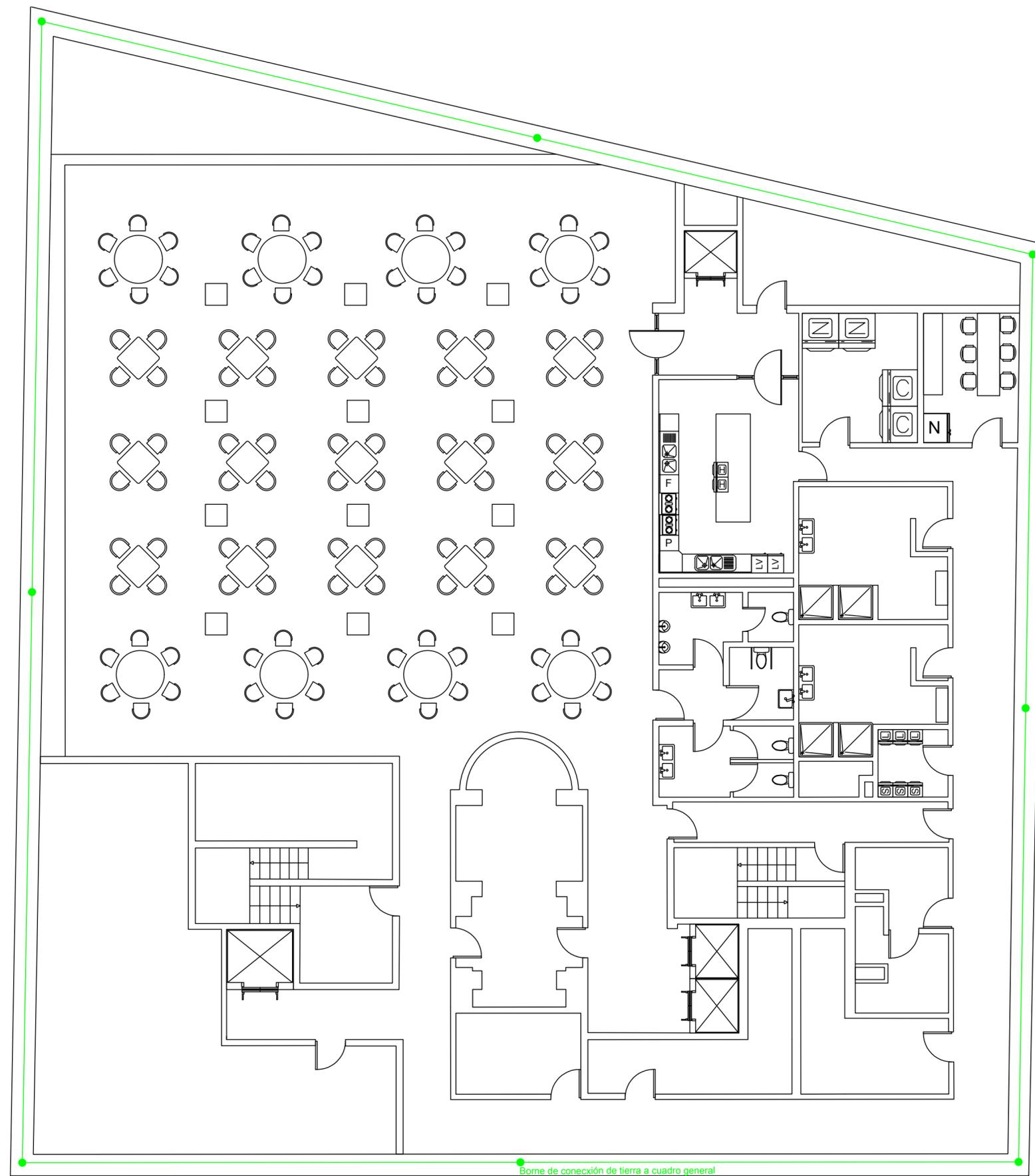


Nº de artículo	901814.002.2.76
P	10.0 W
Φ Lámpara	960 lm
Φ Luminaria	960 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	96.0 lm/W
CCT	6500 K
CRI	80



