

#### **I.6.7. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN (HE-2, HE4)**

## **INDICE**

- I.6.7.1.- OBJETO DEL PROYECTO**
- I.6.7.2.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**
- I.6.7.3.- CÁLCULOS DE CALEFACCIÓN**
- I.6.7.4.- CARGAS TÉRMICAS**
- I.6.7.5.- EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE**
- I.6.7.6.- EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**
- I.6.7.7.- EXIGENCIA DE SEGURIDAD**
- I.6.7.8.- PLIEGO DE CONDICIONES**

## **I.6.7 INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN (HE-2, HE4)**

### **I.6.7.1.- Objetivos del proyecto**

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de calefacción, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del rendimiento de las instalaciones térmicas y del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51.

### **I.6.7.2.- Descripción de la instalación**

El edificio cuenta con dos plantas destinadas a viviendas distribuidas de la siguiente forma; una vivienda en planta baja y tres en planta alta. Existe un local en planta baja, independiente del resto del edificio que no se ha tenido en cuenta en los cálculos, al entregarse en bruto y desconocer el uso final del mismo. Si bien se ha tenido en cuenta una previsión para el agua caliente sanitaria.

El sistema elegido para la producción de energía térmica (calefacción y ACS), adopta como fuente energética la biomasa, cumpliendo así los parámetros energéticos y medioambientales requeridos. El sistema consta de los siguientes elementos:

- Caldera de biomasa estanca con tiro forzado y acumulador de 120 litros integrado, con una potencia útil desde 12,5 a 31,4 kw (30.000 kcal.)
- Silo en depósito de superficie para almacenaje de pellets, de tejido sintético, con estructura y tolva de acero, de 170x170 cm y altura regulable de 180 a 250 cm, volumen máximo 5,2 m<sup>3</sup>.

El sistema de alimentación de la caldera se realizará mediante un tornillo sin fin, un circuito hidráulico y un ínter acumulador, de forma que se consiga que el sistema funcione dentro de las optimas condiciones durante mas tiempo y se asegure la mayor durabilidad de la máquina, al mantener la inercia térmica.

Para regular el consumo de cada vivienda se han instalado contadores caloríficos individuales, en el cuarto de instalaciones. Junto a estos se encuentran las electrobombas que aseguran el retorno de la instalación.

El sistema cuenta con un regulador de temperatura, mediante termostatos ambientes en la estancia principal de cada vivienda.

Toda la instalación de ACS y calefacción se realiza con tubería de polietileno reticulado y aislamiento de 25mm.

Para el abastecimiento del combustible (pelets) se ha previsto una trampilla de acceso para el llenado de la tolva, con apertura desde el interior del cuarto de instalaciones, que facilita estas labores.

### I.6.7.3.- Cálculos de calefacción

#### SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS

Tuberías (Calefacción)								
Tramo			φ (mm)	Q(l/s)	V(m/s)	L(m)	ΔP1 (m.c.a.)	ΔP (m.c.a.)
Inicio	Final	Tipo						
N1-Planta baja	N26-Planta baja	Impulsión	10.0	0.03	0.3	1.59	0.049	0.47
N2-Planta baja	A21-Planta baja	Impulsión	16.0	0.08	0.4	9.37	0.221	0.42
N2-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión	13.0	0.06	0.4	3.26	0.107	0.52
N3-Planta baja	N4-Planta baja	Impulsión	10.0	0.02	0.3	3.60	0.072	0.60
N3-Planta baja	N5-Planta baja	Impulsión	10.0	0.02	0.3	2.56	0.051	0.58
N4-Planta baja	A4-Planta baja	Impulsión	10.0	0.01	0.1	5.11	0.033	0.65
N4-Planta baja	A12-Planta baja	Impulsión	10.0	0.01	0.1	1.02	0.011	0.63
N5-Planta baja	A11-Planta baja	Impulsión	10.0	0.01	0.1	0.28	0.007	0.60
N5-Planta baja	A5-Planta baja	Impulsión	10.0	0.01	0.1	4.87	0.033	0.63
N15-Planta baja	N4-Planta 1	Impulsión	16.0	0.09	0.5	3.00	0.085	0.55
N16-Planta baja	A14-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	11.70	0.330	0.45
N16-Planta baja	A14-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.28	0.008	0.12
N16-Planta baja	N5-Planta 1	Impulsión	16.0	0.09	0.5	3.00	0.085	0.54
N17-Planta baja	N6-Planta 1	Impulsión	16.0	0.09	0.5	3.00	0.089	0.55
A16-Planta baja	N24-Planta baja	Impulsión	40.0	0.76	0.6	0.27	0.004	0.13
A16-Planta baja	N24-Planta baja	Impulsión	40.0	0.76	0.6	0.28	0.004	0.13
N22-Planta baja	N25-Planta baja	Impulsión	40.0	1.12	0.9	0.24	0.008	0.03
A1-Planta baja	N1-Planta baja	Impulsión	10.0	0.01	0.2	3.37	0.035	0.52
A21-Planta baja	A23-Planta baja	Impulsión	16.0	0.08	0.4	1.07	0.025	0.20
A21-Planta baja	A23-Planta baja	Impulsión	16.0	0.08	0.4	0.24	0.006	0.17
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	40.0	1.12	0.9	0.10	0.003	0.10
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.10	0.003	0.10
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.10	0.003	0.10
A8-Planta baja	A15-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.36	0.010	0.11
A8-Planta baja	A15-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.52	0.015	0.12
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.10	0.003	0.10
A8-Planta baja	A13-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.22	0.007	0.11
A8-Planta baja	A13-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.23	0.007	0.11
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16.0	0.08	0.4	0.10	0.002	0.10
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	40.0	0.76	0.6	0.10	0.001	0.10
A8-Planta baja	A16-Planta baja	Impulsión	40.0	0.76	0.6	1.35	0.020	0.12
A8-Planta baja	A16-Planta baja	Impulsión	40.0	0.76	0.6	0.38	0.005	0.12
A13-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.29	0.009	0.12
A13-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	11.43	0.341	0.46
A14-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.25	0.007	0.11
A14-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.25	0.007	0.11
A15-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.32	0.009	0.13
A15-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	16.0	0.09	0.5	11.63	0.328	0.46
N21-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	16.0	0.08	0.4	0.85	0.020	0.12
N25-Planta baja	A17-Planta baja	Impulsión	40.0	1.12	0.9	0.09	0.003	0.03
N25-Planta baja	A17-Planta baja	Impulsión	40.0	1.12	0.9	0.21	0.006	0.04
A2-Planta baja	N1-Planta baja	Impulsión	10.0	0.01	0.2	0.91	0.015	0.50

N24-Planta baja	A7-Planta baja	Impulsión	40.0	0.76	0.6	2.46	0.036	0.17
N24-Planta baja	A7-Planta baja	Impulsión	40.0	0.76	0.6	0.43	0.006	0.17
A17-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	40.0	1.12	0.9	0.75	0.023	0.06
A17-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión	40.0	1.12	0.9	1.01	0.031	0.09
A23-Planta baja	N21-Planta baja	Impulsión	16.0	0.08	0.4	0.31	0.007	0.17
A23-Planta baja	N21-Planta baja	Impulsión	16.0	0.08	0.4	1.67	0.040	0.16
N26-Planta baja	N2-Planta baja	Impulsión	10.0	0.03	0.3	0.14	0.004	0.42
A3-Planta baja	N3-Planta baja	Impulsión	10.0	0.01	0.2	0.95	0.015	0.56
A6-Planta baja	N22-Planta baja	Impulsión	40.0	1.12	0.9	0.69	0.022	0.02
N4-Planta 1	N21-Planta 1	Impulsión	16.0	0.09	0.5	1.75	0.049	0.60
N5-Planta 1	N34-Planta 1	Impulsión	16.0	0.09	0.5	0.76	0.021	0.56
N6-Planta 1	N45-Planta 1	Impulsión	16.0	0.09	0.5	6.26	0.187	0.74
N15-Planta 1	A6-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.2	0.35	0.010	0.68
N15-Planta 1	N16-Planta 1	Impulsión	10.0	0.03	0.3	3.39	0.104	0.76
N16-Planta 1	A5-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.2	0.15	0.009	0.78
N16-Planta 1	A8-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.2	4.03	0.041	0.82
N17-Planta 1	N15-Planta 1	Impulsión	13.0	0.04	0.3	2.30	0.040	0.65
N17-Planta 1	N19-Planta 1	Impulsión	10.0	0.03	0.3	3.00	0.092	0.71
N19-Planta 1	N20-Planta 1	Impulsión	10.0	0.03	0.3	3.10	0.095	0.80
N20-Planta 1	A4-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.2	0.89	0.014	0.83
N20-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.2	4.75	0.046	0.87
N21-Planta 1	N17-Planta 1	Impulsión	16.0	0.07	0.3	1.20	0.019	0.61
N21-Planta 1	A7-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.2	0.81	0.015	0.63
N21-Planta 1	A9-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.1	4.70	0.031	0.64
N29-Planta 1	A11-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.2	0.12	0.008	0.69
N29-Planta 1	N30-Planta 1	Impulsión	10.0	0.02	0.3	2.35	0.047	0.71
N30-Planta 1	N31-Planta 1	Impulsión	10.0	0.02	0.3	1.31	0.026	0.74
N31-Planta 1	A14-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.1	5.45	0.036	0.79
N31-Planta 1	A10-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.1	3.35	0.023	0.78
N32-Planta 1	N29-Planta 1	Impulsión	13.0	0.04	0.3	1.20	0.016	0.66
N32-Planta 1	N33-Planta 1	Impulsión	10.0	0.02	0.3	1.42	0.029	0.68
N32-Planta 1	N35-Planta 1	Impulsión	10.0	0.02	0.3	4.00	0.101	0.75
N33-Planta 1	A18-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.1	0.23	0.005	0.70
N33-Planta 1	A16-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.1	2.22	0.017	0.71
N34-Planta 1	N32-Planta 1	Impulsión	16.0	0.08	0.4	4.05	0.090	0.65
N34-Planta 1	A13-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.1	2.71	0.020	0.59
N35-Planta 1	A12-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.2	0.10	0.010	0.77
N35-Planta 1	A17-Planta 1	Impulsión	10.0	0.01	0.1	0.31	0.008	0.77
N42-Planta 1	N43-Planta 1	Impulsión	13.0	0.03	0.2	1.41	0.016	0.81
N43-Planta 1	A24-Planta 1	Impulsión	10.0	0.02	0.2	2.74	0.041	0.87
N43-Planta 1	N44-Planta 1	Impulsión	10.0	0.02	0.2	0.29	0.003	0.81
N44-Planta 1	A22-Planta 1	Impulsión	10.0	0.02	0.2	2.62	0.040	0.87
N45-Planta 1	N42-Planta 1	Impulsión	13.0	0.03	0.2	4.88	0.055	0.79
N45-Planta 1	N47-Planta 1	Impulsión	16.0	0.06	0.3	1.65	0.022	0.76
N46-Planta 1	A21-Planta 1	Impulsión	10.0	0.02	0.2	0.58	0.016	0.84
N46-Planta 1	A19-Planta 1	Impulsión	10.0	0.02	0.3	4.53	0.132	0.95
N47-Planta 1	N46-Planta 1	Impulsión	13.0	0.04	0.3	2.47	0.043	0.80
N47-Planta 1	A20-Planta 1	Impulsión	10.0	0.02	0.3	2.87	0.075	0.85
N6-Planta baja	N7-Planta baja	Retorno	10.0	0.03	0.3	1.45	0.046	0.57
N7-Planta baja	A1-Planta baja	Retorno	10.0	0.01	0.2	0.04	0.003	0.57

