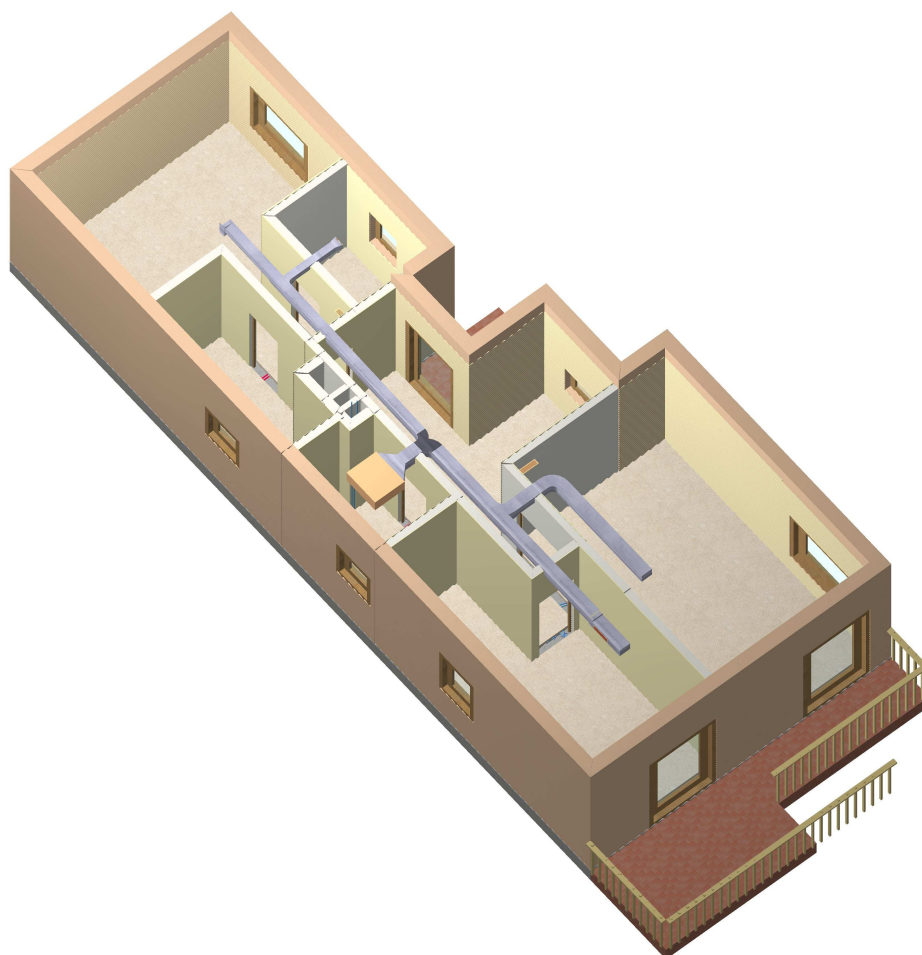




Universidad
Politécnica
de Cartagena



ANÁLISIS ENERGÉTICO DE CYPECAD-MEP Y CE3x EN LA EDIFICACIÓN



ARQUITECTURA TÉCNICA

Autor:

D. JUAN ANTONIO ALARCÓN BLAYA

Director:

D. JOSÉ ANTONIO GUILLÉN MARTÍNEZ

ENERO 2014



Universidad
Politécnica
de Cartagena



ANÁLISIS ENERGÉTICO DE CYPECAD-MEP Y CE3x EN LA EDIFICACIÓN

ARQUITECTURA TÉCNICA

AGRADECIMIENTOS.

La elaboración de este Proyecto Fin de Carrera, ha contado con el apoyo incondicional de muchas personas a las que me gustaría agradecer su colaboración, ya que sin la ayuda de cada una de ellas no habría sido posible su elaboración.

En primer lugar, mi más verdadero agradecimiento a Dr. Eusebio José Martínez Conesa y a D. José Antonio Guillén Martínez (Profesor del presente Proyecto Fin de Carrera) por su atención, esmero, amabilidad y colaboración durante el desarrollo del mismo.

Hacer también mención a la Universidad Politécnica de Cartagena y a todos los profesores encargados de ilustrar y enseñar de la mejor manera posible todos los conocimientos adquiridos en las diversas materias, tras las cuales, durante el desarrollo de las mismas, he ido adquiriendo los conocimientos necesarios para obtener dicha titulación.

No podría terminar este apartado, sin mencionar a mi queridísima familia, a mi padre Francisco Alarcón, a mi madre Maria Blaya y a mi hermana Maria José, ya que sin el apoyo y sacrificio de ellos, nada de eso hubiese sido posible para obtener este nivel de estudios. A mis amigos y compañeros de carrera, Carmelo Húngaro Favieri y a Juan Franciso Marin Tello, a los que siempre estaré agradecido por el apoyo recibido.

Este Proyecto Fin de Carrera, se lo dedico a mi padre Francisco Alarcón Galián ya fallecido.

