ÍNDICE.

1.- INSTALACIÓN DE FONTANERÍA. 2
1.1.- Introducción..... 2
1.2.- Reglamentación específica. 3
1.3.- Elementos de la instalación..... 4
1.4.- Método aplicado. 6
1.4.1.- Cálculo de los caudales. 9
1.4.1.1.- Proceso industrial..... 9
1.4.1.2.- Edificio Social..... 10
1.4.1.3.- Resumen de consumos 12
1.4.2.- Cálculo de los diámetros. 12
1.4.3.- Instalación de suministro de agua caliente. 19
1.4.3.1.- Calentador. 20
1.5.- Selección del grupo de presión. 21
1.5.1.- Caudal de impulsión. 21
1.5.2.- Pérdidas de carga más desfavorables. 22
1.5.3.- Selección del grupo de presión. 23
1.6.- Cálculo del depósito de agua. 25

1.- INSTALACIÓN DE FONTANERÍA.

1.1.- Introducción.

En este apartado se realizará el cálculo y diseño de todos los elementos que conforman la instalación de agua fría y caliente de la planta industrial. La red de fontanería tiene por objeto conducir el agua a los distintos puntos requeridos, y consta de válvulas de control y corte que permiten la reparación de la misma, en cualquier punto, en caso de avería.

La red de fontanería que se ha proyectado tiene en cuenta las siguientes necesidades de abasto:

- Uso personal.
- Proceso Industrial.
- Limpieza de la nave.

En base a estas necesidades se ha optado por diseñar la instalación de fontanería de tal forma que hayan tres redes de distribución distintas: Una destinada a abastecer a la zona norte de la nave (proceso industrial, limpieza de la nave y caldera), y la última destinada a la zona oeste de la nave que incluye el edificio social y algunas tomas libres para la limpieza de la nave.

Cada una de las redes tiene sus derivaciones y ramales para satisfacer la demanda de cada punto de consumo.

También se llevarán a cabo los cálculos para el dimensionamiento y elección de los equipos adicionales, tales como el aljibe, el depósito acumulador o la bomba de impulsión.

La distribución de cada una de las redes así como sus diámetros se pueden ver en el plano de fontanería

1.2.- Reglamentación específica.

Las Normas que se han aplicado o consultado en el diseño y en el cálculo de las instalaciones son las siguientes:

- CTE, Código Técnico de la Edificación. (DB-HS 4 , Documento Básico Salubridad, Suministro de agua), según el REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo de 2006, DB-HS 4

Dicha norma establece los límites de presión de suministro, así, la presión máxima en el punto más desfavorable, será de 35 m.c.a. En caso de superarse este valor, se colocará una válvula reductora de presión, que se instalará en un lugar fácilmente accesible, ya que requiere un cierto mantenimiento. Por otro lado, la presión mínima será de 15 m.c.a. para alcanzar este valor se instalará un grupo de presión.

Las velocidades de circulación del agua por el interior de una tubería se establecen entre unos valores acotados, ya que es necesario resaltar que la elección de la velocidad de circulación es fundamentalmente un problema económico, en razón de que una velocidad alta requiere tuberías de menor sección y, por consiguiente, de más bajo coste; pero, por el contrario, los valores altos pueden producir fenómenos de golpe de ariete importantes, e incluso, aparición de ruidos por vibraciones y una gran erosión interior.

Las velocidades bajas facilitan el proceso de sedimentación y la formación de depósitos calcáreos, motivados por la gran cantidad de materias en disolución que lleva el agua.

Para el cálculo de las instalaciones de fontanería se deberá tener en cuenta el número de personas que van a utilizarlas, con el objetivo de determinar la cantidad de sanitarios que se deben instalar. Según la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo se deben colocar:

Lavabos	1 cada 10 trabajadores
Inodoros	1 cada 25 hombres
	1 cada 15 mujeres
Duchas	1 cada 10 trabajadores

1.3.- Elementos de la instalación.

A continuación se enumerarán los distintos elementos que conforman esta instalación, indicando su función y organización.

La acometida: Es el conducto que acomete a la red pública y enlaza ésta con la red interior del recinto. En ella se incluye el conducto en sí, la válvula de toma y las válvulas de registro, instaladas antes de la penetración en el recinto, y la de paso colocado después de la penetración en el recinto. Dichos elementos se dispondrán de acuerdo con los criterios del Servicio Municipal de Aguas.

Toma: Se encuentra colocada sobre la tubería de distribución y sirve de enlace entre la acometida y la red. Es conveniente que el sistema utilizado permita hacer conexiones en la red y maniobras en las acometidas sin que la tubería deje de estar en servicio.