N7-Planta baja	A2-Planta baja	Retorno	10.0	0.01	0.2	2.62	0.026	0.59
N8-Planta baja	N6-Planta baja	Retorno	10.0	0.03	0.3	0.81	0.026	0.52
N8-Planta baja	N9-Planta baja	Retorno	13.0	0.06	0.4	2.95	0.100	0.60
N9-Planta baja	N10-Planta baja	Retorno	10.0	0.02	0.3	3.65	0.077	0.67
N9-Planta baja	N11-Planta baja	Retorno	10.0	0.02	0.3	4.70	0.099	0.70
N9-Planta baja	A3-Planta baja	Retorno	10.0	0.01	0.2	0.42	0.006	0.60
N10-Planta baja	A11-Planta baja	Retorno	10.0	0.01	0.1	0.30	0.004	0.68
N10-Planta baja	A5-Planta baja	Retorno	10.0	0.01	0.1	4.71	0.030	0.70
N11-Planta baja	A4-Planta baja	Retorno	10.0	0.01	0.1	4.78	0.030	0.73
N11-Planta baja	A12-Planta baja	Retorno	10.0	0.01	0.1	1.07	0.009	0.71
N12-Planta baja	N1-Planta 1	Retorno	16.0	0.09	0.5	3.00	0.092	0.71
N13-Planta baja	N2-Planta 1	Retorno	16.0	0.09	0.5	3.00	0.087	0.67
N14-Planta baja	N3-Planta 1	Retorno	16.0	0.09	0.5	3.00	0.087	0.65
N18-Planta baja	A18-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	0.82	0.025	0.22
N18-Planta baja	A18-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	0.32	0.010	0.23
N19-Planta baja	A19-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	1.07	0.031	0.22
N19-Planta baja	A19-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	0.15	0.004	0.22
N20-Planta baja	A20-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	1.13	0.033	0.21
N20-Planta baja	A20-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	0.17	0.005	0.22
A18-Planta baja	N12-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	0.25	0.008	0.24
A18-Planta baja	N12-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	12.40	0.382	0.62
A19-Planta baja	N13-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	0.25	0.007	0.23
A19-Planta baja	N13-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	11.95	0.348	0.58
A20-Planta baja	N14-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	0.28	0.008	0.22
A20-Planta baja	N14-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	11.43	0.333	0.56
A22-Planta baja	A22-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	0.10	0.003	0.13
A22-Planta baja	N18-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	2.07	0.064	0.20
A22-Planta baja	A22-Planta baja	Retorno	40.0	0.76	0.6	0.10	0.001	0.13
A22-Planta baja	A22-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	0.10	0.003	0.13
A22-Planta baja	N19-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	1.95	0.057	0.19
A22-Planta baja	A22-Planta baja	Retorno	16.0	0.08	0.4	0.10	0.002	0.13
A22-Planta baja	N8-Planta baja	Retorno	16.0	0.08	0.4	14.94	0.365	0.50
A22-Planta baja	A22-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	0.10	0.003	0.13
A22-Planta baja	N20-Planta baja	Retorno	16.0	0.09	0.5	1.57	0.046	0.18
A22-Planta baja	A22-Planta baja	Retorno	40.0	1.12	0.9	0.10	0.003	0.13
A22-Planta baja	A6-Planta baja	Retorno	40.0	1.12	0.9	3.96	0.126	0.13
N23-Planta baja	A22-Planta baja	Retorno	40.0	0.76	0.6	4.50	0.067	0.20
A7-Planta baja	N23-Planta baja	Retorno	40.0	0.76	0.6	0.29	0.004	0.23
A7-Planta baja	N23-Planta baja	Retorno	40.0	0.76	0.6	2.17	0.032	0.23
N1-Planta 1	N38-Planta 1	Retorno	16.0	0.09	0.5	9.78	0.301	1.01
N2-Planta 1	N26-Planta 1	Retorno	16.0	0.09	0.5	1.34	0.039	0.71
N3-Planta 1	N13-Planta 1	Retorno	16.0	0.09	0.5	2.17	0.063	0.71
A4-Planta 1	N12-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.2	1.12	0.012	0.89
N7-Planta 1	A5-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.2	0.27	0.006	0.85
N7-Planta 1	A8-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.2	5.22	0.049	0.89
N8-Planta 1	N7-Planta 1	Retorno	10.0	0.03	0.3	2.40	0.077	0.84
N8-Planta 1	A6-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.2	0.28	0.005	0.77
N9-Planta 1	N8-Planta 1	Retorno	13.0	0.04	0.3	2.83	0.051	0.77
N9-Planta 1	N11-Planta 1	Retorno	10.0	0.03	0.3	2.86	0.091	0.81
N11-Planta 1	N12-Planta 1	Retorno	10.0	0.03	0.3	2.22	0.071	0.88

N12-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.2	5.94	0.054	0.93
N13-Planta 1	N9-Planta 1	Retorno	16.0	0.07	0.3	0.47	0.008	0.72
N13-Planta 1	N14-Planta 1	Retorno	10.0	0.02	0.3	0.92	0.024	0.73
N14-Planta 1	A7-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.2	0.38	0.007	0.74
N14-Planta 1	A9-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.1	5.29	0.034	0.77
N22-Planta 1	A11-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.2	0.15	0.004	0.79
N22-Planta 1	N23-Planta 1	Retorno	10.0	0.02	0.3	2.35	0.049	0.84
N23-Planta 1	N24-Planta 1	Retorno	10.0	0.02	0.3	1.99	0.042	0.88
N25-Planta 1	N22-Planta 1	Retorno	13.0	0.04	0.3	0.50	0.007	0.79
N25-Planta 1	N28-Planta 1	Retorno	10.0	0.02	0.3	1.00	0.021	0.80
N25-Planta 1	N27-Planta 1	Retorno	10.0	0.02	0.3	2.86	0.075	0.86
N26-Planta 1	N25-Planta 1	Retorno	16.0	0.08	0.4	3.27	0.075	0.78
N26-Planta 1	A13-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.1	2.90	0.019	0.73
N28-Planta 1	A18-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.1	0.26	0.003	0.81
N28-Planta 1	A16-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.1	1.39	0.010	0.81
N24-Planta 1	A14-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.1	4.24	0.028	0.91
N24-Planta 1	A10-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.1	2.77	0.018	0.90
N27-Planta 1	A17-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.1	1.85	0.014	0.87
N27-Planta 1	A12-Planta 1	Retorno	10.0	0.01	0.2	0.20	0.006	0.86
N36-Planta 1	N37-Planta 1	Retorno	13.0	0.03	0.2	1.66	0.020	1.05
N37-Planta 1	N39-Planta 1	Retorno	13.0	0.03	0.2	0.39	0.005	1.05
N38-Planta 1	N36-Planta 1	Retorno	13.0	0.03	0.2	1.16	0.014	1.03
N38-Planta 1	N40-Planta 1	Retorno	16.0	0.06	0.3	4.30	0.060	1.07
N39-Planta 1	A24-Planta 1	Retorno	10.0	0.02	0.2	2.40	0.032	1.08
N39-Planta 1	A22-Planta 1	Retorno	10.0	0.02	0.2	2.51	0.034	1.09
N40-Planta 1	N41-Planta 1	Retorno	13.0	0.04	0.3	2.20	0.039	1.11
N40-Planta 1	A20-Planta 1	Retorno	10.0	0.02	0.3	1.76	0.044	1.12
N41-Planta 1	A21-Planta 1	Retorno	10.0	0.02	0.2	0.13	0.004	1.12
N41-Planta 1	A19-Planta 1	Retorno	10.0	0.02	0.3	3.69	0.102	1.22

(\*) Tramo que forma parte del recorrido más desfavorable.

Abreviaturas utilizadas			
<input type="checkbox"/> <i>Diámetro nominal</i>	L	<i>Longitud</i>	
Q <i>Caudal</i>	<input type="checkbox"/> P	<i>Pérdida de presión</i>	
V <i>Velocidad</i>	<input type="checkbox"/> P	<i>Pérdida de presión acumulada</i>	

## MEJORAS AL PROYECTO

Por mejoras al proyecto, se cambia el diámetro de 10mm que pasará a ser 13mm.

**RADIADORES (MODELO NLBA700 TIPO TRADESA-BIASI O SIMILAR)**

Conjunto de recintos	Recintos	Plantas	Pérdidas caloríficas(W)	Número de elementos	Potencia (W)
1	B	Planta 1	6874	5	1131
				5	1131
				3	678
				5	1131
				5	1131
				4	905
	C	Planta 1	6605	4	905
				3	678
				3	678
				5	1131
				5	1131
				5	1131
				5	1131
				4	905
	D	Planta 1	7157	9	2036
				8	1810
				6	1357
				3	678
	A	Planta baja	6874	6	1357
				5	1131
				5	1131
				3	678
				5	1131
				5	1131
				4	905
				4	905



#### I.6.7.4.- Cargas térmicas

##### PARÁMETROS GENERALES

Término municipal: Puentes Viejas

Altitud sobre el nivel del mar: 1012 m

Percentil para invierno: 97.5 %

Temperatura seca en invierno: -5.70 °C

Humedad relativa en invierno: 90 %

Velocidad del viento: 4.4 m/s

Temperatura del terreno: 5.00 °C

Porcentaje de mayoración por la orientación N: 20 %

Porcentaje de mayoración por la orientación S: 0 %

Porcentaje de mayoración por la orientación E: 10 %

Porcentaje de mayoración por la orientación O: 10 %

Suplemento de intermitencia para calefacción: 5 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

##### RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

Calefacción: Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Coniunto de					
1		1					
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C				Temperatura exterior = -5.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0				Humedad relativa exterior =			
Cargas térmicas de calefacción							C.
							SENSIBLE(kcal/
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientació	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Colo		
Fachad	E	29.1	1.87	120	Claro	1599.5	
Fachad	N	11.1	1.87	120	Claro	666.07	
Fachad	O	29.7	1.87	120	Claro	1630.2	
Fachad	S	8.0	1.87	120	Claro	399.28	
Ventanas exteriores							

Núm.	Orientació	Superficie total	U (kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	
2	N		2.3	1.88
1	S		2.2	1.80
<b>Cerramientos interiores</b>				
Tipo	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (kcal/(h m <sup>2</sup> °C))	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	
Forjad	55.9	0.33	632	247.1
<b>Total estructural</b>				<b>4788.42</b>
<b>Cargas interiores totales</b>				
<b>Cargas debidas a la intermitencia de uso</b>				5.0 %
				239.4
<b>Cargas internas totales</b>				<b>5027.84</b>
<b>Ventilación</b>				
<b>Caudal de ventilación total</b>				
				150.9
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>				892.12
				<b>892.12</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b>		<b>105.9 kcal/(h·m<sup>2</sup>)</b>		<b>POTENCIA TÉRMICA</b>
				<b>5920.0</b>

#### Calefacción: Planta 1

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de					
2		1					
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C				Temperatura exterior = -5.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0				Humedad relativa exterior =			
Cargas térmicas de calefacción							C.
							SENSIBLE(kcal/
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientació	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Colo		
Fachad	E	29.3	1.87	120	Claro		1608.7
Fachad	S	10.5	1.87	120	Claro		525.09
Fachad	N	13.4	1.87	120	Claro		802.57
Fachad	O	29.7	1.87	120	Claro		1630.2
Ventanas exteriores							
Núm.	Orientació	Superficie total	U (kcal/(h m²°C))				
1	N		1.2	1.88			70.19
1	N		1.2	1.87			73.77
1	S		2.2	1.80			106.0
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color			
Tejad	60.6	0.23	749	Intermedi			367.2
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)				
Foriad	4.1	0.33	632				18.26
Total estructural							5202.05
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso							5.0 %
							260.1
Cargas internas totales							5462.15
Ventilación							

<b>Caudal de ventilación total</b>	
163.7	967.99
<b>Potencia térmica de ventilación total</b>	<b>967.99</b>
<b>POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE</b> 106.0 kcal/(h·m²)	<b>POTENCIA TÉRMICA</b> 6430.1

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de					
3		1					
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C				Temperatura exterior = -5.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0				Humedad relativa exterior =			
Cargas térmicas de calefacción							C. SENSIBLE(kcal/
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientació	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Colo		
Fachad	N	8.1	1.87	120	Claro		482.86
Fachad	O	29.4	1.87	120	Claro		1615.3
Fachad	S	19.6	1.87	120	Claro		978.39
Fachad	NE	24.7	1.87	120	Claro		1416.4
Ventanas exteriores							
Núm.	Orientació	Superficie total	U (kcal/(h m²°C))				
2	S		3.0	1.84			147.3
3	NE		3.6	1.88			205.8
Cubiertas							
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color			
Tejad	59.4	0.23	749	Intermedi			359.6
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)				
Foriad	57.5	0.33	632				254.1
Total estructural							5460.01
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso							5.0 % 273.0
Cargas internas totales							5733.01
Ventilación							
Caudal de ventilación total							
160.3							947.72
Potencia térmica de ventilación total							947.72
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE			112.5 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA			6680.7