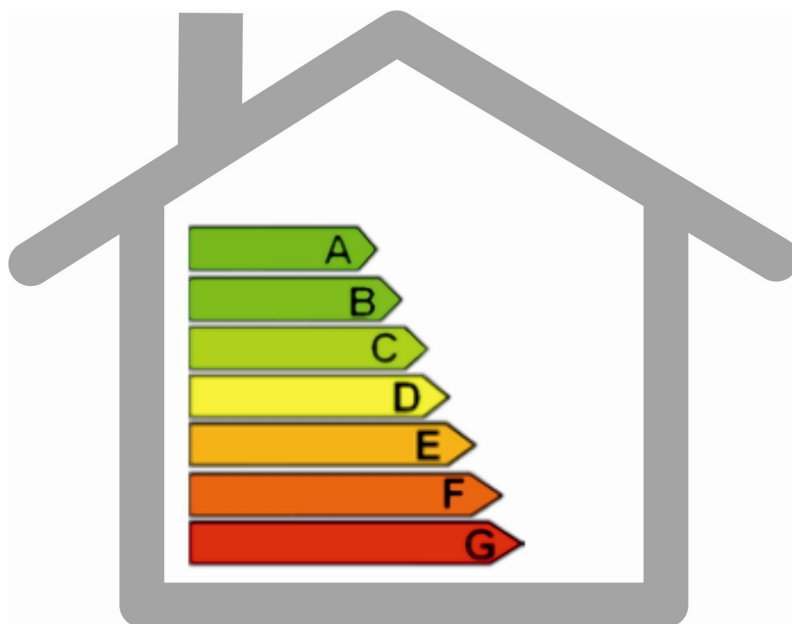
RESUMEN.

Con el objeto de promover la eficiencia energética de los edificios, la Directiva 2002/91/CE y posteriormente la Directiva 2010/31/UE, exigía a los Estados miembros el establecimiento de un procedimiento de certificación dirigido a los edificios, que pusiese a disposición del posible comprador o inquilino, una información objetiva sobre el consumo energético de la vivienda.

El requisito de la eficiencia energética es alcanzar unos niveles óptimos de rentabilidad en la vivienda para conseguir unos consumos de energía casi nulos. Para ello, se tomarán una medidas que incluyen fuentes de energía renovables, el ahorro energético y la eficiencia energética, y el apoyo del cambio hacia una economía con bajas emisiones de carbono. Estas medidas sirven para disminuir nuestra dependencia energética y para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, en una aproximación al cumplimiento del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Este proyecto consiste en analizar, por medio de dos programas CYPECAD-MEP y CE3x basados ambos en el Código Técnico de la Edificación (Documento Básico DB HE de Ahorro de energía), los sistema y estrategias de diseño que consigan disminuir el consumo energético y mejorar de forma sustantiva la eficiencia energética de la vivienda.

Se establece un grado reflejado en la etiqueta de eficiencia energética basado en las emisiones de CO₂ así como por el consumo de energía primaria no renovable, derivadas de los consumos asociados a las necesidades de calefacción, refrigeración, calentamiento de agua, e iluminación.



**ÍNDICE:****PÁGINAS:**

CAPÍTULO I. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	1
1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	3
1.2.- OBJETO.....	3
1.3.- DATOS ESTADÍSTICOS.....	3
1.4.- DESCRIPCIÓN DEL SOLAR.....	4
1.5.- DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.....	4
1.6.- CUADRO DE SUPERFICIES.....	5
1.7.- CRITERIOS DE MEDICIÓN.....	6
1.8.- OBSERVANCIA DE LA NORMATIVA VIGENTE.....	6
1.9.- AISLAMIENTO TÉRMICO.....	7
1.9.1.- EXIGENCIAS BÁSICA HE-1: LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA.....	9
1.9.2.- CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN.....	15
1.9.3.- DESCRIPCIÓN DE PUENTES TÉRMICOS LINEALES.....	21
1.10.- AISLAMIENTO ACÚSTICO.....	23
1.11.- SALUBRIDAD.....	29
1.11.1.- CUMPLIMIENTO DEL CTE DB HS-4.....	31
1.12. CLIMATIZACIÓN.....	49
1.12.1.- EXIGENCIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	51
1.12.2. CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS.....	65
1.12.3.- CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.....	83
1.12.4.- CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCION.....	101
1.12.5.- LISTADO DE CARGAS TÉRMICAS.....	109
1.12.6.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE DEL APARTADO 1.4.1.....	159
1.12.7.- LISTADO RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS.....	163
1.13.- GAS.....	169
1.13.1.- PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN REGULADORA DE GAS.....	171
1.14.- ENERGÍA SOLAR.....	173
1.- MEMORIA.....	177
2.- CÁLCULO.....	191