Válvula de Registro: Dicha válvula estará situada en el exterior del edificio, junto a la fachada, alojada en un registro fácilmente identificable, y que permita el cierre del suministro. Su maniobra será exclusivamente a cargo de la entidad suministradora o persona autorizada, sin que puedan manipularla personas ajenas.

Válvula de Paso: Será la unión de la acometida con la instalación interior general, estará situada dentro del armario del contador, éste se alojará preferentemente en una caja o armario según se describe en el punto 1.2 ITA 07. El tubo que une el armario con la válvula de registro atravesará el muro de cerramiento del edificio por un pasamuros, provisto de juntas estancas a 1 atmósfera, de modo que permita la libre dilatación del tubo. En la conexión de la red de distribución

municipal se instalará una llave de paso antes y después del contador, que permita los trabajos en éste.

Tubo de alimentación: Es el tramo de tubería comprendido entre las válvulas de paso y retención, situado antes del contador. Irá alojado en una canalización de obra de fábrica de 10 x 10 cm, rellena de arena que dispondrá de un registro para su inspección.

El contador: generalmente se utiliza para medir el consumo total de agua, quedará alojado en un armario impermeabilizado con desagüe, situado en el exterior del inmueble y siempre en zona de fácil acceso para su inspección por parte de la empresa suministradora. El contador deberá ser un sistema y modelo aprobado por el Estado.

El contador, debe contar con una válvula de retención que impida el retorno del agua hasta la red pública, así como una llave de paso a continuación del mismo.

Es importante evitar la acumulación de suciedad en el interior de los contadores, dado que pueden producirse importantes pérdidas de carga.

Dicho contador estará ubicado en el interior de un armario tipo Imel (PN-57), que además contendrá diferentes elementos en el siguiente orden: la llave de corte general, el filtro de la instalación general, el contador, la llave de acometida, un grifo de comprobación, válvula antirretorno, y llave de paso general.

Las dimensiones del armario vienen recogidas en las NTE-IFF.

Las dimensiones del armario se determinan en función del diámetro de la conducción en la acometida de 50 mm, por lo que las dimensiones del armario son:

Largo.....2100mm
Ancho.....700mm
Alto.....700mm

En el suelo del armario se dispondrá de un sumidero con desagüe para recoger el agua que pueda derramarse.

Montantes y derivaciones: Como se trata de un solo usuario, no existirá montante y la derivación será la propia red interior en el recinto. Se dispondrá de una llave de paso de bola en el inicio de dicha red y a la entrada de cada cuarto húmedo.

1.4.- Método aplicado.

La instalación de fontanería se diseña teniendo en cuenta como se expone más adelante, el caudal necesario, la presión máxima y mínima requerida, los límites de velocidad del agua a través de una tubería cerrada y las pérdidas de carga.

El cálculo de los diámetros para las conducciones de alimentación está condicionado a una serie de factores que es necesario tener en cuenta.

Estos factores son:

Consumo por aparato: El consumo por aparato ha sido determinado por una serie de ensayos prácticos los cuales han dado unos valores promedio que se indicarán en su correspondiente tabla.

Estos consumos por aparatos son los establecidos por el *Código Técnico de la Edificación.* Cada aparato instalado recibirá, con independencia del estado de funcionamiento de los demás, una demanda unitaria de caudales mínimos de acuerdo con la siguiente tabla:

Aparato	Caudal de consumo Q_c (l/s)
Inodoro	0,1
Lavabo	0,1
Ducha	0,2
Fregadero doméstico	0,2
Fregadero no doméstico	0,3

Coeficiente de simultaneidad: En el cálculo de los diámetros de las canalizaciones se considerará que los aparatos no van a funcionar de forma simultánea, por lo que el caudal calculado inicialmente habrá que ponderarlo aplicándole un coeficiente de simultaneidad. Éste se determina mediante el llamado método de aparatos a través de la siguiente ecuación:

$$K_v = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$, n: nº de aparatos

Una vez obtenido este valor, se multiplica por el caudal teórico de la instalación, Q_r, para obtener el caudal de diseño, Q_d, y por tanto el consumo en litros por segundo de la instalación. Con este dato, y a partir del ábaco pertinente, se determina el diámetro. Ello se realizará fijando el caudal a circular por la tubería en base a los aparatos que abastece, y teniendo en cuenta que la velocidad no sea superior a 1 m/s en aspiración y a 2 m/s en impulsión.

Las velocidades aconsejadas para diferentes alturas de presión pueden observarse en la tabla siguiente:

Desnivel o altura de columna de agua (m)	Velocidad (m/s)
1 - 4	0,50 - 0,60
4 - 10	0,60 - 1,00
10 - 20	1,00 - 1,50
20 - más	1,50 - 2,00

Es aconsejable que la velocidad de agua no supere nunca los 2 m/s y que nunca sea inferior a 0,5 m/s, ya que puede producirse sedimentos y depósitos calcáreos en las paredes de los tubos.