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Coniunto de					
4		1					
Condiciones de proyecto							
Internas				Externas			
Temperatura interior = 21.0 °C				Temperatura exterior = -5.7 °C			
Humedad relativa interior = 50.0				Humedad relativa exterior =			
Cargas térmicas de calefacción							C. SENSIBLE(kcal/
Cerramientos exteriores							1401.5 829.68 1356.1 958.56
Tipo	Orientació	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Colo		
Fachad	O	25.5	1.87	120	Claro		
Fachad	S	16.6	1.87	120	Claro		
Fachad	E	24.7	1.87	120	Claro		
Fachad	N	16.0	1.87	120	Claro		
Ventanas exteriores							41.63 59.91 86.58 76.76
Núm.	Orientació	Superficie total	U (kcal/(h m²°C))				
1	S		0.8	1.97			
1	S		1.2	1.88			
1	N		1.5	1.85			
1	N		1.3	1.87			
Cubiertas							336.9
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)	Color			
Tejad	55.6	0.23	749	Intermedi			
Cerramientos interiores							244.4
Tipo	Superficie (m²)	U (kcal/(h m²°C))	Peso (kg/m²)				
Foriad	55.3	0.33	632				
Total estructural							5392.24
Cargas interiores totales							
Cargas debidas a la intermitencia de uso							5.0 % 269.6
Cargas internas totales							5661.85
Ventilación							887.85
Caudal de ventilación total							
150.2							
Potencia térmica de ventilación total							887.85
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE			117.8 kcal/(h·m²)	POTENCIA TÉRMICA			6549.7

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS

### Calefacción

Conjunto: 1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m³/h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
1	Planta baja	5027.84	150.89	892.12	105.93	5919.96
2	Planta 1	5462.15	163.72	967.99	106.04	6430.14
3	Planta 1	5733.01	160.29	947.72	112.53	6680.72
4	Planta 1	5661.85	150.17	887.85	117.76	6549.70
Total			625.1			
Carga total simultánea						25580.5

## RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie(kcal/(h·m²))	Potencia total(kcal/h)
1	110.5	25580.5

### JUSTIFICACIÓN- DIFERENCIA DE VALORES DE TRANSMITANCIA TÉRMICA RESPETO A LIDER.

Se ha forzado el valor de la transmitancia térmica del cerramiento exterior (1,87) en los cálculos de la demanda de calefacción, ya que si se utilizan los valores exigidos por la normativa (0,43), la potencia de la caldera resultante sería tan pequeña que no representaría la realidad de las necesidades del proyecto. Además, consultados con fabricantes e instaladores de calderas de biomasa estos nos han recomendado instalar una caldera de al menos 30 [kW].

Si hubiéramos realizado los cálculos con  $U=0,43$ , hubiéramos obtenido una potencia de caldera de menos de 10 [kW].

### CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LA CALDERA PARA PRODUCCIÓN DE ACS.

Al disponer de una acumulación de ACS de 1.000l, para dimensionar la potencia de la caldera prima la producción de calor para calefacción, ya que podrían subsistir las viviendas un día entero consumiendo ACS de depósito, sin que funcione la caldera.

### 1.6.7.5- Exigencia de bienestar e higiene

#### Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente

La exigencia de calidad térmica del ambiente se considera satisfecha en el diseño y dimensionamiento de la instalación térmica. Por tanto, todos los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de los valores establecidos.

En la siguiente tabla aparecen los límites que cumplen en la zona ocupada.

Parámetros	Límite
Temperatura operativa en verano (°C)	23 ≤ T ≤ 25
Humedad relativa en verano (%)	45 ≤ HR ≤
Temperatura operativa en invierno (°C)	21 ≤ T ≤ 23
Humedad relativa en invierno (%)	40 ≤ HR ≤
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	V ≤ 0.14

A continuación se muestran los valores de condiciones interiores de diseño utilizadas en el proyecto:

Referencia	Condiciones interiores de diseño		
	Temperatura de verano	Temperatura de invierno	Humedad relativa interior
Dormitorio	24	21	50

#### Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del aire interior

##### Categorías de calidad del aire interior

La instalación proyectada se incluye en un edificio de viviendas, por tanto se han considerado los requisitos de calidad de aire interior establecidos en la sección HS 3 del Código Técnico de la Edificación.

##### Caudal mínimo de aire exterior

El caudal mínimo de aire exterior de ventilación necesario se calcula según el método indirecto de caudal de aire exterior por persona y el método de caudal de aire por unidad de superficie, especificados en la instrucción técnica I.T.1.1.4.2.3.

Se describe a continuación la ventilación diseñada para los recintos utilizados en el proyecto.

Referencia	Caudales de ventilación	
	Por local	Por unidad de superficie(m³/(h·m²))
Dorm. ppal	5	2.7

#### Justificación del cumplimiento de la exigencia de higiene

La instalación interior de ACS se ha dimensionado según las especificaciones establecidas en el Documento Básico HS-4 del Código Técnico de la Edificación.

El sistema de acumulación de agua caliente sanitaria utilizado en la instalación está compuesto por los siguientes elementos de acumulación e intercambio de calor:

Interacumulador de intercambio simple, para producción de ACS

Equipos	Volumen de acumulación(l)
Tipo 1	1000.00

Equipos	Referencia
Tipo 1	Acumulador con serpentín, para producción de A.C.S., modelo Logalux SU 1000 "BUDERUS", de 1000 l de capacidad, altura 1920 mm, diámetro 1100 mm, con cuba de acero vitrificado, ánodo de magnesio, aislamiento térmico de poliuretano flexible de 80 mm de espesor, termómetro analógico y toma para recirculación

#### Justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad acústica

La instalación térmica cumple con la exigencia básica HR Protección frente al ruido del CTE conforme a su documento básico.

#### I.6.7.6.- EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

##### Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en la generación de calor y frío

##### Generalidades

Las unidades de producción del proyecto utilizan energías convencionales ajustándose a la carga máxima simultánea de las instalaciones servidas considerando las ganancias o pérdidas de calor a través de las redes de tuberías de los fluidos portadores, así como el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos.

##### Cargas térmicas

##### *Cargas máximas simultáneas*

A continuación se muestra el resumen de la carga máxima simultánea para cada uno de los conjuntos de recintos:

##### Calefacción

Conjunto: 1						
Recinto	Planta	Carga interna sensible(kcal/h)	Ventilación		Potencia	
			Caudal(m³/h)	Carga total(kcal/h)	Por superficie(kcal)	Total(kcal/h)
1	Planta baja	5027.84	150.89	892.12	105.93	5919.96
2	Planta 1	5462.15	163.72	967.99	106.04	6430.14
3	Planta 1	5733.01	160.29	947.72	112.53	6680.72
4	Planta 1	5661.85	150.17	887.85	117.76	6549.70
<b>Total</b>			<b>625.1</b>			
<b>Carga total simultánea</b>						<b>25580.5</b>

En el anexo aparece el cálculo de la carga térmica para cada uno de los recintos de la instalación.

##### *Cargas parciales y mínimas*

Se muestran a continuación las demandas parciales por meses para cada uno de los conjuntos de recintos.

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes(kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
1	29.70	29.70	29.70

### Potencia térmica instalada

En la siguiente tabla se resume el cálculo de la carga máxima simultánea, la pérdida de calor en las tuberías y el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos con la potencia instalada para cada conjunto de recintos.

Conjunto de recintos	Pinstalada	%qtub	%qequipos	Qcal (kW)	Total(kW)
1	30.00	15.63	2.00	29.70	34.99
Abreviaturas utilizadas					
Pinstalada	Potencia instalada (kW)	%qtub	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para	%qequipos	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de
%qtub	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para	Qcal	Carga máxima simultánea de calefacción (kW)		

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia instalada de calefacción(kW)	Potencia de calefacción(kW)
Tipo 1	30.00	29.70
<b>Total</b>	<b>30.0</b>	<b>29.7</b>

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de Biomasa

### Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en las redes de tuberías y conductos de calor y frío

#### Aislamiento térmico en redes de tuberías

##### Introducción

El aislamiento de las tuberías se ha realizado según la I.T.1.2.4.2.1.1 'Procedimiento simplificado'. Este método define los espesores de aislamiento según la temperatura del fluido y el diámetro exterior de la tubería sin aislar. Las tablas 1.2.4.2.1 y 1.2.4.2.2 muestran el aislamiento mínimo para un material con conductividad de referencia a 10 °C de 0.040 W/(m·K).

El cálculo de la transmisión de calor en las tuberías se ha realizado según la norma UNE-EN ISO 12241.



### **Tuberías en contacto con el ambiente exterior**

Se han considerado las siguientes condiciones exteriores para el cálculo de la pérdida de calor:

Temperatura seca exterior de invierno: -5.7 °C

Velocidad del viento: 4.4 m/s

A continuación se describen las tuberías en el ambiente exterior y los aislamientos empleados, además de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas totales de calor.

Tubería	Ø	□aisl. (W/(m·K))	eaisl. (mm)	Limp. (m)	Lret. (m)	□m.cal. (kcal/(h·m))	qcal. (kcal/h)
Tipo 1	40/42 mm	0.037	27	8.36	11.12	22.49	438.1
Tipo 1	16/18 mm	0.037	25	61.45	78.29	14.07	1965.5
Tipo 1	16/18 mm	0.037	25	14.62	13.19	8.23	228.9
Tipo 1	13/15 mm	0.037	25	13.83	11.70	7.47	190.7
Tipo 1	10/12 mm	0.037	25	79.87	77.89	6.60	1041.8
Tipo 1	10/12 mm	0.037	25	6.90	6.00	11.51	148.6
Tipo 1	13/15 mm	0.037	25	1.70	0.00	14.00	23.9
						<b>Total</b>	<b>4038</b>
<b>Abreviaturas utilizadas</b>							
Ø	Diámetro nominal			Lret.	Longitud de retorno		
□aisl.	Conductividad del aislamiento			□m.cal.	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por		
eaisl.	Espesor del aislamiento			qcal.	Pérdidas de calor para		
Limp.	Longitud de impulsión						

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería de distribución de agua caliente de climatización formada por tubo de polietileno reticulado, colocada superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 25 % al cálculo de la pérdida de calor.

### **Tuberías en contacto con el ambiente interior**

Se han considerado las condiciones interiores de diseño en los recintos para el cálculo de las pérdidas en las tuberías especificados en la justificación del cumplimiento de la exigencia de calidad del ambiente del apartado 1.4.1.

### **Pérdida de calor en tuberías**

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de calefacción(kW)
Tipo 1	30.00
<b>Total</b>	<b>30.00</b>

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de Biomasa

El porcentaje de pérdidas de calor en las tuberías de la instalación es el siguiente:

Calefacción

Potencia de los equipos(kW)	qcal (kcal/h)	Pérdida de calor(%)
30.00	4688.3	15.6

### **Eficiencia energética de los motores eléctricos**

Los motores eléctricos utilizados en la instalación quedan excluidos de la exigencia de rendimiento mínimo, según el punto 3 de la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.6.

### **Redes de tuberías**

El trazado de las tuberías se ha diseñado teniendo en cuenta el horario de funcionamiento de cada subsistema, la longitud hidráulica del circuito y el tipo de unidades terminales servidas.

### **Justificación del cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética en el control de instalaciones térmicas**

#### **Generalidades**

La instalación térmica proyectada está dotada de los sistemas de control automático necesarios para que se puedan mantener en los recintos las condiciones de diseño previstas.

### **Control de las condiciones termohigrométricas**

El equipamiento mínimo de aparatos de control de las condiciones de temperatura y humedad relativa de los recintos, según las categorías descritas en la tabla 2.4.2.1, es el siguiente:

THM-C1:

Variación de la temperatura del fluido portador (agua-aire) en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

Además, en los sistemas de calefacción por agua en viviendas se incluye una válvula termostática en cada una de las unidades terminales de los recintos principales.

THM-C2:

Como THM-C1, más el control de la humedad relativa media o la del local más representativo.

THM-C3:

Como THM-C1, más variación de la temperatura del fluido portador frío en función de la temperatura exterior y/o control de la temperatura del ambiente por zona térmica.

THM-C4:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa media o la del recinto más representativo.

THM-C5:

Como THM-C3, más control de la humedad relativa en locales.

A continuación se describe el sistema de control empleado para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Sistema de control
1	THM-C1

### **Control de la calidad del aire interior en las instalaciones de climatización**

El control de la calidad de aire interior puede realizarse por uno de los métodos descritos en la tabla 2.4.3.2.

Categoría	Tipo	Descripción
IDA-C1		El sistema funciona continuamente
IDA-C2	Control manual	El sistema funciona manualmente. controlado por un interruptor
IDA-C3	Control por tiempo	El sistema funciona de acuerdo a un determinado horario
IDA-C4	Control por	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad

Se ha empleado en el proyecto el método IDA-C1.

### **Justificación del cumplimiento de la exigencia de contabilización de consumos**

La instalación dispone de un sistema que permite el reparto de los gastos correspondientes a cada servicio (calor, frío y agua caliente sanitaria) entre los diferentes usuarios. El sistema previsto, instalado en el tramo de acometida en cada unidad de consumo, permitirá regular y medir los consumos, así como interrumpir los servicios desde el exterior.