1.15.- ILUNINACIÓN.....	205
1.15.1.- EXIGENCIAS BASICAS HE-3 (EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUNINACIÓN.....	207
1.15.2.- EXIGENCIAS BÁSICAS SUA-4 (SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA).....	209
1.15.3.- CÁLCULO: ILUMINACIÓN.....	213
1.16.- ELECTRICIDAD.....	227
1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.....	231
2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA.....	239
CAPÍTULO II. CYPECAD-MEP Ce2. PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	257
1.- DATOS DE PARTIDA.....	261
2.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN.....	268
3.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN.....	270
4.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS.....	271
5.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL.....	272
CAPÍTULO III. CE3x CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.....	275
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	279
CAPÍTULO V. BIBLIOGRAFÍA.....	285
CAPÍTULO VI. PLANOS.....	293
1.- SITUACIÓN.	
2.- ESTUDIO TÉRMICO.	
2.1.- PLANTA SÓTANO - PLANTA BAJA.	
2.2.- PLANTA PRIMERA - PLANTA TABIQUILLOS.	
3.- ESTUDIO ACÚSTICO.	
3.1.- PLANTA SÓTANO - PLANTA BAJA.	
3.2.- PLANTA PRIMERA - PLANTA TABIQUILLOS.	
4.- SALUBRIDAD (ABASTECIMIENTO DEL AGUA).	
4.1.- PLANTA SÓTANO.	
4.2.- PLANTA BAJA.	
4.3.- PLANTA PRIMERA.	
4.4.- ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN INTERIOR.	
4.5.- ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.	



5.- CLIMATIZACIÓN.

5.1.- CLIMATIZACIÓN (REFRIGERACIÓN). PLANTA BAJA - PLANTA PRIMERA.

5.2.- CLIMATIZACIÓN (SUELO RADIANTE). PLANTA SÓTANO - PLANTA BAJA.

5.3.- CLIMATIZACIÓN (SUELO RADIANTE). PLANTA PRIMERA.

5.4.- CLIMATIZACIÓN (ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y SUELO RADIANTE).

6.- GAS.

6.1.- PLANTA SÓTANO.

6.2.- PLANTA BAJA.

6.3.- ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN.

7.- ENERGÍA SOLAR.

7.1.- PLANTA SÓTANO - PLANTA CUBIERTA.

7.2.- ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.

7.3.- ESQUEMA ISOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN.

8.- ILUMINACIÓN.

8.1.- PLANTA SÓTANO - PLANTA BAJA.

8.2.- PLANTA PRIMERA.

9.- ELECTRICIDAD.

9.1.- PLANTA SÓTANO.

9.2.- PLANTA BAJA.

9.3.- PLANTA PRIMERA.

9.4.- PLANTA CUBIERTA.

9.5.- ESQUEMA UNIFILAR.

**ÍNDICE FIGURAS:****PÁGINAS:****CAPÍTULO I**

Figura I.1. <i>Emplazamiento de la vivienda.....</i>	4
Figura I.2. <i>Derivaciones a cuartos húmedo y ramales de enlace.....</i>	42
Figura I. 3. <i>Sombras proyectadas sobre los captadores.....</i>	195
Figura I. 4. <i>Disposición de las luminarias.....</i>	215
Figura I. 5. <i>Valores calculados de iluminancia.....</i>	216
Figura I. 6. <i>Posición de los valores pésimos de las luminarias.....</i>	216
Figura I. 7. <i>Disposición de las luminarias.....</i>	217
Figura I. 8. <i>Diagrama de los valores de iluminancia.....</i>	218
Figura I. 9. <i>Posición de los valores pésimos calculados.....</i>	218
Figura I. 10. <i>Disposición de las luminarias.....</i>	219
Figura I. 11. <i>Diagrama de los valores calculados de iluminancia.....</i>	220
Figura I. 12. <i>Posición de los valores pésimos calculados.....</i>	220
Figura I. 13. <i>Disposición de las luminarias.....</i>	221
Figura I. 14. <i>Características de la iluminancia.....</i>	221
Figura I. 15. <i>Posición de los valores pésimos calculados.....</i>	222
Figuras I. 16. <i>Curvas fotométricas.....</i>	226
Figura I.17. <i>Leyenda de electricidad.....</i>	256