Pérdida de carga

Para poder compaginar todos estos factores es necesario conocer cada uno de ellos en detalle y así poder estudiar los efectos correspondientes en la instalación.

Una vez obtenido este valor tendremos el consumo en litros por segundo de la instalación y así podremos determinar el diámetro y la pérdida de carga de la tubería.

Para calcular las pérdidas de carga unitarias j (m.c.a./m), aplicaremos la fórmula de Hazen-Williams, para el caso de tuberías lisas:

$$J = \frac{1}{664} \cdot \frac{Q^{1,852}}{D^{4,8704}}$$

Siendo:

- Q: caudal en m3/s.
- D: diámetro de la tubería en m.

Se debe tener en cuenta además las pérdidas de carga secundarias, debidas a los accesorios, derivaciones, curvas, cambios de sección, etc. Ello se hará en forma de longitud equivalente de tubería, sumando a la longitud real de cada tramo un 20% de la misma.

Para el agua de proceso y el de maquinaría se sigue el mismo procedimiento.

1.4.1.- Cálculo de los caudales.

Para el dimensionamiento de la misma se han de calcular los caudales de cada una de las redes en que se dividirá la instalación, por lo que se ha de tener en cuenta el número de puntos de consumo instalados, así como el caudal consumido por cada uno de ellos.

Existen dos tipos de consumos los cuales se encuentran bien diferenciados; aquel consumo que requiere el proceso industrial y limpieza de la planta y el de la zona social (aparatos sanitarios). Cada tipo de consumo se abastecerá mediante una red diferente.

Según el Documento Básico de Salubridad, debe existir tomas de agua en diferentes lugares estratégicos de la planta, donde se pueda acoplar una manguera para efectuar la limpieza de la planta.

La limpieza de la nave o planta se hará por medio de mangueras. Disponemos de 3 tomas en toda la planta. Dos de ellas en la zona de proceso y 1 en la zona de carga de combustible. Se estudiará el caudal necesario para estas tomas en el apartado del proceso industrial.

1.4.1.1.- Proceso industrial

Se puede determinar el caudal de agua necesario en el proceso industrial:

Maquinaria con consumo de agua	Modelo	Número de aparatos	Caudal de agua (m^3/h)	Caudal total (l/s)
Túnel de lavado	TBS-50	1	12	**3,33**
Prensa estractora	SPR-50	1	3	**0,83**
Lavadoras	HS- 4022 HS- 4055	2 1	5 12,75	**2,78** **3,54**
Caldera		1	16,1	**4,47**

De esta manera, se extrae que el consumo total de agua fresca por esta actividad es de **14,96 L/s**; para asegurar el abastecimiento del proceso industrial se ha estimado conveniente considerar un coeficiente de simultaneidad igual a la unidad.

Además de los consumos anteriores, este tramo debe abastecer 3 tomas de agua para la limpieza de la zona de producción. Se estima el caudal teórico igual al de una ducha, 0,2 l/s. Aplicando el coeficiente se simultaneidad, el caudal total necesario para estas tomas será de **0.42 l/s**.

Si se suman los caudales necesarios para cada una de las actividades que se llevan a cabo en el edificio de proceso, se obtiene para éste un valor de **15,38L/s.**

1.4.1.2.- Edificio Social

Consideraremos en este apartado todos los aparatos sanitarios del edificio representativo, es decir, los que se encuentran en los aseos, los vestuarios masculino y femenino.

Aparatos	Unidades	Caudal unitario (l/s)	Caudal total (l/s)
Lavabo	7	0,10	0,70
Inodoro con cisterna	7	0,10	0,70
Total	**14**		**1,4**

Así, el caudal teórico requerido por la actividad sanitaria es de 1,4 l/s, con un total de 14 aparatos, obteniendo un coeficiente de simultaneidad como sigue:

$$k_v = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

$$k_v = \frac{1}{\sqrt{14-1}} = 0{,}28$$

Por lo tanto el caudal de simultaneidad tendrá un valor de:

$$Q_m = k_v \cdot Q_{total} = 0{,}28 \cdot 1{,}4 = 0{,}39\ l/s$$

El caudal real necesario será el caudal teórico ponderado con el coeficiente de simultaneidad, obteniendo **0,39 l/s.**

Se considera las duchas aparte del resto de los aparatos sanitarios ya que se supone que se utilizan todas juntas al final de cada turno, y por tanto, no se les puede aplicar coeficiente de simultaneidad, ya que de aplicarse sería uno.