La instalación térmica dispone de un dispositivo que permite efectuar la medición y registrar el consumo de combustible y energía eléctrica de forma separada del consumo a otros usos del edificio, además de un dispositivo que registra el número de horas de funcionamiento del generador.

### **Justificación del cumplimiento de la exigencia de recuperación de energía**

#### **Zonificación**

El diseño de la instalación ha sido realizado teniendo en cuenta la zonificación, para obtener un elevado bienestar y ahorro de energía. Los sistemas se han dividido en subsistemas, considerando los espacios interiores y su orientación, así como su uso, ocupación y horario de funcionamiento.

#### **Justificación del cumplimiento de la exigencia de aprovechamiento de energías renovables**

La instalación térmica destinada a la producción de agua caliente sanitaria cumple con la exigencia básica CTE HE 4 'Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria' mediante la justificación de su documento básico.

#### **Justificación del cumplimiento de la exigencia de limitación de la utilización de energía convencional**

Se enumeran los puntos para justificar el cumplimiento de esta exigencia:

- El sistema de calefacción empleado no es un sistema centralizado que utilice la energía eléctrica por "efecto Joule".
- No se ha climatizado ninguno de los recintos no habitables incluidos en el proyecto.
- No se realizan procesos sucesivos de enfriamiento y calentamiento, ni se produce la interacción de dos fluidos con temperatura de efectos opuestos.
- No se contempla en el proyecto el empleo de ningún combustible sólido de origen fósil en las instalaciones térmicas.

#### **Lista de los equipos consumidores de energía**

Se incluye a continuación un resumen de todos los equipos proyectados, con su consumo de energía.

##### **Calderas y grupos térmicos**

Equipos	Referencia
Tipo 1	Caldera de Biomasa

##### **Equipos de transporte de fluidos**

Equipos	Referencia
Tipo 1	Electrobomba centrífuga de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW

#### **I.6.7.7.- EXIGENCIA DE SEGURIDAD**

##### **Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en generación de calor y frío**

###### **Condiciones generales**

Los generadores de calor y frío utilizados en la instalación cumplen con lo establecido en la instrucción técnica 1.3.4.1.1 Condiciones generales del RITE.

###### **Salas de máquinas**

El ámbito de aplicación de las salas de máquinas, así como las características comunes de los locales destinados a las mismas, incluyendo sus dimensiones y ventilación, se ha dispuesto según la instrucción técnica 1.3.4.1.2 Salas de máquinas del RITE.

###### **Chimeneas**

La evacuación de los productos de la combustión de las instalaciones térmicas del edificio se realiza de acuerdo a la instrucción técnica 1.3.4.1.3 Chimeneas, así como su diseño y dimensionamiento y la posible evacuación por conducto con salida directa al exterior o al patio de ventilación.

###### **Almacenamiento de biocombustibles sólidos**

No se ha seleccionado en la instalación ningún productor de calor que utilice biocombustible.

##### **Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad en las redes de tuberías y conductos de calor y frío**

###### **Alimentación**

La alimentación de los circuitos cerrados de la instalación térmica se realiza mediante un dispositivo que sirve para reponer las pérdidas de agua.

El diámetro de la conexión de alimentación se ha dimensionado según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal(kW)	Calor DN(mm)	Frio DN(mm)
$P \leq 70$	15	20
$70 < P \leq 150$	20	25
$150 < P \leq 400$	25	32
$400 < P$	32	40

###### **Vaciado y purga**

Las redes de tuberías han sido diseñadas de tal manera que pueden vaciarse de forma parcial y total. El vaciado total se hace por el punto accesible más bajo de la instalación con un diámetro mínimo según la siguiente tabla:

Potencia térmica nominal(kW)	Calor	Frio
	DN(mm)	DN(mm)

$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

Los puntos altos de los circuitos están provistos de un dispositivo de purga de aire.

### **Expansión y circuito cerrado**

Los circuitos cerrados de agua de la instalación están equipados con un dispositivo de expansión de tipo cerrado, que permite absorber, sin dar lugar a esfuerzos mecánicos, el volumen de dilatación del fluido.

El diseño y el dimensionamiento de los sistemas de expansión y las válvulas de seguridad incluidos en la obra se han realizado según la norma UNE 100155.

### **Dilatación, golpe de ariete, filtración**

Las variaciones de longitud a las que están sometidas las tuberías debido a la variación de la temperatura han sido compensadas según el procedimiento establecido en la instrucción técnica 1.3.4.2.6 Dilatación del RITE.

La prevención de los efectos de los cambios de presión provocados por maniobras bruscas de algunos elementos del circuito se realiza conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.7 Golpe de ariete del RITE.

Cada circuito se protege mediante un filtro con las propiedades impuestas en la instrucción técnica 1.3.4.2.8 Filtración del RITE.

### **Conductos de aire**

El cálculo y el dimensionamiento de la red de conductos de la instalación, así como elementos complementarios (plenums, conexión de unidades terminales, pasillos, tratamiento de agua, unidades terminales) se ha realizado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.2.10 Conductos de aire del RITE.

### **Justificación del cumplimiento de la exigencia de protección contra incendios**

Se cumple la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios que es de aplicación a la instalación térmica.

### **Justificación del cumplimiento de la exigencia de seguridad y utilización**

Ninguna superficie con la que existe posibilidad de contacto accidental, salvo las superficies de los emisores de calor, tiene una temperatura mayor que 60 °C.

Las superficies calientes de las unidades terminales que son accesibles al usuario tienen una temperatura menor de 80 °C.

La accesibilidad a la instalación, la señalización y la medición de la misma se ha diseñado conforme a la instrucción técnica 1.3.4.4 Seguridad de utilización del RITE.

## **I.6.7.8.- PLIEGO DE CONDICIONES**

### **CONDICIONES GENERALES**

#### **AMBITO DE APLICACIÓN.**

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de calefacción, cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto.

#### **DISPOSICIONES GENERALES.**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones. El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

#### **CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Normas Básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua (NIA)
- Normas Tecnológicas de la Edificación, NTE IFC Agua Caliente y NTE IFF Agua Fría.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Reglamento de Aparatos a Presión.
- Norma UNE 19.047 para tubería de acero galvanizado soldada y Norma UNE 19.048 para tubería de acero galvanizado sin soldadura.
- Norma UNE 53-294-92 para tuberías de polietileno.
- Norma UNE 53-399-93 para tuberías de PVC.
- Norma UNE 53-381-89 para tuberías de polietileno reticulado.
- Norma UNE 53-495-95 para tuberías de polipropileno copolímero.
- Norma UNE 53-415 para tuberías de polibutileno.
- Norma UNE EN 10.242 para uniones mediante accesorios de fundición.
- O.M. de 28-12-88 (B.O.E. de 6-3-89) sobre condiciones a cumplir por los contadores.
- Norma UNE 19-900-94 para baterías de contadores.
- Normas Particulares y de Normalización de la Cía. Suministradora de Agua.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
  
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

## SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación. Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad. Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas. El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros. El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

## SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del

trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen. El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:



#### DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos. El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización. Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados. No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

#### REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos. Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista. Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

#### CONDICIONES GENERALES.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo al número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos. En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc, deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de

Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado. La oferta incluirá el transporte de los materiales a pié de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la

labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, sub-sistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones. El Técnico presenciara todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista. En cualquier caso, los trabajos objeto del presente

Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

#### PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN.

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- montaje y pruebas parciales de las redes de agua.
- montaje de salas de máquinas.
- montaje cuadros eléctricos y equipos de control.
- ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la

DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra. La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

#### ACOPIO DE MATERIALES.

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan. El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario. La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro. Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida. Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

#### INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE.

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones. En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo a la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

#### PLANOS, CATALOGOS Y MUESTRAS.

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural. El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc, que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación. El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

#### VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS DE MATERIALES.

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

#### COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS.

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

#### PROTECCIÓN.

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc. Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura anti-oxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento. Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislante, equipos de control, medida, etc, que deberán quedar especialmente protegidos. El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

#### LIMPIEZA DE LA OBRA.

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de tuberías, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales (aparatos sanitarios, griferías, radiadores, convectores, ventiloconectores, cajas reductoras, etc), equipos de salas de máquinas (calderas, quemadores, bombas, maquinaria frigorífica, unidades de tratamiento de aire, etc), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

#### ANDAMIOS Y APAREJOS.

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como calderas, radiadores, unidades de tratamiento de aire, plantas frigoríficas, conductos, tuberías, etc, desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

#### OBRAS DE ALBAÑILERIA.

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc, perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, bancadas, forjados flotantes, pinturas, alicatados, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles. La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

## ENERGIA ELECTRICA Y AGUA.

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para

la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique o contrario.- El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.

## RUIDOS Y VIBRACIONES.

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc). Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

## ACCESIBILIDAD.

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos en patinillos, falsos techos y salas de máquinas.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento. Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir falsos techos, patinillos, etc, debidos a la omisión de dar a conocer a tiempo sus necesidades, correrán a cargo del Contratista. Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad. El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, como válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control, etc.

## CANALIZACIONES.

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Para las tuberías, en particular, se tomarán las precauciones necesarias a fin de que conserven, una vez instaladas, su sección de forma circular.

Las tuberías deberán soportarse de tal manera que en ningún caso quede interrumpido el aislamiento térmico.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

#### MANGUITOS PASAMUROS.

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra; sin embargo, cuando pasen a través de forjados, sobresaldrán 15 mm por la parte superior.

Los manguitos serán contruidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

#### PROTECCIÓN DE PARTES EN MOVIMIENTO.

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodetes de ventiladores, etc, con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

#### PROTECCIÓN DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA.

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

#### CUADROS Y LINEAS ELECTRICAS.

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc, así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa. La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento

Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio. Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 380 V entre fases y 220 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

#### PINTURAS Y COLORES.

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc, serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

#### IDENTIFICACIÓN.

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato. La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia. Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación. Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

#### LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Todas las redes de distribución de agua en circuito cerrado o abierto deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados. Cuando se haya completado la instalación de una red de distribución de un fluido caloportador, el Contratista deberá llenarla con una solución acuosa detergente. A continuación, se pondrán en funcionamiento las bombas y se dejará circular el agua al menos durante dos horas. Después se vaciará la red y se enjuagará con agua limpia procedente de la alimentación.

En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de agua refrigerada y caliente (hasta 100°), una vez completada la limpieza y llenada la red, se comprobará que el agua del circuito tenga un PH ligeramente alcalino, alrededor de 7,5. Si el PH tuviese que ser ácido, se repetirá la operación de limpieza tantas veces como sea necesario.

Después de haber completado las pruebas de estanquidad de una red de distribución de agua sanitaria y antes de poner el sistema en operación, la red deberá desinfectarse, rellenándola en su totalidad con una solución que contenga, al menos, 50 partes por millón de cloro libre. Se somete el sistema a una presión de 4 bar y, durante al menos 6 horas, se irán abriendo todos los grifos, uno por uno, para que el cloro actúe en todos los ramales de la red.

Los filtros de malla metálica puestos para protección de las bombas se dejarán en su sitio por lo menos durante una semana más, hasta tanto se juzgue completada la eliminación de las partículas más finas que puede retener el tamiz de la malla. La limpieza interior de las redes de distribución de aire se efectuará una vez completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conexionar las unidades terminales y montar los elementos de acabado y los muebles. Se pondrán en marcha los ventiladores hasta tanto el aire a la salida de las aperturas presente el aspecto, a simple vista, de no contener polvo.

#### PRUEBAS.

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra. Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes. Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc). Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanquidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc).

#### PRUEBAS FINALES.

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo a lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

#### RECEPCIÓN PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución de los fluidos caloportadores y la situación de las unidades terminales.



- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas recopilativas de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

#### PERIODOS DE GARANTIA.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción. Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales. Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### RECEPCIÓN DEFINITIVA.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

#### PERMISOS.

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

#### ENTRENAMIENTO.

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

#### REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y UTILES ESPECIFICOS.

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

#### SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de tuberías, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc). La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal. En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### RIESGOS.

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc. El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc, debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

#### RESCISIÓN DEL CONTRATO.

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma. Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta

desobediencia en la ejecución de la obra. La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO. En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique. El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pié de obra.

#### PRECIOS.

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones". Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales por los precios unitarios deberán coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo. Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

#### PAGO DE OBRAS.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación. Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla. La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

## CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS TUBERÍAS

### GENERALIDADES.

Las tuberías se identifican por la clase de material, el tipo de unión, el diámetro nominal DN (en mm o pulgadas), el diámetro interior (en mm) y la presión nominal de trabajo PN (en bar), de la que depende el espesor del material.