**ÍNDICE TABLAS:****PÁGINAS:****CAPÍTULO I**

Tabla I.1. <i>Datos estadísticos</i>	3
Tabla I.2. <i>Cuadro de superficies</i>	5
Tabla I.3. <i>Cálculo de los parámetros de la demanda energética</i>	12
Tabla I.4. <i>Conformidad de la demanda energética</i>	13
Tabla I.5. <i>Conformidad de las condensaciones</i>	14
Tabla I.6. <i>Factor de reducción de recintos no calefactados</i>	16
Tabla I.7. <i>Coeficiente de acoplamiento</i>	16
Tabla I.8. <i>Coeficiente de acoplamiento 2</i>	17
Tabla I.9. <i>Coeficiente de acoplamiento 3</i>	18
Tabla I.10. <i>Coeficiente de acoplamiento 4</i>	18
Tabla I.11. <i>Coeficiente de acoplamiento 5</i>	19
Tabla I.12. <i>Coeficiente de acoplamiento 6</i>	19
Tabla I.13. <i>Puentes térmicos</i>	21
Tabla I.14. <i>Valores límite de aislamiento acústico</i>	27
Tabla I.15. <i>Condiciones mínimas de suministro</i>	39
Tabla I.16. <i>Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos</i>	42
Tabla I.17. <i>Diámetros mínimos de alimentación</i>	43
Tabla I.18. <i>Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.</i>	43
Tabla I.19. <i>Cálculo hidráulico de las acometidas</i>	45
Tabla I.20. <i>Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación</i>	45
Tabla I.21. <i>Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares</i>	46
Tabla I.22. <i>Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.</i>	46
Tabla I.23. <i>Cálculo hidráulico de las bombas de circulación</i>	46
Tabla I.24. <i>Cargas máximas simultáneas para la refrigeración</i>	53
Tabla I.25. <i>Cargas máximas simultáneas para la calefacción</i>	54
Tabla I.26. <i>Cargas parciales y mínimas para la refrigeración</i>	54
Tabla I.27. <i>Cargas parciales y mínimas para la calefacción</i>	54
Tabla I.28. <i>Potencia térmica instalada</i>	55
Tabla I.29. <i>Potencia instalada</i>	56
Tabla I.30. <i>Tuberías en el ambiente exterior y aislamientos empleados, pérdidas totales</i>	58
Tabla I.31. <i>Tuberías en el ambiente interior y aislamientos empleados, pérdidas totales</i>	58
Tabla I.32. <i>Potencia instalada</i>	59
Tabla I.33. <i>Porcentaje de pérdidas de calor en refrigeración</i>	59
Tabla I.34. <i>Porcentaje de pérdidas de calor en calefacción</i>	59
Tabla I.35. <i>Potencia específica de los equipos de propulsión de fluidos</i>	60
Tabla I.36. <i>Sistema de control empleado en el conjunto de recintos</i>	62
Tabla I.37. <i>Control de la calidad del aire interior</i>	62
Tablas I.38. <i>Equipos de transporte de fluidos</i>	64
Tabla I.39. <i>Parámetros del bienestar térmico</i>	67
Tabla I.40. <i>Condiciones interiores de diseño</i>	68
Tabla I.41. <i>Ventilación diseñada</i>	68
Tabla I.42. <i>Carga máxima simultánea de la refrigeración</i>	70
Tabla I.43. <i>Carga máxima simultánea de la calefacción</i>	70
Tabla I.44. <i>Demandas parciales por meses de la refrigeración</i>	71
Tabla I.45. <i>Demandas parciales por meses de la calefacción</i>	71
Tabla I.46. <i>Potencia térmica instalada</i>	72
Tabla I.47. <i>Tuberías en el ambiente exterior y los aislamientos empleados</i> ...	74



Tabla I.48. <i>Tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados...</i>	74
Tabla I.49. <i>Potencia instalada.....</i>	75
Tabla I.50. <i>Porcentaje de pérdidas de calor.....</i>	75
Tabla I.51. <i>Potencia específica de los equipos de propulsión.....</i>	76
Tabla I.52. <i>Sistema de control empleado en los recintos.....</i>	77
Tabla I.53. <i>Control de calidad del aire interior.....</i>	78
Tablas I.54. <i>Consumo de energía de los diferentes equipos.....</i>	80
Tabla I.55. <i>Diámetro de la conexión de alimentación.....</i>	81
Tabla I.56. <i>Diámetro mínimo.....</i>	81
Tabla I.57. <i>Sistema de conducción de aire, conductos.....</i>	85
Tabla I.58. <i>Sistemas de conducción de aire, difusores y rejillas.....</i>	86
Tablas I.59. <i>Sistemas de conducción de agua.....</i>	91
Tabla I.60. <i>Unidades no autónomas para climatización.....</i>	91
Tabla I.61. <i>Cálculo de la carga térmica.....</i>	92
Tablas I.62. <i>Temperatura máxima de superficie.....</i>	92
Tabla I.63. <i>Armarios introducidos en el proyecto y número de circuitos.....</i>	94
Tabla I.64. <i>Parámetros para el diseño.....</i>	95
Tabla I.65. <i>Parámetros para el diseño 2.....</i>	96
Tabla I.66. <i>Parámetros para el diseño 3.....</i>	98
Tabla I.67. <i>Selección de la caldera o bomba de calor.....</i>	99
Tabla I.68. <i>Resumen de recintos no calefactados.....</i>	102
Tabla I.69. <i>Coeficiente de acoplamiento.....</i>	103
Tabla I.70. <i>Coeficiente de acoplamiento.....</i>	105
Tabla I.71. <i>Coeficiente de acoplamiento.....</i>	106
Tabla I.72. <i>Cálculo de los recintos.....</i>	112
Tabla I.73. <i>Cálculo de los recintos.....</i>	113
Tabla I.74. <i>Cálculo de los recintos.....</i>	114
Tabla I.75. <i>Cálculo de los recintos.....</i>	115
Tabla I.76. <i>Cálculo de los recintos.....</i>	116
Tabla I.77. <i>Cálculo de los recintos.....</i>	117
Tabla I.78. <i>Cálculo de los recintos.....</i>	118
Tabla I.79. <i>Cálculo de los recintos.....</i>	119
Tabla I.80. <i>Cálculo de los recintos.....</i>	120
Tabla I.81. <i>Tabla de carga térmica.....</i>	157
Tabla I.82. <i>Potencia de los recintos.....</i>	158
Tabla I.83. <i>Parámetros del bienestar térmico.....</i>	161
Tabla I.84. <i>Condiciones interiores de diseño.....</i>	161
Tabla I.85. <i>Ventilación de los recintos.....</i>	162
Tabla I.86. <i>Cargas térmicas.....</i>	166
Tabla I.87. <i>Potencia de los recintos.....</i>	167
Tabla I.88. <i>Parámetros de cálculo de la instalación reguladora de gas.....</i>	171
Tabla I.89. <i>Tabla de coordenadas.....</i>	179
Tabla I.90. <i>Orientación e inclinación.....</i>	179
Tabla I.91. <i>Orientación e inclinación del sistema de captación.....</i>	179
Tabla I.92. <i>Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras.....</i>	180
Tabla I.93. <i>Tipo y disposición de los captadores.....</i>	180
Tabla I.94. <i>Volúmenes de acumulación y áreas de intercambio.....</i>	183
Tabla I.95. <i>Caudal y presión de la bomba de circulación.....</i>	184
Tabla I.96. <i>Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas.....</i>	193
Tabla I.97. <i>Coeficiente de simultaneidad.....</i>	194
Tabla I.98. <i>Demanda energética para cada mes.....</i>	194
Tabla I.99. <i>Orientación e inclinación.....</i>	195