Aparatos	Unidades	Caudal unitario (l/s)	Caudal total (l/s)
Duchas	4	0,20	0,8
Total	**4**		**0,8**

Resumen de consumos de la zona social:

Actividades	Caudal total necesario
Resto sanitarios zona social	0,39
Duchas	0,8
Total	**1,19 l/s**

1.4.1.3.- Resumen de consumos

Una vez analizados de forma independiente los consumos de cada una de las actividades, se puede proceder a calcular el consumo total de la planta de producción de tomate concentrado. El siguiente cuadro recoge los datos calculados:

Actividades	Caudal total necesario
Zona Social	1,19
Proceso Industrial	54,27
Total	**16,57 l/s**

El caudal total necesario para abastecer esta planta industrial es de 16,57 l/s.

Se observa que el consumo del edificio de proceso supone más de un 95% del total; es por ello que se ha considerado oportuno colocar el aljibe más cercano de esta actividad que de las restantes.

A partir de este caudal se determinará el diámetro de las tuberías que comprenden la instalación.

1.4.2.- Cálculo de los diámetros.

En función del caudal de diseño de cada conducción, se determinarán los diámetros más económicos que cumplan las condiciones de velocidad y pérdidas de carga admisibles.

La velocidad en cualquier tramo de tubería se obtendrá mediante la expresión:

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

Para seleccionar los diámetros, se adoptará como criterio de diseño que la velocidad de circulación del agua a lo largo de la tubería esté comprendida entre 0,5 y 1,5 m/s.

Para calcular las pérdidas de carga normalmente se utilizan, en las aplicaciones comerciales e industriales de tuberías, fórmulas para la fricción del tipo exponencial. Estas fórmulas suelen ser empíricas, de la forma:

$$\Delta P = \frac{J}{L} = R \cdot \frac{Q^n}{D^m}$$

Donde:

ΔP : Pérdida de carga por unidad de longitud de tubería (m.c.a./m).

R: coeficiente de resistencia, función solo de la rugosidad de la tubería.

Q: gasto o caudal (m^3/s).

D: diámetro interior de la tubería (m).

En este caso para calcular la pérdida de carga total se utilizará la fórmula de Hazen-Williams, cuya expresión para tuberías lisas queda de la siguiente forma:

$$J = \frac{L_T}{664} \cdot \frac{Q^{1,852}}{D^{4,8704}}$$

La longitud total es la suma de la longitud del tramo de tubería considerado y la longitud equivalente correspondiente a las piezas especiales (codos, derivaciones, accesorios, etc.) existentes en dicho tramo. La longitud equivalente se considera un 20% de la longitud real.

Las derivaciones a cada aparato individual (ducha, inodoro, lavabo) presentarán un diámetro de 15 mm, y aquellas derivaciones a puntos de limpieza y puntos del proceso serán de 25mm.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos para la red de fontanería, a través de los cálculos anteriormente expuestos, para la planta 2 son:

Referencia	Descripción	Resultados
N1 -> N3	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 0.36 m	Caudal: 0.27 l/s Caudal bruto: 0.60 l/s Velocidad: 1.27 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Situación: Derivación particular
N10 -> A6	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.19 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.81 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a. Situación: Derivación aparato
N2 -> A3	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 1.64 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.29 m.c.a. Situación: Derivación aparato
N2 -> A2	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Situación: Derivación aparato
N3 -> N7	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 4.71 m	Caudal: 0.23 l/s Caudal bruto: 0.40 l/s Velocidad: 1.09 m/s Pérdida presión: 0.63 m.c.a. Situación: Derivación particular
N3 -> N4	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 5.25 m	Caudal: 0.23 l/s Caudal bruto: 0.40 l/s Velocidad: 1.09 m/s Pérdida presión: 0.70 m.c.a. Situación: Derivación particular
N4 -> A5	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.48 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a. Situación: Derivación aparato
N4 -> N5	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 0.55 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Situación: Derivación particular
N5 -> A6	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 1.59 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.28 m.c.a. Situación: Derivación aparato
N5 -> N6	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.71 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.96 m/s Pérdida presión: 0.45 m.c.a. Situación: Derivación particular

Referencia	Descripción	Resultados
N6 -> A1	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.29 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Situación: Derivación aparato
N6 -> A4	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 1.40 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a. Situación: Derivación aparato
N7 -> N2	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 1.14 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.96 m/s Pérdida presión: 0.71 m.c.a. Situación: Derivación particular
N7 -> N8	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a. Situación: Derivación particular
N7 -> N8	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 0.34 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a. Situación: Derivación particular
N8 -> A2	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 1.39 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.81 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a. Situación: Derivación aparato
N8 -> N9	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 4.23 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.63 m/s Pérdida presión: 1.53 m.c.a. Situación: Derivación particular
N9 -> N10	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 4.78 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.63 m/s Pérdida presión: 1.73 m.c.a. Situación: Derivación particular
N10 -> A1	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 1.78 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.81 m/s Pérdida presión: 0.17 m.c.a. Situación: Derivación aparato