Las tuberías llevarán marcadas de forma indeleble y a distancias convenientes el nombre del fabricante, así como la norma según la cual están fabricadas. Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas.

Las tuberías se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras, y arrastre que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión.

Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, lubricantes, líquidos limpiadores, adhesivos, etc, se guardarán en locales cerrados.

### MATERIALES Y APLICACIONES.

La calidad de los distintos materiales para tuberías y accesorios queda definida por las normas que se indican a continuación y que deben considerarse como parte integrante de este PCT.

Los colores para tuberías, según el fluido que transporten, vienen recogidos en la norma DIN

2.403. Para los fluidos principales, los colores son los siguientes:

- Agua potable: verde.
- Caliente: verde-blanco-verde.
- Condensada: verde-amarillo-verde.
- De alimentación: verde-rojo-verde.
- Salado: verde-rojo-verde.
- Utilizable de río: verde-negro-verde.
- Sucia desagüe: verde-negro-verde-negro-verde.
- Acido: naranja.
- Aceite: marrón.
- Gas-oil: marrón-amarillo-marrón.
- Gasolina: marrón-rojo-marrón.
- Fuel-oil: marrón-negro-marrón.
- Alquitrán: negro.

### ACERO GALVANIZADO.

La materia prima para la fabricación de este tipo de tuberías será el acero dulce, con bajo contenido en carbono, cuya resistencia a tracción es de un mínimo de 37 kg/mm<sup>2</sup>. Es un tubo de elevada resistencia mecánica y, por ello, permite instalaciones muy duraderas, debiendo soportar perfectamente una presión de trabajo de 15 kg/cm<sup>2</sup>. Las normas aplicables para tuberías galvanizadas son las siguientes:

- 19.047 (85). Tubos de acero soldados y galvanizados para instalaciones interiores de agua fría y caliente.

- 19.048 (85). Tubos de acero sin soldadura, galvanizados, para instalaciones interiores de agua fría y caliente. Los accesorios roscados serán siempre de fundición maleable, según UNE EN 10.242. La galvanización consistirá en un revestimiento interior y exterior obtenido por inmersión en un baño caliente de cinc, con un recubrimiento no inferior a 400 g/m<sup>2</sup>, de acuerdo a las siguientes normas UNE:

- 37.501 (71). Galvanización en caliente. Características. Métodos de ensayo.

- 37.505 (75). Tubos de acero galvanizados en caliente. Características. Métodos de ensayo. Las uniones podrán realizarse de tres formas diferentes:

1/ Por medio de manguitos roscados. Los extremos de los tubos se roscan mediante unas terrajas manuales o eléctricas, sobre estos extremos roscados se introducen los manguitos o piezas que tienen rosca interior y que, comercialmente, se encuentran en forma de tes, codos, curvas, manguitos rectos, etc, para resolver todos los problemas de empalmes. Para evitar las fugas y conseguir una hermeticidad total se utiliza estopa (fibras vegetales), lo que hace de empaquetadura y produce el cierre total a través de los filetes de la rosca, o bien se utiliza cinta de teflón (politetrafluoreileno) que es químicamente inerte a casi todos los ácidos, gases y disolventes, siendo además muy flexible, autolubrificante y antiadhesiva, permitiendo fácilmente el roscado, por tener un bajo coeficiente de fricción.

2/ Por el método +GF+. Está concebido para tubos con racores roscados y se basa en la idea de empalmar el máximo de tubos en el taller, en lugar de hacerlo en la obra, para conseguir una mayor calidad y economía al mismo tiempo. Este sistema es adecuado para la fabricación de instalaciones que se repiten en obra, y que economizan mucho tiempo al llevarlas ya montadas a pie de obra, donde se hacen los últimos empalmes. El sistema requiere un procedimiento de medición uniforme, siempre entre ejes de tubería, requiriendo el atornillado de los tubos hasta el final de las roscas, que tienen que ser exactas para que las longitudes de los tubos puedan ser también matemáticamente exactas. En ningún caso se permitirá la unión por soldadura de la tubería galvanizada. Los tubos de acero no estarán nunca en contacto con el yeso húmedo (su peor enemigo en obra), los oxiclóruos (pisos magnésicos) y las escorias (sulfuros), que pueden atacar al tubo y terminar por perforarlo; cuando vaya enterrado directamente en el terreno se debe proteger con vendas bituminosas. Es atacable también por las aguas ácidas (ph<7). En obra, se debe cubrir con mortero de cemento y arena de río. Aplicaciones: agua para usos sanitarios, fría y caliente hasta 55 grados, condensado de baterías, agua de condensación, aguas residuales de temperatura superior a 40 °C e inferior a 60 °C, aguas pluviales.

## MATERIALES PLASTICOS.

La materia prima utilizada para la fabricación de estos tubos será el policloruro de vinilo (PVC) y el polietileno, ambos materiales termoplásticos, lo cual les permite mediante calentamiento poderlos adaptar a cualquier trazado, quedando con su forma al enfriarse. Estos tubos, por tanto, para conducciones de agua fría son aptos, pero no lo son tanto para el agua caliente, debido a su termoplasticidad. El PVC utilizado en tuberías de plástico deberá ser puro (96 %), admitiendo únicamente en su composición colorantes estabilizadores y materiales auxiliares.

Sus características principales son:

- Densidad de 1,37 a 1,42 kg/dm<sup>3</sup>.
- Temperatura de reblandecimiento: > 80 °C
- Módulo de elasticidad a 20 °C: > 28.000 kg/cm<sup>2</sup>.
- Tensión de rotura a tracción: > 500 kg/cm<sup>2</sup>.

El polietileno también será puro, añadiendo un 2 % de negro de humo y 0,3 % de colorantes estabilizadores y materiales auxiliares. Ahora bien, el polietileno, según sea fabricado a alta o baja presión, dará un producto diferente, denominado de baja densidad el primero y de alta densidad el segundo. Las características de ambos son las siguientes: Baja densidad Alta densidad

Peso específico 0,930 g/ml 0,940 g/ml

Temperatura de reblandecimiento 87 °C 100 °C

Módulo de elasticidad a 20 °C 1.200 kg/cm<sup>2</sup> 9.000 kg/cm<sup>2</sup>

Tensión de rotura a tracción 100 kg/cm<sup>2</sup> 190 kg/cm<sup>2</sup>

Los tubos de plástico se obtienen, por lo general, por inyección-presión, es decir, haciendo pasar el material, reblandecido por el calor, a través de una tobera calibrada al diámetro del tubo a obtener y también por extrusión como variante del anterior procedimiento (una hélice impulsa de modo continuo el material reblandecido a través de una hilera).

También se construyen por colada en moldes y tubos estratificados, obtenidos a partir de una banda de papel o tejido impregnado en el material plástico, en varias capas enrolladas en espiral.

Los tubos de PVC, por lo general, son rígidos, si bien existe un tipo semi-rígido que viene en rollos. Los de polietileno tienen características diferentes, si son de baja densidad son blandos (flexibles y manejables) y si son de alta densidad son duros (soportan mejor las altas temperaturas hasta 70 °C).

Las características más destacables de estos tubos son:

- Gran ligereza.
- Gran conformabilidad en caliente, que permiten de una forma sencilla y rápida, curvarse, desviarse, etc, para adaptarse a cualquier trazado.
- Gran lisura interior, que proporciona una pérdida de carga muy pequeña.
- Buen comportamiento frente a las presiones usuales en las instalaciones de agua fría.
- Gran resistencia a los agentes químicos y a las incrustaciones de las impurezas que puedan contener las aguas.
- Buen aspecto, con un acabado externo agradable.
- Los tubos se pueden fabricar con pigmentos incorporados que evitan el tener que pintarlos, dándoles el color distintivo del agua.

Como características negativas se encuentran:

- Falta de resistencia a temperaturas superiores a 60 °C.
- Envejecimiento prematuro, en determinados medios.
- Elevado coeficiente de dilatación lineal.

La unión de estos tubos se realiza por machiembreado cilíndrico encolado, por lo tanto, los tubos se suministran con copa, de forma que el tubo macho, que suele tener unas décimas de diámetro mayor, entra a presión en la hembra, y entonces se calientan las puntas, se ajustan, se acoplan según el eje de simetría y se deja enfriar. A continuación se separan los tubos, se desenchufan, se limpian y liján para dejarlos rugosos, se aplica la cola a brocha y se pegan, produciéndose una soldadura del material, ya que el pegamento disuelve el material (no se debe exceder en el uso).

Los tubos flexibles de polietileno también se pueden unir mediante acoplamientos elásticos a presión o bien, en las series reforzadas, por rosca.

El tubo de plástico suele ser muy resistente a todos los materiales de obra normales: cal, cemento, yeso, etc. Tampoco tiene los problemas de los tubos metálicos (fenómenos electrolíticos, agresividad de las tierras, etc) no precisando protecciones especiales; sin embargo, le atacan los aldehidos, los éteres y los hidrocarburos, debiéndose evitar el contacto con estos productos.

A continuación se relacionan los diferentes tipos de tuberías de plástico, con indicación de su utilización y de la Norma UNE que le afecta:

Material Norma UNE Utilización Uniones y accesorios

Polietileno 53-394-92 Agua fría Soldadura, piezas plástico, metal.

PVC 53-399-93 Agua fría Adhesivo, junta elástica y piezas de plástico o metálicas

Polietileno reticulado 53-381-89 Agua fría y caliente Piezas metálicas

Polipropileno cop. 53-495-95 Agua fría y caliente Soldadura por polifusión

Polibutileno 53-415 Agua fría y caliente Piezas metálicas y de plástico (roscadas y soldadas por termofusión)

Polipropileno

La materia prima es un producto de síntesis, obtenido por la polimerización del propileno, resultando un copolímero termoplástico.

Las características principales son:

- Densidad: 0,91 - 0,93 g/cm<sup>3</sup>.
- Resistencia a tracción: 300 kg/cm<sup>2</sup>.
- Alargamiento: > 700 %.
- Resistencia a flexión: 450 kg/cm<sup>2</sup>.
- Temperatura de fusión: 160 °C.
- Coeficiente de dilatación:  $1,8 \times 10^{-4}$  1/°C.
- Conductividad térmica: 0,22 kCal/m·h·°C.
- Resistividad eléctrica: 1018 ohmxcm.

El tubo de polipropileno tiene unas características muy importantes, que lo hacen idóneo para su utilización como tubería para instalaciones de fontanería (agua fría), y también para su utilización con agua caliente, tanto en instalaciones de agua caliente sanitaria, como para calefacción por suelo radiante, pudiendo trabajar con garantía hasta temperaturas de 90 °C.

Es muy resistente a la absorción, lo cual le permite trabajar con altas velocidades del agua (hasta 7 m/s).

Las uniones más corrientes son de dos tipos:

- Polifusión. Constituye una unión mediante manguitos, los cuáles al aplicar un elemento calefactor se funden superficialmente, realizándose una auténtica soldadura por fusión del material.
- Por manguitos roscados. Los tubos llevan embebidos de fábrica un elemento roscado de metal (aluminio, con revestimiento estabilizante o latón cromado), con lo cual, las uniones se hacen roscando los manguitos o racores, según los casos, con empaquetadora de teflón, para asegurar su hermeticidad.

## INSTALACIÓN.

### GENERALIDADES.

Antes del montaje, deberá comprobarse que la tubería no está rota, doblada, aplastada, oxidada o de cualquier manera dañada.

Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando, siempre que sea posible, tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a los elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse a las tuberías.

Las tuberías se instalarán lo más próximo posible a los paramentos, dejando únicamente el espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico, si existe, y válvulas, purgadores, etc. La distancia mínima entre tuberías y elementos estructurales u otras tuberías será de 5 cm. Las tuberías, cualquiera que sea el fluido que transportan, correrán siempre por debajo de las canalizaciones eléctricas.

Según el tipo de tubería empleada y la función que ésta debe cumplir, las uniones podrán realizarse por soldadura, eléctrica u oxiacetilénica, encolado, rosca, brida o por juntas de compresión o mecánicas. Los extremos de la tubería se prepararán en la forma adecuada al tipo de unión que se debe realizar.

Antes de efectuar una unión, se repasarán y limpiarán los extremos de las tuberías para eliminar las rebabas que pudieran haberse formado al cortar o aterrajear los tubos, así como cualquier otra impureza que pueda haberse depositado, en el interior y al exterior, utilizando eventualmente productos recomendados por el fabricante. Particular cuidado deberá prestarse a la limpieza de las superficies de las tuberías de materiales plásticos de la cual dependerá la estanquidad de la unión.

Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones. No se permitirá el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos. Las uniones entre tubos de acero y cobre se harán por medio de juntas dieléctricas. El sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

## **TUBERIAS DE CIRCUITOS CERRADOS Y ABIERTOS.**

### **Conexiones.**

Las conexiones de equipos y aparatos a redes de tuberías se harán siempre de forma que la tubería no transmita ningún esfuerzo mecánico al equipo, debido al peso propio, ni el equipo a la tubería, debido a vibraciones.

Las conexiones a equipos y aparatos deben ser fácilmente desmontables por medio de acoplamiento por bridas o roscadas, a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de sustitución o reparación. Los elementos accesorios del equipo, como válvulas de interceptación, válvulas de regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones, etc, deberán instalarse antes de la parte desmontable de la unión hacia la red de distribución. Las conexiones de tuberías a equipos o aparatos se harán por bridas para diámetros iguales o superiores a DN 65. Se admite la unión por rosca para diámetros inferiores o iguales a DN 50.

### **Uniones.**

En las uniones roscadas se interpondrá el material necesario para la obtención de una perfecta y duradera estanquidad.

Cuando las uniones se hagan por bridas, se interpondrá entre ellas una junta de estanquidad, que será de amianto para tuberías que transporten fluidos a temperaturas superiores a 80 grados.

Al realizar la unión de dos tuberías, directamente o a través de una válvula, dilatador, etc, éstas no deberán forzarse para llevarlas al punto de acoplamiento, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud.

No se podrán realizar uniones en el interior de los manguitos pasamuros, en el cruce de muros, forjados, etc. El cintrado de las tuberías, en frío o caliente, es recomendable por ser más económico, fácil de instalar, reducir el número de uniones y disminuir las pérdidas por fricción. Las curvas pueden hacerse corrugadas para conferir mayor flexibilidad. Cuando una curva haya sido efectuada por cintrado, no se presentarán deformaciones de ningún género, ni reducción de la sección transversal. Las curvas que se realicen por cintrado de los tubos se harán en frío hasta DN 50 y en caliente para diámetros superiores, o bien utilizando piezas especiales. El radio de curvatura será lo más grande posible, dependiendo del espacio disponible. El uso de codos a 90° será permitido solamente cuando el espacio disponible no deje otra alternativa. En los tubos de acero soldado el cintrado se hará de forma que la soldadura longitudinal quede siempre en correspondencia de la fibra neutra de la curva. Las derivaciones se efectuarán siempre con el eje del ramal a 45° con respecto al eje de la tubería principal antes de la unión, salvo cuando el espacio disponible lo impida o cuando se necesite equilibrar el circuito.

En los cambios de sección en tuberías horizontales los manguitos de reducción serán excéntricos y los tubos se enrasarán por la generatriz superior para evitar formación de bolsas de aire.



Igualmente, en las uniones soldadas en tramos horizontales las generatrices superiores del tubo principal y del ramal estarán enrasadas.

No se permitirá la manipulación en caliente a pié de obra de tubos de PVC, salvo para la formación de abocardados.

El acoplamiento entre tuberías de materiales diferentes se hará por medio de bridas; si ambos materiales son metálicos, la junta será dieléctrica.

### **Pendientes.**

La colocación de la red de distribución del fluido caloportador se hará siempre de manera que se evite la formación de bolsas de aire.

Los tramos horizontales tendrá una pendiente mínima del 0,2 % hacia el purgador más cercano (0,5 % en caso de circulación natural); esta pendiente se mantendrá en frío y caliente. Cuando, debido a las características de la obra, haya que reducir la pendiente, se utilizará el diámetro de la tubería inmediatamente superior.

La pendiente será ascendente hacia el purgador más cercano y/o hacia el vaso de expansión, cuando éste sea de tipo abierto, y preferiblemente en el sentido de circulación del fluido.

### **Purgas.**

La eliminación de aire en los circuitos se obtendrá de forma distinta según el tipo de circuito.

En circuitos de tipo abierto, como los de distribución de agua (fría o caliente) para usos sanitarios o circuitos de torre de refrigeración, las tuberías tendrán una ligera pendiente, del orden del 0,2 %, hacia las "aperturas" del circuito (grifería y torre), de tal manera que el aire se vea favorecido en su tendencia a desplazarse hacia las partes superiores del circuito y, ayudado también por el movimiento del agua, venga eliminado automáticamente. Sin embargo, en los circuitos cerrados se crean puntos altos debidos al trazado del circuito (finales de columnas y conexiones de unidades terminales) o a las pendientes mencionadas en el punto anterior.

En todos los puntos altos deberá colocarse un purgador que, de forma manual o automática, elimine el aire que allí se acumule.

Cuando se usen purgadores automáticos, éstos serán de tipo de flotador de DN 15, adecuados para la presión de ejercicio del sistema.

Los purgadores deberán ser accesibles y, salvo cuando estén instalados sobre ciertas unidades terminales, la salida de la mezcla aire-agua deberá conducirse a un lugar visible. Sobre la línea de purga se instalará una válvula de esfera o de cilindro DN 15 (preferible al grifo macho).

En salas de máquinas los purgadores serán, preferiblemente, de tipo manual con válvulas de esfera o de cilindro como grifos de purga; su descarga deberá conducirse a un colector común, de tipo abierto, donde si situarán las válvulas de purga, en un lugar visible y accesible.

### **Dilatación.**

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre

tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción. En salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, con curvas de largo radio para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud. Sin embargo, en los tendidos de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, habrá que compensar los movimientos de la tubería por medio de dilatadores axiales. Los compensadores de dilatación han de ser instalados donde se indique en los Planos y, en su defecto, donde se requiera, según la experiencia de la Empresa Instaladora.

### **Filtración.**

Todas las bombas y válvulas automáticas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica. Una vez terminada de modo satisfactorio la

limpieza del circuito y después de algunos días de funcionamiento, los filtros que estén para protección de las bombas podrán ser retirados.

#### **Relación con otros servicios.**

Las tuberías, cualquiera que sea el fluido que transporten, siempre se instalarán por debajo de conducciones eléctricas que crucen o corran paralelamente. Las distancias en línea recta entre la superficie exterior de la tubería, con su eventual aislamiento térmico, y la del cable o tubo protector deben ser iguales o superiores a las siguientes (véase REBT, MIE BT 0.17):

- Tensión < 1.000 v

cable sin protección: 30 cm

cable bajo tubo: 5 cm

- Tensión  $\geq$  1.000 v: 50 cm

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos, como cuadros o motores, salvo casos excepcionales que deberán ser llevados a conocimiento de la DO. En ningún caso se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores o en centros de transformación.

Con respecto a tuberías de distribución de gases combustibles, la distancia mínima será de 3 cm. Las tuberías no atravesarán chimeneas ni conductos de aire acondicionado o ventilación, no admitiéndose ninguna excepción.

#### **Golpe de ariete.**

Para prevenir los efectos de golpes de ariete provocados por la rápida apertura o cierre

de elementos como válvulas de retención instaladas en impulsión de bombas y, en circuitos de agua sanitaria, de grifos, deben instalarse elementos amortiguadores en los puntos cercanos a las causas que los provocan. Cabe recordar que los vasos de expansión, de tipo abierto o cerrado, con o sin membrana, y los depósitos hidro-neumáticos son, de por sí, amortiguadores de golpes de ariete.

En circuitos de agua para usos sanitarios, el dispositivo se colocará al final de las columnas o de ramales importantes y estará constituido por un botellín de pocos centenares de cm<sup>3</sup> de capacidad, con aire en contacto directo con el agua. El colchón de aire del botellín se estará alimentando automáticamente por el aire disuelto en el agua.

Cuando en la red de agua sanitaria estén instaladas llaves de paso rápido o fluxores, el volumen del botellín deberá ser calculado.

En los circuitos en los que el golpe de ariete pueda ser provocado por válvulas de retención, deberá evitarse el uso de válvulas de clapetas y, en circuitos de diámetros superiores a 200 mm, deberán sustituirse las válvulas de retención por válvulas de mariposa motorizadas con acción todo-nada.

#### **Expansión.**

Los circuitos cerrados de agua estarán equipados del correspondiente dispositivo de expansión. El vaso de expansión será de tipo abierto o cerrado, según se indique en las Mediciones.

Si se adoptan vasos de expansión cerrados, el colchón elástico no podrá estar en contacto directo con el agua, si el gas de presurización es aire. La situación relativa de generadores, bombas y vasos de expansión será la que se indica en el esquema hidráulico, con la conexión del vaso de expansión siempre en aspiración de las bombas primarias.

#### **Protecciones.**

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, como tuberías, soportes y accesorios de acero negro, serán recubiertos por dos manos de pintura anti-oxidante a base de resinas sintéticas acrílicas multipigmentadas con minio de plomo, cromados de cinc y óxidos de hierro. La primera mano se dará antes del montaje del elemento metálico, previa una cuidadosa limpieza y sucesivo secado de la superficie a proteger. La segunda mano se dará con el elemento metálico colocado en el lugar

definitivo de emplazamiento, usando una pintura de color netamente diferente de la primera. Los circuitos de distribución de agua caliente para usos sanitarios se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio de magnesio, cinc, aluminio o aleaciones de los tres metales. Pueden utilizarse también equipos que suministren corriente de polarización, junto con un estabilizado de corriente y un ánodo auxiliar.

## SOPORTES.

Para las tuberías de plástico, según el tipo de material empleado, las distancias máximas entre apoyos serán las que se indican en las siguientes tablas:

- Tuberías de PVC a 20 °C (DN = diámetro exterior en mm; PN es la presión nominal de la tubería en bar; distancias en cm).

DN PN4 PN6 PN10

40 75 75

50 80 80

63 90 95

75 100 100 110

90 100 115 130

110 115 130 150

125 125 140 165

140 135 150 175

160 145 165 195

180 155 180 210

200 165 190 225

250 185 215 260

315 210 245 295

400 240 280 320

500 280 320 360

- Tuberías de PE hasta 45 °C (DN = diámetro exterior en mm; PE.50 polietileno de alta densidad; PE.32 polietileno de baja densidad); distancias en cm.

DN PE.50 PE.32

16 50 35

20 55 35

25 60 40

32 65 45

40 75 50

50 80 60

63 90 65

75 100 70

90 110 80

110 120 90

Las tuberías enterradas se colocarán sobre una cama de arena fina de al menos 10 cm de espesor. Después de realizar la prueba de presión, se rellenará de arena hasta llegar 20 cm por encima de la generatriz superior de las tuberías. En correspondencia de cambios de dirección, derivaciones, válvulas, etc, de tuberías enterradas deberán instalarse bloques de anclaje, salvo cuando el fabricante indique lo contrario.

## PRUEBAS HIDROSTATICAS.

Todas las redes, de distribución de agua para usos sanitarios, de evacuación de aguas fecales y pluviales, de circulación de fluidos caloportadores, de agua contra-incendios, etc, deben ser probadas hidrostáticamente antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante, a fin de probar su estanquidad. Todas las pruebas serán efectuadas en presencia de persona delegada por la DO, que deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

Las pruebas podrán hacerse, si así lo requiere la planificación de la obra, subdividiendo la red en partes.

Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, cuando no estén instaladas las unidades terminales. Estos tapones deberán instalarse en el curso del montaje de la red, de tal manera que sirvan al mismo tiempo para evitar la entrada de suciedades.

Antes de la realización de las pruebas de estanquidad, la red se habrá limpiado, llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, utilizando, eventualmente, productos detergentes (el uso de estos productos para la limpieza de tuberías está permitido solamente cuando la red no esté destinada a la distribución de agua para usos sanitarios).

## ORGANIZACIÓN DE COMPROBACION DE ESPECIFICACIONES.

La DO comprobará, al momento de la recepción de los materiales en la obra, la conformidad de éstos con las normas nacionales o extranjeras arriba mencionadas. En caso de dudas sobre la calidad de los mismos, la DO podrá hacer efectuar pruebas en un laboratorio de su elección. Los gastos relativos correrían a cargo del Contratista.

Durante el curso del montaje, la DO ira comprobando paso a paso que el Contratista cumple con las buenas reglas del arte exigidas en este PCT (uniones, soportes, pendientes, etc).

Cuando se trate de grandes redes de distribución de fluidos caloportadores con presiones de ejercicio superiores a 10 bar, la DO podrá exigir, a expensas del Contratista, el examen radiográfico de algunas soldaduras, aparte del certificado de cualificación de la mano de obra empleada.