Tabla I.100. <i>Porcentaje de inclinación y orientación.....</i>	196
Tabla I.101. <i>Cobertura solar.....</i>	196
Tabla I.102. <i>Volumen de ocupación.....</i>	198
Tabla I.103. <i>Potencia eléctrica de la bomba de circulación.....</i>	201
Tablas I.104. <i>Eficiencia energética.....</i>	207
Tabla I.105. <i>Alumbrado normal en zonas de circulación.....</i>	211
Tabla I.106. <i>Alumbrado general.....</i>	211
Tabla I.107. <i>Disposición de las luminarias.....</i>	211
Tabla I.108. <i>Características de la instalación.....</i>	212
Tabla I.109. <i>Condiciones de servicio.....</i>	212
Tabla I.110. <i>Iluminación de las señales de seguridad.....</i>	212
Tabla I.111. <i>Dimensión del recinto.....</i>	215
Tabla I.112. <i>Características del alumbrado de sótano.....</i>	215
Tabla I.113. <i>Características de las luminarias del sótano.....</i>	215
Tabla I.114. <i>Valores de cálculo de las luminarias.....</i>	216
Tabla I.115. <i>Alumbrado de emergencia.....</i>	217
Tabla I.116. <i>Cantidad de alumbrado de emergencia.....</i>	217
Tabla I.117. <i>Características del alumbrado.....</i>	217
Tabla I.118. <i>Dimensión del recinto.....</i>	219
Tabla I.119. <i>Características del alumbrado.....</i>	219
Tabla I.120. <i>Cantidad de luminarias en el cuarto de máquinas.....</i>	219
Tabla I.121. <i>Características de las luminarias.....</i>	220
Tabla I.122. <i>Características de las luminarias.....</i>	220
Tabla I.123. <i>Cantidad dealumbrado de emergencia.....</i>	221
Tabla I.124. <i>Características de las luminarias.....</i>	221
Tabla I.125. <i>Denominación de la electrificación.....</i>	233
Tabla I.126. <i>Coeficiente de simultaneidad.....</i>	234
Tabla I.127. <i>Características de la derivación.....</i>	235
Tabla I.128. <i>La composición del cuadro y los circuitos interiores.....</i>	237
Tabla I.129. <i>Equipos para la producción de A.C.S. y climatización.....</i>	237
Tabla I.130. <i>Distribución de fases.....</i>	250
Tabla I.131. <i>Caraterísticas de las derivaciones individuales.....</i>	251
Tabla I.132. <i>Composición del cuadro y los circuitos interiores.....</i>	253
Tabla I.133. <i>Sobrecarga y cortocircuito.....</i>	255

CAPÍTULO II

Tabla II.1. <i>Características generales.....</i>	261
Tabla II.2. <i>Parámetros característicos de muros y huecos.....</i>	261
Tabla II.3. <i>Parámetros característicos de suelos, cubiertas y cerramientos.....</i>	262
Tabla II.4. <i>Justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar, sur.....</i>	265
Tabla II.5. <i>Justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar, sureste.....</i>	266
Tabla II.6. <i>Justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar, suroeste.....</i>	267
Tablas II.7. <i>Calificación energética en calefacción.....</i>	269
Tabla II.8. <i>Calificación energética en refrigeración.....</i>	270
Tabla II.9. <i>Calificación energética en agua sanitaria.....</i>	271
Tabla II.10. <i>Calificación energética global.....</i>	273

CAPÍTULO III

Tabla III. 1. <i>Envoltente térmica.....</i>	277
Tabla III. 2. <i>Instalaciones térmicas.....</i>	277
Tabla III. 3. <i>Calificación Energética.....</i>	278

CAPÍTULO V

Tabla V.1. <i>Factor adimensional en función del diámetro exterior de la tubería.....</i>	290
Tabla V.2. <i>Tipos de suelo radiante.....</i>	291



CAPÍTULO I.

MEMORIA DESCRIPTIVA



CAPÍTULO I.

MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.

Este documento desarrolla el **ANÁLISIS ENERGÉTICO DE CYPECAD-MEP Y CE3x EN LA EDIFICACIÓN** proyectada en Alhama de Murcia en el camino del Rambiar.

1.2.- OBJETO.