Y para la planta baja son:

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N6 -> A85	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.50 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.96 m/s Pérdida presión: 0.31 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N26 -> A85	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.63 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N7 -> A86	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.50 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.96 m/s Pérdida presión: 0.31 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N27 -> A86	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.63 m/s Pérdida presión: 0.14 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> A89	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N31 -> A89	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.54 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.81 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> A90	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N30 -> A90	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.47 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.81 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> A92	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> A92	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.81 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> A93	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.57 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.96 m/s Pérdida presión: 0.36 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> A93	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.66 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.63 m/s Pérdida presión: 0.24 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> A94	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.62 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.96 m/s Pérdida presión: 0.39 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> A94	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.72 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.63 m/s Pérdida presión: 0.26 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> A96	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.10 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.63 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N2	PVCC PNG-Ø30 Longitud: 1.98 m	Caudal: 0.53 l/s Caudal bruto: 1.60 l/s Velocidad: 0.97 m/s Pérdida presión: 0.12 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N8	PVCC PNG-Ø30 Longitud: 2.10 m	Caudal: 0.45 l/s Caudal bruto: 1.20 l/s Velocidad: 0.83 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N2 -> N12	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 7.20 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.89 m/s Pérdida presión: 2.66 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones

N21 -> N3	PVCC PNG-Ø30 Longitud: 3.04 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 2.00 l/s Velocidad: 1.10 m/s Pérdida presión: 0.23 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N3 -> N4	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 5.05 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.89 m/s Pérdida presión: 1.87 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A95	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 1.39 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.96 m/s Pérdida presión: 0.87 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N4 -> A96	PVC 10-Ø15 Longitud: 0.28 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.60 m/s Pérdida presión: 0.11 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N5 -> N11	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.96 m/s Pérdida presión: 0.25 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N6 -> N10	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 0.55 m	Caudal: 0.23 l/s Caudal bruto: 0.40 l/s Velocidad: 1.09 m/s Pérdida presión: 0.07 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones

N7 -> N9	PVC 10-Ø32 Longitud: 0.70 m	Caudal: 0.36 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 0.55 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N8 -> N7	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 0.25 m	Caudal: 0.41 l/s Caudal bruto: 1.00 l/s Velocidad: 1.93 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N9 -> N6	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.30 l/s Caudal bruto: 0.60 l/s Velocidad: 1.42 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N10 -> N5	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 0.20 m	Caudal: 0.21 l/s Caudal bruto: 0.30 l/s Velocidad: 1.00 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N11 -> A91	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.47 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.98 m/s Pérdida presión: 0.08 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> A88	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 0.16 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.96 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N12 -> A87	PVCC PNG-Ø15 Longitud: 1.25 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.96 m/s Pérdida presión: 0.79 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> N1	PVCC PNG-Ø20 Longitud: 2.81 m	Caudal: 0.27 l/s Caudal bruto: 0.60 l/s Velocidad: 1.27 m/s Pérdida presión: 0.50 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N20 -> N21	PVCC PNG-Ø30 Longitud: 3.81 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 2.00 l/s Velocidad: 1.10 m/s Pérdida presión: 0.28 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N21 -> N22	PVCC PNG-Ø30 Longitud: 0.61 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 2.00 l/s Velocidad: 1.10 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones

N21 -> N22	Agua caliente, COBRE-Ø28 Longitud: 0.28 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 2.00 l/s Velocidad: 1.17 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N22 -> N24	Agua caliente, GALVANIZADO-3/4" Longitud: 3.24 m	Caudal: 0.60 l/s Caudal bruto: 2.00 l/s Velocidad: 1.65 m/s Pérdida presión: 0.60 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> N13	Agua caliente, GALVANIZADO-3/4" Longitud: 4.05 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.09 m/s Pérdida presión: 0.34 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N24 -> N27	Agua caliente, GALVANIZADO-3/4" Longitud: 4.60 m	Caudal: 0.53 l/s Caudal bruto: 1.60 l/s Velocidad: 1.46 m/s Pérdida presión: 0.67 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N25 -> N30	Agua caliente, GALVANIZADO-3/4" Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.70 l/s Velocidad: 1.09 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N26 -> N29	Agua caliente, GALVANIZADO-3/4" Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.41 l/s Caudal bruto: 1.00 l/s Velocidad: 1.11 m/s Pérdida presión: 0.04 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N27 -> N28	Agua caliente, GALVANIZADO-3/4" Longitud: 0.40 m	Caudal: 0.49 l/s Caudal bruto: 1.40 l/s Velocidad: 1.35 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N28 -> N26	Agua caliente, GALVANIZADO-3/4" Longitud: 0.50 m	Caudal: 0.45 l/s Caudal bruto: 1.20 l/s Velocidad: 1.24 m/s Pérdida presión: 0.05 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N29 -> N25	Agua caliente, GALVANIZADO-3/4" Longitud: 0.35 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.80 l/s Velocidad: 1.09 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N30 -> N31	Agua caliente, COBRE-Ø28 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.60 l/s Velocidad: 0.78 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N31 -> N32	Agua caliente, COBRE-Ø28 Longitud: 0.15 m	Caudal: 0.40 l/s Caudal bruto: 0.50 l/s Velocidad: 0.78 m/s Pérdida presión: 0.01 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> A91	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.16 m	Caudal: 0.10 l/s Velocidad: 0.81 m/s Pérdida presión: 0.02 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N32 -> N33	Agua caliente, GALVANIZADO-3/4" Longitud: 7.47 m	Caudal: 0.40 l/s Velocidad: 1.09 m/s Pérdida presión: 0.63 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N33 -> A88	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 1.27 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.63 m/s Pérdida presión: 0.46 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N33 -> A87	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 0.24 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.63 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones

Acometida -> N15	PVCC PNG-Ø75 Longitud: 0.61 m	Caudal: 6.74 l/s Velocidad: 1.72 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
Acometida -> N15	PVCC PNG-Ø75 Longitud: 1.78 m	Caudal: 6.74 l/s Velocidad: 1.72 m/s Pérdida presión: 0.09 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
Acometida -> N15	PVCC PNG-Ø75 Longitud: 61.48 m	Caudal: 6.74 l/s Velocidad: 1.72 m/s Pérdida presión: 3.08 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N19	PVC 10-Ø25 Longitud: 0.33 m	Caudal: 0.63 l/s Caudal bruto: 2.60 l/s Velocidad: 1.57 m/s Pérdida presión: 0.06 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N19	PVCC PNG-Ø30 Longitud: 1.24 m	Caudal: 0.63 l/s Caudal bruto: 2.60 l/s Velocidad: 1.15 m/s Pérdida presión: 0.10 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N14 -> N19	PVCC PNG-Ø30 Longitud: 2.31 m	Caudal: 0.63 l/s Caudal bruto: 2.60 l/s Velocidad: 1.15 m/s Pérdida presión: 0.19 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones

Referencia	Descripción	Resultados	Comprobación
N19 -> N20	PVCC PNG-Ø30 Longitud: 95.71 m	Caudal: 0.63 l/s Caudal bruto: 2.60 l/s Velocidad: 1.15 m/s Pérdida presión: 7.73 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones
N13 -> A95	Agua caliente, GALVANIZADO-3/8" Longitud: 1.20 m	Caudal: 0.20 l/s Velocidad: 1.63 m/s Pérdida presión: 0.43 m.c.a. Situación: Derivación aparato	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> A97	PVCC PNG-Ø75 Longitud: 7.90 m	Caudal: 6.74 l/s Velocidad: 1.72 m/s Pérdida presión: 0.40 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
N15 -> A97	PVCC PNG-Ø75 Longitud: 0.69 m	Caudal: 6.74 l/s Velocidad: 1.72 m/s Pérdida presión: 0.03 m.c.a.	Se cumplen todas las comprobaciones
A97 -> N14	PVCC PNG-Ø30 Longitud: 8.23 m	Caudal: 0.63 l/s Caudal bruto: 2.60 l/s Velocidad: 1.15 m/s Pérdida presión: 0.66 m.c.a. Situación: Derivación particular	Se cumplen todas las comprobaciones

1.4.3.- Instalación de suministro de agua caliente.

El propósito principal del sistema de producción de agua caliente sanitaria es suministrar a cada aparato de consumo el caudal de agua caliente que demanda, a la temperatura adecuada y en el momento preciso, teniendo presente que se mezcla con agua fría.

El cálculo de los diámetros de las tuberías de cada tramo de agua caliente se ha hecho de igual manera que el de agua fría y se encuentran en las mismas tablas (tablas anteriores).

1.4.3.1.- Calentador.

Se requiere conocer el caudal de agua caliente necesario para el calentador. Este caudal es de 1,5 l/s como ya se calculó en el apartado anterior.

Debemos distinguir los caudales de ambas plantas, ya que en cada una de ellas se dispondrá de un termo eléctrico.

Determinaremos el volumen del depósito de presión en función del número de ciclos de bombeo por hora y de las presiones máximas y mínimas de la instalación. Para ello emplearemos la siguiente expresión:

$$V = 270 \cdot Q \cdot \frac{P_{max} + 10}{N_C \cdot (P_{max} - P_{min})}$$

donde:

V: volumen del depósito de presión (l)

Q: caudal de la bomba (l/s)

N_c: número de ciclos de la bomba. Tomaremos el valor de 5 ciclos por hora.