Por último, la DO presenciará, directamente o a través de persona delegada, todas las pruebas hidráulicas de estanquidad de las redes, comprobando el procedimiento seguido y los resultados obtenidos. La DO hará repetir todas las pruebas cuyos resultados no hayan sido satisfactorios, una vez eliminadas por parte del Contratista las causas que han provocado el fallo.

## CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS VÁLVULAS

### GENERALIDADES.

Las válvulas se identifican por las siguientes características funcionales que, a su vez, dependen de las características físicas de las mismas:

- el caudal, que depende, a paridad de otras condiciones, de la superficie libre de paso. - la pérdida de presión a obturador abierto, que depende, a paridad de otras condiciones, de la forma del paso del fluido.
- la hermeticidad de la válvula a obturador cerrado o presión diferencial máxima, que depende del tipo de cierre y de los materiales empleados.
- la presión máxima de servicio, que depende del material del cuerpo de válvula, las dimensiones y el espesor del material.
- el tipo y diámetro de las conexiones, por rosca, bridas o soldadura.

Los distintos tipos de válvulas se diferencian por la pérdida de presión a obturador

abierto, a paridad de caudal y diámetro, y por la hermeticidad a obturador cerrado, a paridad de presión diferencial máxima.

La importancia de estas características depende de la función que debe ejercer la válvula en el circuito.

En cualquier caso, el acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanquidad al cierre de las válvulas para las condiciones de servicio especificadas. El volante y palanca deben ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de una fuerza razonable, sin la ayuda de medios auxiliares. Además, el órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento térmico de la tubería y del cuerpo de válvula.

Las superficies del asiento y del obturador deben ser recambiables. La empaquetadura debe ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla. Las válvulas roscadas y las válvulas de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre la tubería y el obturador.

En el cuerpo de las válvulas irán troquelados la presión nominal PN, expresada en bar (o  $\text{kg/cm}^2$ ), y el diámetro nominal DN, expresado en mm (o pulgadas), por lo menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

## CONEXIONES.

Salvo cuando se indique diversamente en el PC Particulares o en las Mediciones, las conexiones de las válvulas serán del tipo que se indica a continuación; según el DN de las mismas:

hasta un DN 20 incluido roscadas hembras de DN 25 a DN 65 incluidos roscadas hembras o por bridas DN 80 en adelante por bridas

En cuanto a las conexiones de las válvulas de seguridad, deberán seguirse las siguientes instrucciones:

- el tubo de conexión entre el equipo protegido y la válvula de seguridad no podrá tener una longitud superior a 10 veces el DN de la misma.
- la tubería de descarga deberá ser conducida en un lugar visible de la sala de máquinas.
- la tubería de descarga deberá dimensionarse para poder evacuar el caudal total de descarga de la válvula sin crear una contrapresión apreciable.

Antes de efectuar el montaje de una válvula, en particular cuando ésta sea de seguridad, deberá efectuarse una cuidadosa limpieza de las conexiones y, sobre todo, del interior del orificio.

## APLICACIONES.

Las válvulas se elegirán, en general, considerando las condiciones extremas de ejercicio, presión y temperatura, y la función que deben desempeñar en el circuito. Concretando este aspecto, la elección del tipo de válvula deberá hacerse siguiendo, en orden de preferencia, estos criterios:

- para aislamiento: de esfera, mariposa, asiento, pistón y compuerta.
- para equilibrado de circuitos: de asiento, de aguja o punzón, de macho.
- para vaciado: cilíndricas, de esfera, de macho.
- para llenado: de esfera, de asiento.
- para purga de aire. válvulas automáticas o válvulas manuales de cilindro o esfera.

- para seguridad: válvulas de resorte.
- para retención: de disco, de doble compuerta, de asiento.

Se hará un uso limitado de las válvulas para el equilibrado de los circuitos, debiéndose concebir, en la fase de diseño, un circuito de por sí equilibrado. Salvo expresa autorización del DO, se evitarán las aplicaciones que se describen a continuación:

- válvulas de compuerta de simple cuña para el aislamiento de tramos del circuito en los que la presión diferencial sea superior a 1 bar.
- válvulas de asiento para la interceptación en circuitos con agua en circulación forzada.
- válvulas de compuerta para llenado y vaciado de la instalación.
- válvulas de seguridad del tipo de palanca y contra-peso, por la posibilidad de un desajuste accidental.
- grifos de macho sin prensa-estopas.
- válvulas de retención del tipo de clapeta, por lo menos para diámetros iguales o superiores a DN 25.
- válvulas de retención de cualquier tipo, cuando los diámetros sean superiores a 300 mm.

Para estos casos, podrán utilizarse las mismas válvulas de aislamiento, debidamente motorizadas y enclavadas con los contactores de las respectivas bombas, con un tiempo de actuación de 30 a 90 segundos, según el diámetro.

#### COMPROBACIONES.

La DO comprobará que las válvulas lleguen a obra con certificado de origen industrial y que sus características responden a los requisitos de estas especificaciones. En particular, se centrará la atención sobre el tipo de obturación y el material empleado, así como el diámetro nominal y la presión máxima admitida por la válvula a la temperatura de ejercicio.

#### CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS FILTROS

##### GENERALIDADES.

Todas las bombas y las válvulas automáticas de circuitos de agua deberán estar protegidas por filtros de malla metálica o chapa perforada. Los filtros deberán situarse aguas arriba del elemento a proteger y podrán ser retirados una vez terminada de modo satisfactorio la eliminación de todos los residuos sólidos arrastrados por el fluido. Los filtros se dejarán instalados cuando protejan todo tipo de válvulas automáticas y purgadores, válvulas reductoras de presión, contadores, etc.

Los filtros serán del tipo inclinado en Y o tipo cesta. Las conexiones serán roscadas o por bridas. Las mallas o chapas perforadas tendrán un tamiz de las siguientes características:

- Para protección de bombas:
  - luz máxima de la malla: 0,50 mm
  - diámetro mínimo del hilo: 0,20 mm
- Para protección de válvulas automáticas:
  - luz máxima de la malla: 0,10 mm
  - diámetro mínimo del hilo: 0,06 mm

La superficie total de paso del filtro deberá ser tal que la velocidad del fluido, a filtro limpio, no sea superior a la velocidad en las tuberías de acometida y salida, para limitar la pérdida de presión a valores aceptables.

El tamiz será accesible por medio de una tapa. Los filtros tendrán, además, un tapón roscado para poder efectuar, en funcionamiento, una purga de la materia acumulada. Los filtros se identifican por las siguientes características:

- el tipo, inclinado o de cesta.
- el grado de filtración de la malla.
- la pérdida de carga con el caudal de funcionamiento.
- la presión de trabajo a la temperatura de funcionamiento.
- el tipo y diámetro de las conexiones.
- las dimensiones físicas.

#### MATERIALES.

Los filtros inclinados tendrán el cuerpo y la tapa en hierro fundido, bronce o acero fundido. Los filtros de cesta tendrán el cuerpo y la tapa en chapa de acero y fundición de acero. El tamiz será siempre de acero inoxidable. Las juntas de las tapas serán de cartón klingerit.

#### INSTALACIÓN.

Los filtros se instalarán aguas arriba del aparato a proteger, en un lugar accesible para facilitar las operaciones periódicas de limpieza. Se soportarán independientemente de las tuberías cuando sus dimensiones así lo requieran.

#### COMPROBACIONES.

La DO comprobará que el material llegue a obra con certificado de origen industrial. Se verificarán las características del filtro de acuerdo a las Mediciones. Una vez instalados, se procederá a una limpieza periódica, cuya frecuencia dependerá del estado de suciedad del circuito, hasta tanto se compruebe que el circuito está completamente limpio.

#### CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS AISLADORES DE VIBRACIONES GENERALIDADES.

La maquinaria en movimiento deberá ser aislada de la base sobre la que apoya y de las conducciones a ella conectadas, para evitar la transmisión de vibraciones y eliminar, al mismo tiempo, tensiones recíprocas entre la maquinaria y las conducciones. Podrá evitarse la instalación de aisladores entre la maquinaria y la base solamente cuando ésta apoye directamente sobre el terreno.

#### MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN.

##### BANCADAS.

Bancada de hormigón.

Una bancada de hormigón consiste en un marco rectangular de perfiles normalizados de acero en forma de U, soldados entre sí, de altura igual al 8 % de la distancia máxima entre puntos de apoyo, con un mínimo de 150 mm. Soldadas al marco se dispondrán varillas de acero, a distancia de 200 mm en los dos sentidos.

La bancada estará dotada de ménsulas para el acoplamiento de los soportes elásticos, soldadas al marco de manera que la altura total de montaje sea la menor posible. La bancada estará provista de manguitos para el alojamiento de los pernos de fijación del equipo, en forma de ranura de longitud suficiente para permitir ligeros ajustes de posición. Las dimensiones de la bancada en planta serán por lo menos 100 mm superiores a la proyección en planta del



polígono delimitado por la posición de los pernos de fijación. El marco de la bancada tendrá un acabado resistente a la corrosión. El hormigón de relleno se echará "in situ".

#### **Bancada de acero.**

Estará construida con perfiles normalizados de acero, soldados entre sí, de dimensiones y forma adecuadas al equipo que debe soportar, diseñada para proporcionar un marco rígido y libre de distorsiones.

La altura de la bancada deberá ser igual, por lo menos, al 8 % de la distancia máxima entre puntos de apoyo, con un mínimo de 150 mm.

La bancada estará equipada de ménsulas para el acoplamiento de los soportes elásticos, soldadas a la base de manera que la altura total de montaje sea la menor posible, y provista de taladros en forma de ranura para el paso de los pernos de fijación del equipo. La bancada tendrá un acabado resistente a la corrosión.

### **SOPORTES ELASTICOS.**

#### **De muelle de acero.**

Soporte elástico constituido, esencialmente, por un muelle de acero especial soldado a dos placas terminales.

El muelle tendrá las siguientes características:

- rigidez horizontal igual, al menos, a 1,3 veces la rigidez vertical.
- diámetro exterior igual, al menos, a 0,8 veces la altura en carga.
- capacidad de sobrecarga del 50 % antes de alcanzar la indeformabilidad.

La superficie inferior de la placa de apoyo estará recubierta por una almohadilla amortiguadora de neopreno nervado de al menos 6 mm de espesor o de fibra de vidrio de al menos 12 mm de espesor.

Cada aislador incluirá un perno de fijación, equipado de tuerca y arandelas. Cuando el equipo a soportar esté sujeto a cargas externas o cuando su propio peso varíe (debido, p.e. a drenaje del contenido de agua), el soporte elástico tendrá un dispositivo para limitar la carrera vertical, constituido por una placa de acero fijada al muelle y guiada por medio de pernos aislados con fundas de neopreno.

El fabricante suministrará, para cada tamaño de soporte elástico, la máxima carga admisible (en kg) y la deflexión (en mm), así como las dimensiones en planta y sección.

#### **Almohadillas de neopreno.**

La almohadilla será de simple o doble cara, en este caso con la interposición de un refuerzo de malla de acero, con nervaduras alternativamente altas y bajas.

El neopreno será resistente a los aceites y capaz de soportar una carga permanente de al menos 40 N/cm<sup>2</sup> y de 20 N/cm<sup>2</sup> bajo impacto.

El fabricante suministrará la carga que pueda soportar la almohadilla (en kg o kg/cm<sup>2</sup>), la deflexión máxima, las dimensiones en planta y el espesor.

#### **Almohadilla de fibra de vidrio.**

Estará constituida por fibra de vidrio precomprimida, protegida por una membrana elastomérica impermeable a la humedad, que, al mismo tiempo, permita contener el movimiento del aire entre las fibras; la almohadilla actúa, de esta manera, como un amortiguador viscoso.

El fabricante indicará, para cada modelo, la carga máxima admisible (en kg o kg/cm<sup>2</sup>), deflexión estática, frecuencia natural, dimensiones en planta y espesor.

### **Soportes colgantes.**

Los soportes elásticos para conducciones están constituidos por un marco metálico y un elemento amortiguador. El elemento de amortiguación podrá ser un muelle de acero, una almohadilla de fibra de vidrio o neopreno o ambos. Las características técnicas de los materiales serán las indicadas anteriormente. El marco deberá resistir una sobrecarga igual a 5 veces la carga máxima del elemento elástico, sin romperse o deformarse, y permitir una desalineación del perno de hasta 15 grados sin que tenga lugar el contacto metal con metal.

### **UNIONES ANTI-VIBRATORIAS.**

Son elementos constituidos por un cuerpo central de caucho con extremos de acero, de paso integral, que se acoplan a la tubería mediante bridas. El diámetro del paso del aislador será igual al diámetro nominal de la tubería.