El proyecto lo desarrolla el Arquitecto Técnico Juan Antonio Alarcón Blaya por encargo de la Universidad Politécnica de Cartagena en calidad de propietario del Análisis Energético de la vivienda unifamiliar. Este proyecto consiste en especificar y justificar las diferentes Certificaciones Energéticas, realizando una comparativa de las mismas en relación a cada una de las instalaciones que se han diseñado y calculado en este proyecto.

1.3.- DATOS ESTADÍSTICOS.

Promotor:	Universidad Politécnica de Cartagena.
Domicilio:	Paseo Alfonso XIII, Nº 50. Cartagena.
Localidad:	30.203 Cartagena.
Provincia:	Murcia.
Proyecto:	Análisis Energético de CYPE-MEP y CE3x en la edificación.
Emplazamiento:	Camino del Rambiar.
Localidad:	30.840 Alhama de Murcia.
Provincia:	Murcia.
Referencia catastral:	30008 A 018000310000LO
Polígono:	18
Parcela:	31
Superficie:	2.409 m ²
Suelo:	Urbano

Tabla I.1. Datos estadísticos.

1.4.- DESCRIPCIÓN DEL SOLAR.

De la documentación gráfica, cartografía catastral, se aprecia un solar de proporciones sensiblemente rectangulares, alargada de unos 51.00 metros por 50.70 metros de anchura con acceso Sur a vial público y entre medianeras Norte, Este y Oeste.

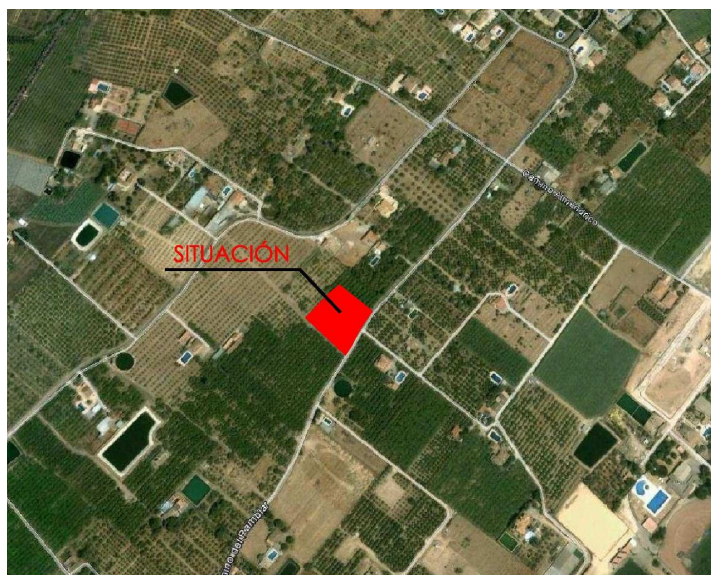


Figura I.1. *Emplazamiento de la vivienda.*

1.5.- DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.

Se trata de una vivienda unifamiliar aislada con orientación Sur. Está formada por planta sótano bajo rasante, dos plantas sobre rasante y con planta de cubierta inclinada



1.6.- CUADRO DE SUPERFICIES.

CUADRO DE SUPERFICIES		
SUPERFICIES (m ²)	SUPERFICIE ÚTIL	SUPERFICIE CONSTRUIDA
PLANTA SÓTANO		103.70 m²
Garaje	75.65 m ²	
Vestíbulo	3.90 m ²	
Cuarto de máquinas	5.55 m ²	
TOTAL P.SÓTANO	85.10 m²	103.70 m²
PLANTA BAJA		102.00 m²
Porche acceso	3.50 m ²	
Vestíbulo	4.25 m ²	
Distribuidor	8.50 m ²	
Salón-comedor	21.40 m ²	
Cocina	14.30 m ²	
Aseo	4.10 m ²	
Baño	6.00 m ²	
Dormitorio 1	18.00 m ²	
Vestidor	3.65 m ²	
Porche	11.90 m ²	
TOTAL P. BAJA	95.60 m²	
SUPERFICIE CONSTRUIDA PORCHES	13.06 m ² /50%	6.53 m²
		108.53 m²
PLANTA PRIMERA		103.76 m²
Distribuidor	12.15 m ²	
Dormitorio 2	13.35 m ²	
Dormitorio 3	10.90 m ²	
Dormitorio 4	15.00 m ²	
Baño	4.90 m ²	
Lavadero	4.90 m ²	
Terraza	16.50 m ²	
Balcón	2.95 m ²	
TOTAL P.PRIMERA	80.65 m²	103.76 m²
SUPERFICIE CONSTRUIDA ALEROS	84.33 m ² /50%	42.17 m²
TOTAL VIVIENDA	261.35 m²	358.16 m²

Tabla I.2. Cuadro de superficies.



1.7.- CRITERIOS DE MEDICIÓN.

Para la medición de superficies útiles y construidas se han seguido los siguientes criterios. Así, la **superficie útil** es la que queda delimitada en su interior por los elementos materiales de su construcción, debidamente acabados, con cerramientos exteriores, divisiones, estructuras etc., correspondientes a su trazado en planta no pudiendo computarse como tal superficie aquella que no disponga de una altura mínima libre de suelo a techo de 1.5 metros. Para el cálculo de la **superficie construida** se considerarán los cuerpos volados en el caso de estar cubiertos y los porches, de tal forma que si estuvieran cerrados por uno o dos de sus lados computaran el 50% y el 100% en el caso de estar cerrados en tres de sus lados.