P_{max}: presión máxima permitida en la instalación. 35 m.c.a.

P_{min}: presión mínima requerida en la instalación. 15 m.c.a.

PARA LA PLANTA BAJA:

En la planta baja el caudal de la bomba será de 1,2l/s.

El resultado que obtenemos al aplicar la ecuación anterior es un depósito de 145,8 l volumen por lo que hemos escogido un depósito de 150 l.

Por ello se ha elegido un termo eléctrico vertical para el servicio de a.c.s acumulada, JUNKERS modelo HS 150-E, con una capacidad útil de 150 litros. Potencia 1,6 Kw. Termostato exterior regulable entre 30ºC y 70ºC y tensión de alimentación a 230 V. Tiempo de calentamiento (ΔT 50º) 1,49 horas. Válvula de seguridad y antirretorno de 6 Kg/cm2. Dimensiones 682 mm. de diámetro y 452 mm. de altura.

PARA LA PLANTA 2:

En la planta baja el caudal de la bomba será de 0,3l/s.

El resultado que obtenemos al aplicar la ecuación anterior es un depósito de 36,45 l volumen por lo que hemos escogido un depósito de 50 l.

Por ello se ha elegido un termo eléctrico vertical para el servicio de a.c.s acumulada, JUNKERS modelo HS 50- 3B, con una capacidad útil de 50 litros. Potencia 1,6 Kw. Termostato exterior regulable entre 30ºC y 70ºC y tensión de alimentación a 230 V. Tiempo de calentamiento (ΔT 50º) 1,49 horas. Válvula de seguridad y antirretorno de 6 Kg/cm^2. Dimensiones 682 mm. de diámetro y 452 mm. de altura.

1.5.- Selección del grupo de presión.

Para elegir el grupo de presión necesario para realizar el suministro de agua a la planta se deberá determinar la presión necesaria en el punto más desfavorable, teniendo en cuenta el caudal requerido por la planta y la altura manométrica que debe salvar.

1.5.1.- Caudal de impulsión.

Para determinar el caudal total necesario para el suministro de agua que debe ser impulsado a la planta se deberá tener en cuenta todas las redes que se abastecerán del agua almacenada en el aljibe. Estas son la red del edificio social (agua fría y agua caliente) y la red de los diferentes puntos de la planta.

De acuerdo a los consumos mostrados en la tabla de cálculo de las conducciones se obtienen los siguientes consumos totales, teóricos y reales, teniendo en cuenta, si procede, del coeficiente de simultaneidad:

	Caudal (L/s)
Edificio social (agua fría)	1,19
Edificio social (agua caliente)	1,50
Nave	54,27
TOTAL	**56,96**

La suma de los caudales supondrá el caudal de impulsión que deberá suministrar el equipo de bombeo: 56,96L/s (205,056 m^3/h). Este es el caudal que partirá desde el grupo de bombeo.

1.5.2.- Pérdidas de carga más desfavorables.

Para elegir el equipo necesario, se deberán determinar las pérdidas de carga más desfavorables que se produzcan en la instalación, además de la altura geométrica máxima de impulsión. Asimismo se tendrán en cuenta la presión mínima de consumo y la presión del presostato:

$$H = J_a + \Delta Z + P_{\min} + P_{presostato} + J$$

siendo:

J_a : pérdidas en la tubería de aspiración, 1 m.c.a.

ΔZ : diferencia de cotas desde el nivel más bajo de aspiración de la bomba hasta el punto de consumo más elevado de la instalación.

$P_{\min}$: presión mínima deseada en el punto de consumo, 15 m.c.a

$P_{presostato}$: presión del presostato, 20 m.c.a.

J : pérdidas de carga del recorrido más desfavorable

El recorrido más desfavorable será el A97-N14-N19-N20-N21-N3-N2-N12-A87, el que llega hasta el punto más alejado de la nave, que tiene unas pérdidas de carga de 12,53m.c.a (0,66m.c.a. + 0,06m.c.a.+ 7,73 m.c.a. +0,28m.c.a.+0,23m.c.a.+0,12m.c.a.+2,66m.c.a+0,79m.c.a).

Por lo que la altura manométrica total será:

$$H = J_a + \Delta Z + P_{\min} + P_{presostato} + J = 1 + 4{,}5 + 15 + 20 + 12{,}53 = 53{,}03\, m.c.a.$$

1.5.3.- Selección del grupo de presión.

Para el abastecimiento del agua se instalará un grupo hidrocompresor dotado de dos bombas, de funcionamiento alternativo para un mejor mantenimiento, abastecidas por el aljibe de reserva. Cada bomba deberá proporcionar por sí misma un caudal de 21 m^3/h con una altura de 55 m.c.a.