Resultados

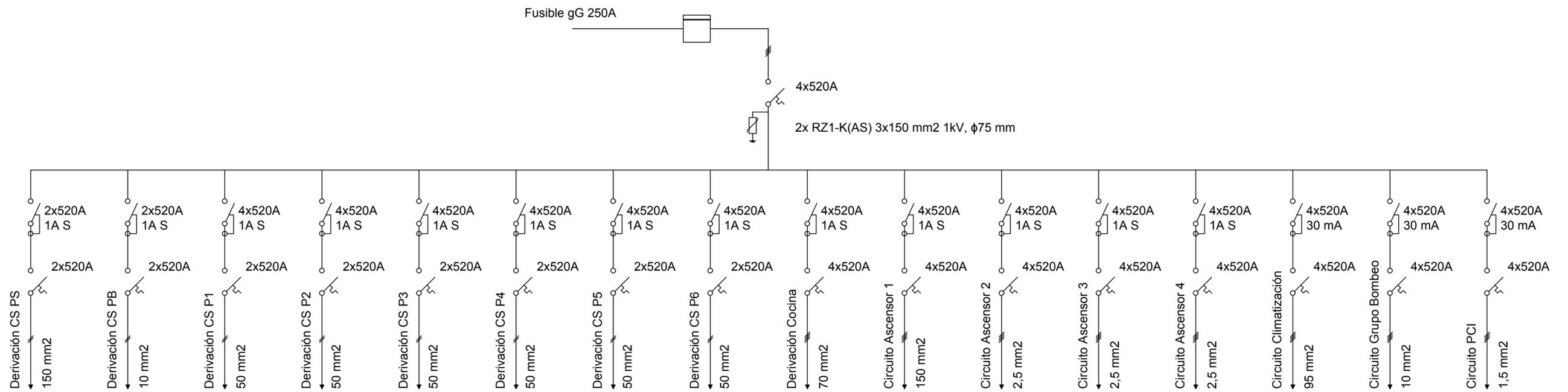
	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación	Índice
Plano útil	$E_{\text{perpendicular}}$	117 lx	≥ 100 lx	✓	WP38

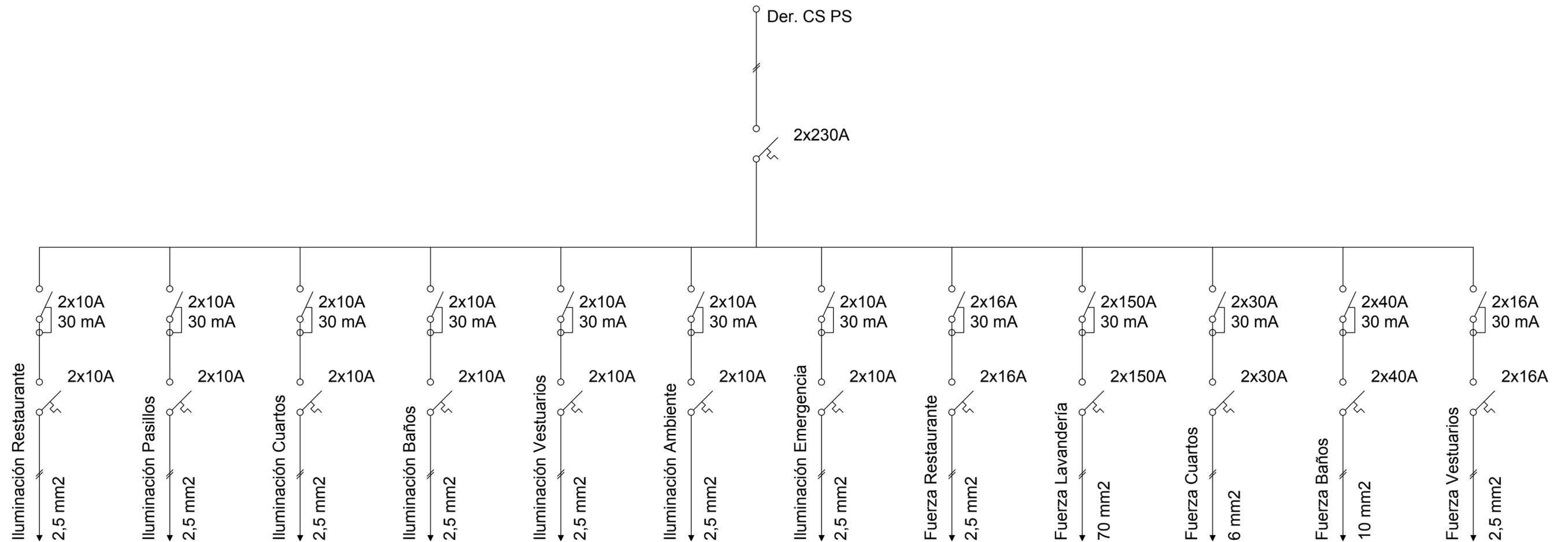


Leyenda

- Pica L = 2m, 16mm diámetro
- Cable cobre desnudo 35 mm²

Borne de conexión de tierra a cuadro general





A