Igualmente se considerarán las instalaciones para el servicio de la vivienda tales como el cuarto de máquinas.

1.8.- OBSERVANCIA DE LA NORMATIVA VIGENTE.

La ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, de la que nace el Código Técnico de la Edificación, es el pilar fundamental para el proceso de la edificación. En el marco reglamentario de la edificación, son de obligado cumplimiento otras reglamentaciones técnicas de carácter básico como las que se citan el Capítulo de la Bibliografía.



1.9.- AISLAMIENTO TÉRMICO.



1.9.- AISLAMIENTO TÉRMICO.

1.9.1- EXIGENCIAS BÁSICA HE-1: LIMITACIÓN DE DEMANDA ENERGÉTICA.

Fichas justificativas de la opción simplificada.

Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios.

ZONA CLIMÁTICA	B3	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
----------------	----	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

Muros (U_{Mm}) y (U_{Tm})					
Tipos		A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
N	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	47.70	0.39	18.82	$\Sigma A = 92.40 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 37.17 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.40 \text{ W/m}^2\text{K}$
	P.T. Dintel: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.29	1.00	0.29	
	P.T. Jambas: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.50	1.00	0.50	
	P.T. Alféizar: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.29	1.00	0.29	
	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	31.49	0.40	12.44	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	11.09	0.38	4.23	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	1.03	0.57	0.59	
E	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	2.84	0.38	1.08	$\Sigma A = 47.17 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 18.98 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.40 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	25.33	0.39	9.94	
	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	16.41	0.40	6.48	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	2.59	0.57	1.48	
O	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	17.34	0.39	6.84	$\Sigma A = 34.66 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 15.20 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.44 \text{ W/m}^2\text{K}$
	P.T. Dintel: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.57	1.00	0.57	
	P.T. Jambas: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	1.53	1.00	1.53	
	P.T. Alféizar: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	0.57	1.00	0.57	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	4.75	0.38	1.81	
	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	6.92	0.40	2.74	
	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	2.96	0.38	1.13	



S	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	4.40	0.38	1.68	$\Sigma A = 77.30 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 33.93 \text{ W/K}$ $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.44 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	43.49	0.39	17.06	
	P.T. Dintel: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	1.11	1.00	1.11	
	P.T. Jambas: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	2.20	1.00	2.20	
	P.T. Alféizar: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	1.11	1.00	1.11	
	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	6.23	0.38	2.37	
	Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	13.14	0.40	5.19	
	Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara - Trasdoso autoportante libre W 625 "KNAUF" de placas de yeso laminado	5.63	0.57	3.21	
SE					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
SO					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Mm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
C-TE R					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>
					$\Sigma A =$ <input type="text"/> $\Sigma A \cdot U =$ <input type="text"/> $U_{Tm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ <input type="text"/>

Suelos (U_{Sm})				
Tipos	A (m²)	U (W/m²K)	A · U (W/K)	Resultados
Guarnecido y enlucido de yeso maestreado - Forjado unidireccional - Solado de baldosas cerámicas con mortero de cemento como material de agarre (b = 0.95)	67.47	0.51	34.62	$\Sigma A = 75.44 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 37.55 \text{ W/K}$ $U_{Sm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas - Forjado unidireccional - Solado de baldosas cerámicas con mortero de cemento como material de agarre (b = 0.90)	5.53	0.42	2.33	
Forjado unidireccional - Solado de baldosas cerámicas con mortero de cemento como material de agarre (b = 0.02)	1.42	0.01	0.02	
Forjado unidireccional - Solado de baldosas cerámicas con mortero de cemento como material de agarre (Voladizo)	1.02	0.57	0.58	



Cubiertas y lucernarios (U_{Cm} , F_{Lm})				
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	16.10	0.32	5.17	$\Sigma A = 81.54 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 28.04 \text{ W/K}$ $U_{Cm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 0.34 \text{ W/m}^2\text{K}$
Guarnecido y enlucido de yeso maestreado - Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	28.84	0.37	10.66	
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas - Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	36.59	0.33	12.22	

Tipos	A (m ²)	F	A · F (m ²)	Resultados
				$\Sigma A =$ [] $\Sigma A \cdot F =$ [] $F_{Lm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ []

Huecos (U_{Hm} , F_{Hm})					
Tipos	A (m ²)	U (W/m ² K)	A · U (W/K)	Resultados	
N	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 10+10/20/8+8 LOW.S laminar	0.88	1.35	1.19	$\Sigma A = 2.16 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 2.90 \text{ W/K}$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.34 \text{ W/m}^2\text{K}$
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 10+10/20/8+8 LOW.S laminar	1.28	1.34	1.72	

Tipos	A (m ²)	U	F	A · U	A · F (m ²)	Resultados
E						$\Sigma A =$ [] $\Sigma A \cdot U =$ [] $\Sigma A \cdot F =$ [] $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ [] $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ []
O	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 10+10/20/8+8 LOW.S laminar	5.88	1.36	0.27	8.00	$\Sigma A = 10.50 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 14.28 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 3.00 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.36 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.29$
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 6+6/16/8 LOW.S	2.94	1.36	0.31	4.00	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 6+6/16/8 LOW.S	1.68	1.36	0.30	2.28	