El funcionamiento del grupo hidrocompresor es el siguiente. La entrada en marcha y parada del grupo motobomba será mandada por un presostato de alta y baja, encargado de mantener la presión del depósito de presurización entre dos valores, que se determinan de modo que garanticen el correcto funcionamiento de todos los aparatos instalados.

El sistema de detección de niveles mínimo y próximo que se instalará en el aljibe, también actuará como mecanismo de protección del grupo de presión.

La potencia del motor (P_{CV}) que acciona la bomba, potencia motriz en CV (caballos de vapor), será:

$$P_{CV} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75 \cdot \eta_B \cdot \eta_M}$$

en donde:

Q = caudal a elevar en m^3/s

H = altura manométrica total en m

γ = peso específico del líquido, en este caso agua, en kg/m^3

η_B = rendimiento mecánico de la bomba en tanto por 1

η_M = rendimiento mecánico del motor en tanto por 1

Sabiendo que el peso específico del agua es de 1000 kg/m^3, y dando un valor aproximado a ambos rendimientos del 75 %, tenemos que la potencia de la bomba será de:

$$P = \frac{1000 \cdot 5{,}78 \cdot 10^{-3} \cdot 53{,}03}{75 \cdot 0{,}80 \cdot 0{,}80} = 6{,}38CV$$

A esta potencia se le añade un *20%* de margen de seguridad, por lo que la potencia mínima definitiva de la bomba será:

Potencia = 6,38 x 1,2= 7,66CV

Por lo tanto, las características que debe reunir la bomba idónea para esta instalación son las siguientes:

- Caudal a bombear de 5,78 l/s = 20,81 m3/h
- Potencia del motor que acciona la bomba: 8,91 CV
- Presión efectiva que ha de vencer la bomba para elevar el agua: 53,03 m.c.a.

Hemos elegido un equipo de bombeo con las siguientes características:

- **Casa: GRUNDFOS**
- **Modelo: CNR- 32-7**
- **Caudal = *30 m3/h = 8,33 l/s=500 l/min***
- **Presión = *106 m.c.a.***
- **Potencia = *15 C.V***
- **Acumulador 700**

Grupos automáticos especialmente recomendados para el suministro de agua limpia a presión en viviendas, hoteles, colegios, hospitales, industria en general, etc.

El grupo de presión consta de dos bombas acopladas en paralelo, sobre bancada, siendo una de ellas diesel para el caso de un corte del suministro eléctrico.

Cuadro de control que incorpora la protección del motor y alternancia automática para 2 bombas.

Elementos que componen el grupo: Colector de impulsión, válvula de retención y corte por bomba, manómetro y presostatos, cuadro de control monofásico o trifásico, electrobombas monobloc tipo 2C, rodetes de bronce desde 1,5 CV y eje de acero inox., cuerpo de bomba y soporte de hierro fundido. Motores monofásicos a 230V con condensador permanente y protector incorporado. Motores trifásicos a 230/400V. Protección IP-54.

1.6.- Cálculo del depósito de agua.

Para el cálculo del depósito hay que tener en cuenta el sistema de protección contraincendios y el proceso, así como el consumo diario que establece el CTE por persona. Para en caso de una falta de abastecimiento de agua del suministro se pueda responder a la actividad solicitada por la nave.

Los datos que se han tenido en cuenta son los siguientes:

Para el cálculo del volumen diario necesario en aseos y vestuarios, se estimará un consumo medio de 22 l/persona·día.

Estableciendo una media de 40 trabajadores, y considerando un periodo de desabastecimiento de 3 días, obtenemos:

Caudal necesario: 2,640 m^3

Según el apartado 8.1.1. de la UNE 23 590, un funcionamiento prudencial de los elementos que constituyen la instalación contraincendios, de 60 minutos de duración; considerando bies durante una hora y 2 simultáneamente con un caudal de 100 l/min; necesitamos reserva para contra incendio de 12.000 litros de agua.

Caudal: 12 m^3

Consumo por kg de ropa del túnel y prensa extractora (recirculación): 7 l
Kg de ropa: 16.500 kg
Caudal: 115,5 m^3

Consumo medio lavado en lavacentrífuga: 8m^3
Posibles lavados: 10
Caudal: 80 m^3

Volumen depósito: 210,14 m^3

El depósito será de acero, no alterará las características químicas del agua y será totalmente impermeable. Se dispondrá un sistema de detección y aviso de nivel mínimo y máximo, que a su vez servirá de protección del grupo de sobre elevación.

Fdo:

José Bailón Peidró
E.S.I.
Sevilla, Octubre de 2010