### **UNIONES ANTI-VIBRATORIAS Y DE EXPANSION.**

Cuando en el punto de colocación del aislador de vibraciones sea de temer la presencia de deformaciones térmicas, el aislador deberá estar en condiciones de absorberlas. Las juntas de expansión que cumplen esta doble función están constituidas por un cuerpo de elastómero, que recubre un alma de tejido metálico de alta resistencia, y de dos bridas o manguitos roscados de acoplamiento.

### **SELECCIÓN Y MONTAJE.**

Para la elección del número de soportes amortiguadores y su situación se seguirán las instrucciones del fabricante del equipo.

La selección del soporte amortiguador dependerá de la frecuencia perturbadora de la máquina, el tipo y el peso del mismo y la rigidez del elemento estructural que soporta la máquina.

Las uniones anti-vibratorias no deberán hacerse trabajar a tracción o torsión, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Para evitar estos esfuerzos, es necesario conducir los tramos de tubería conectados a la unión por medio de soportes deslizantes. Si la junta fuera del tipo de expansión, deberán instalarse, además, puntos fijos que limiten el recorrido de dilatación y contracción que absorbe la junta.

Deberá cuidarse que los tornillos de unión entre bridas y contrabridas tengan las cabezas por el lado de la junta, para no dañar el tejido.

La selección de la unión se hará en base al diámetro nominal de la tubería, la presión máxima de trabajo y las deformaciones máximas admisibles en compresión, tracción y desalineación. Cuando una máquina esté montada sobre soportes elásticos, las conexiones eléctricas deberán efectuarse por medio de conducciones flexibles.

### **COMPROBACIONES.**

La DO comprobará que todos los materiales lleguen a obra con certificado de origen industrial. Se comprobará la correcta instalación de los elementos antes mencionados observando que se hayan cumplido las instrucciones de selección y montaje mencionados en el párrafo anterior. En particular, se comprobará que no tenga lugar en ningún punto el contacto metal de equipo con metal del soporte.

## CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS COMPENSADORES DE DILATACIÓN GENERALIDADES.

Los compensadores de dilatación deben instalarse en los lugares indicados en los planos y, en su defecto, donde se requiera, según la experiencia del Contratista. Los dilatadores deberán siempre situarse entre dos anclajes de fijación y deberán ser calculados de tal manera que puedan absorber la dilatación debida a la máxima variación de temperatura previsible. El esfuerzo que, provocado por la reacción de los anclajes, se genere en las fibras del material de la tubería no podrá ser superior a 80 N/m<sup>2</sup>.

Los soportes incluidos entre los puntos fijos deberán permitir el libre movimiento de la tubería, bien porque ésta pueda correr sobre el soporte por medio de un patín, bien por la flexibilidad del mismo soporte.

Si el dilatador es apto para absorber solamente esfuerzos en sentido axial, a los dos lados del mismo deberán situarse soportes que guíen la tubería a moverse exclusivamente en el sentido antes mencionado.

Los compensadores de dilatación podrán ser del tipo de lira, o de fuelle, guiado o no, con o sin movimientos angulares, según se indica en los Planos o en las Mediciones. Un compensador de dilatación se identifica por las siguientes características: - tipo y modelo.

- diámetro nominal (igual al de la tubería).
- presión de servicio.
- movimientos de extensión, compresión y total.
- dimensiones físicas (longitud total y diámetro exterior).
- tipo de conexiones (manguito para soldar o bridas).
- accesorios, como tubo interior y tubo exterior de protección.

Los compensadores de dilatación deberán recubrirse con el mismo espesor de aislamiento que la tubería en la que están instalados; de ninguna manera el aislamiento podrá impedir el movimiento del dilatador.

## MATERIALES.

Los compensadores en forma de lira, Z o L estarán contruidos con el mismo material que la tubería (acero, cobre, etc). El elemento base de los compensadores de fuelle es la membrana de pared múltiple, construida en acero inoxidable 18/8, al igual que el tubo liso interior. El tubo exterior, si existe, será de acero al carbono. Las conexiones pueden ser como manguitos para soldar a la tubería, con bridas montadas por cuellos rebordados o con bridas soldadas. Para diámetros nominales hasta 50 mm la unión será por manguitos; para diámetros superiores la unión se hará por bridas de acero.

## MONTAJE.

Los compensadores de dilatación de fuelle deben montarse con un pretensado previo si están al servicio de redes recorridas por un fluido caliente.

En algunos tipos de dilatadores la membrana se encuentra pretensada de fábrica y para poner el compensador en condiciones de trabajar habrá que soltar el anillo de retención. De lo contrario, habrá que proceder a un pretensado en obra, que deberá efectuarse bajo la supervisión del responsable del Contratista, previo cálculo y siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los compensadores de dilatación se montarán entre dos puntos de anclajes, o puntos fijos. De un lado y otro del compensador, si éste no admite más que movimientos axiales, deberán

instalarse soportes de guiado, uno de los cuales podrá eliminarse si, como es recomendable en la mayoría de los casos, el dilatador se sitúa cerca de un punto fijo. Los compensadores en forma de lira o Z se instalarán en el mismo plano que las tuberías que unen.

#### COMPROBACIONES.

La DO comprobará que el material llegue a obra con certificado de origen industrial. A la recepción del material en obra, se comprobará que éste responde a las características indicadas en Planos y Mediciones, en cuanto se refiere a diámetro nominal, materiales de constitución y recorrido de dilatación. Una vez montados, se comprobará que cada compensador está situado entre dos puntos fijos y, si es de tipo axial, está colocado entre soportes guías.

#### CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS

##### ACUMULADORES ACS

##### GENERALIDADES.

Los depósitos acumuladores de agua caliente para usos sanitarios se definen por el volumen de acumulación y sus dimensiones físicas, en particular diámetro y altura o longitud del cuerpo, según sea de tipo vertical u horizontal.

La entrada de agua fría, situada en la parte baja del depósito, estará equipada con una placa deflectora en la parte interior, con el fin de que la velocidad residual no estorbe la estratificación en el depósito.

Cada depósito vendrá equipado de fábrica de los necesarios manguitos de acoplamiento, soldados antes del tratamiento de protección, para las siguientes funciones:

- manguitos con brida para la entrada de agua fría y la salida de agua caliente. - paso de hombre para inspección del interior del depósito y eventual acoplamiento del serpentín.
- manguitos con brida para la entrada y salida del fluido primario.
- manguitos roscados para accesorios, como termómetro, manómetro y termostatos, provistos de tapones ciegos.
- manguito para el vaciado.
- manguito para el acoplamiento del ánodo de sacrificio.

Se prohíbe efectuar perforaciones y/o soldaduras sobre el cuerpo del depósito una vez efectuado el tratamiento de protección interior.

La superficie exterior del depósito estará protegida por galvanización en caliente o por una pintura metalizada. El depósito estará enteramente recubierto con material aislante, protegido por chapa de aluminio o de acero galvanizado, según se indique en las mediciones.

El espesor del material será tal que el coeficiente global de transmisión de calor sea inferior a  $0,5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

Todos los depósitos irán equipados con uno o más ánodos de aleación de magnesio, con un contenido en metales, como cobre, níquel o hierro, inferior al 0,1 %. El ánodo de sacrificio tendrá una superficie no inferior a  $0,02 \text{ m}^2$  y una masa no inferior a 0,2 kg por cada  $\text{m}^2$  de superficie interior del depósito. El ánodo estará conectado eléctricamente al cuerpo del depósito.

## MATERIALES.

El cuerpo y los fondos bombeados del depósito serán de chapa de acero de calidad, unida por soldadura en atmósfera inerte y posterior tratamiento de protección. El espesor de la chapa estará calculado en función de las dimensiones del depósito y de la presión de trabajo (mínimo de 6 bar). En cualquier caso, el espesor mínimo no será inferior a 3 mm. El depósito será fabricado de acuerdo al Reglamento de Aparatos a Presión.

Todos los depósitos deberán estar homologados por el Ministerio de Industria. El tratamiento de la superficie interior del depósito, efectuado después de la soldadura y previo tratamiento de desengrase, decapado y, eventualmente, chorreado, podrá ser el siguiente:

- galvanizado en caliente.
- recubrimiento con esmalte cocido a alta temperatura.
- recubrimiento en frío por medio de resinas.

En cualquier caso, el material de aportación estará exento de sustancias fisiológicamente perjudiciales, tales como plomo, arsénico, antimonio, cadmio, etc, de acuerdo a la legislación vigente. El serpentín, si existe, será un haz tubular extraíble de cobre. Cada aparato llevará una placa de identificación, situada en un lugar visible y escrita con caracteres indelebles en la lengua oficial, en la que aparecerán al menos los siguientes datos:

- nombre del fabricante y razón social.
- contraseña y fecha de registro de tipo.
- número de fabricación.
- volumen neto de almacenamiento, en litros.
- presión máxima de servicio del aparato, en bar, lado agua sanitaria.

## COMPROBACIONES.

El depósito llegará a obra con certificado de origen industrial. A la recepción del material y antes de la puesta en obra se comprobará, por inspección visual, el recubrimiento interior del depósito. En caso de duda, la DO podrá exigir el envío del depósito a un laboratorio oficial para la inspección de las características químico-físicas y el espesor del recubrimiento. Todos los gastos de las inspecciones correrán a cargo de la empresa instaladora. Se comprobará también que las uniones con las tuberías estén correctamente efectuadas y que el depósito no carece de los accesorios necesarios, en particular de las válvulas de seguridad y de retención.

## CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS TERMOS

### ELÉCTRICOS

#### GENERALIDADES.

Los termos eléctricos, utilizados para la acumulación de agua caliente sanitaria para uso individual, se definen por su capacidad de almacenamiento y la potencia de la resistencia eléctrica.

La presión de prueba del cuerpo deberá ser igual a 1,5 veces la presión de trabajo, y será como mínimo de 6 bar. Los termos eléctricos cumplirán las siguientes normas UNE:

- 20.306 (77). Calentadores de agua eléctricos fijos no instantáneos. Condiciones de seguridad eléctrica.
- 20.307 (67). Termostatos sumergidos para termos eléctricos de acumulación. Reglas particulares.
- 20.308 (67). Dispositivos eléctricos de seguridad para termos eléctricos.

## MATERIALES.

El calderín se construirá con uno de los siguientes procedimientos:

- chapa de acero soldada y posterior galvanizado en caliente.
- chapa de acero inoxidable.
- chapa de acero interiormente vitrificada.
- chapa de acero interiormente recubierta con resinas.

El calderín vendrá equipado de tomas de agua y pletina desmontable para el acceso al interior y a las resistencias. Las resistencias serán de cerámica, tipo de candela, preparadas para tensión de 230 V, con una carga no superior a 6 W/cm<sup>2</sup>. La resistencia hacia tierra no será inferior a 100.000 ohmios. El aislamiento térmico será efectuado con material rígido o flexible, con una protección mecánica en chapa pintada al horno o con una lámina de PVC. El espesor será tal que el coeficiente global de transmisión de calor sea inferior a 0,6 W/m<sup>2</sup>·K. Todos los aparatos irán equipados con un ánodo de aleación de magnesio, con un contenido en metales, como cobre, níquel o hierro, inferior al 0,1 %. El ánodo de sacrificio tendrá una superficie no inferior a 0,02 m<sup>2</sup> y una masa no inferior a 0,2 kg por cada m<sup>2</sup> de superficie interior del depósito. El ánodo estará conectado eléctricamente al cuerpo del calderín.

#### ACCESORIOS.

El termo eléctrico vendrá equipado de los siguientes accesorios:

- termostato de regulación todo-nada, con escala graduada.
- termostato de seguridad de rearme manual, tarado a 90 °C.
- válvula de seguridad DN 15, tarada a la presión máxima de la red de abastecimiento de agua.
- válvula de retención.
- luz piloto.
- bornes de conexión para fase, neutro y tierra, o cable con clavija de conexión.
- conexiones para la entrada y salida del agua.
- soportes de fijación a pared o suelo.

El aparato llevará una placa de identificación, situada en el interior de la tapa del registro de conexiones, en la que se dará, por lo menos, la siguiente información:

- nombre del fabricante.
- volumen neto de acumulación, en litros.
- presión de timbre, en bar.
- potencia, en kW.

#### COMPROBACIONES.

Cuando el aparato llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de la normativa mencionada anteriormente y las condiciones marcadas en esta especificación, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

Se comprobarán también las conexiones hidráulicas, agua fría y caliente, y la acometida eléctrica, de acuerdo a lo indicado anteriormente.

Madrid a noviembre de 2018

Arquitecto

Promotor

Mónica Brox de la Peña

**Agencia de Vivienda Social**