S	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 10+10/20/8+8 LOW.S laminar	2.47	1.35	0.21	3.33	0.52	$\Sigma A = 16.93 \text{ m}^2$ $\Sigma A \cdot U = 24.69 \text{ W/K}$ $\Sigma A \cdot F = 3.92 \text{ m}^2$ $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A = 1.46 \text{ W/m}^2\text{K}$ $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A = 0.23$
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 10+10/20/8+8 LOW.S laminar	0.88	1.35	0.17	1.19	0.15	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 10+10/20/8+8 LOW.S laminar	3.90	1.35	0.22	5.27	0.86	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 6+6/16/8 LOW.S	1.28	1.34	0.16	1.72	0.20	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 6+6/16/8 LOW.S	2.52	2.06	0.33	5.19	0.83	
	Doble acristalamiento LOW.S baja emisividad térmica + aislamiento acústico "UNIÓN VIDRIERA ARAGONESA", Sonor 10+10/20/8+8 LOW.S laminar	5.88	1.36	0.23	8.00	1.35	
SE							$\Sigma A =$ [-----] $\Sigma A \cdot U =$ [-----] $\Sigma A \cdot F =$ [-----] $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ [-----] $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ [-----]
SO							$\Sigma A =$ [-----] $\Sigma A \cdot U =$ [-----] $\Sigma A \cdot F =$ [-----] $U_{Hm} = \Sigma A \cdot U / \Sigma A =$ [-----] $F_{Hm} = \Sigma A \cdot F / \Sigma A =$ [-----]

Tabla I.3. Cálculo de los parámetros de la demanda energética.

**Ficha 2: Conformidad. Demanda energética.**
ZONA CLIMÁTICA B3 **Zona de baja carga interna** **Zona de alta carga interna**

Cerramientos y particiones interiores de la envolvente térmica	$U_{m\acute{a}x(\text{proyecto})}^{(1)}$	$U_{m\acute{a}x}^{(2)}$
Muros de fachada	0.40 W/m ² K	≤ 1.07 W/m ² K
Primer metro del perímetro de suelos apoyados y muros en contacto con el terreno	-----	≤ 1.07 W/m ² K
Particiones interiores en contacto con espacios no habitables	0.57 W/m ² K	≤ 1.07 W/m ² K
Suelos	0.57 W/m ² K	≤ 0.68 W/m ² K
Cubiertas	0.37 W/m ² K	≤ 0.59 W/m ² K
Vidrios y marcos de huecos y lucernarios	2.06 W/m ² K	≤ 5.70 W/m ² K
Medianerías	-----	≤ 1.07 W/m ² K

Particiones interiores (edificios de viviendas) ⁽³⁾	-----	≤ 1.20 W/m ² K
--	-------	---------------------------

Muros de fachada		Huecos				
	$U_{Mm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Hm}^{(4)}$	$U_{Hlim}^{(5)}$	$F_{Hm}^{(4)}$	$F_{Hlim}^{(5)}$
N	0.40 W/m ² K ≤	0.82 W/m ² K	1.34 W/m ² K ≤	5.70 W/m ² K		
E	0.40 W/m ² K ≤	0.82 W/m ² K	----- ≤	5.70 W/m ² K	----- ≤	-----
O	0.44 W/m ² K ≤	0.82 W/m ² K	1.36 W/m ² K ≤	4.70 W/m ² K	----- ≤	-----
S	0.44 W/m ² K ≤	0.82 W/m ² K	1.46 W/m ² K ≤	5.70 W/m ² K	----- ≤	-----
SE	----- ≤	0.82 W/m ² K	----- ≤	5.70 W/m ² K	----- ≤	-----
SO	----- ≤	0.82 W/m ² K	----- ≤	5.70 W/m ² K	----- ≤	-----

Cerr. contacto terreno		Suelos		Cubiertas y lucernarios		Lucernarios	
$U_{Tm}^{(4)}$	$U_{Mlim}^{(5)}$	$U_{Sm}^{(4)}$	$U_{Slim}^{(5)}$	$U_{Cm}^{(4)}$	$U_{Clim}^{(5)}$	$F_{Lm}^{(4)}$	$F_{Llim}^{(5)}$
----- ≤	0.82 W/m ² K	0.50 W/m ² K ≤	0.52 W/m ² K	0.34 W/m ² K ≤	0.45 W/m ² K	----- ≤	0.30

(1) $U_{m\acute{a}x(\text{proyecto})}$ corresponde al mayor valor de la transmitancia de los cerramientos o particiones interiores indicados en el proyecto.(2) $U_{m\acute{a}x}$ corresponde a la transmitancia térmica máxima definida en la tabla 2.1 para cada tipo de cerramiento o partición interior.(3) En edificios de viviendas, $U_{m\acute{a}x(\text{proyecto})}$ de particiones interiores que limiten unidades de uso con un sistema de calefacción previsto desde proyecto con las zonas comunes no calefactadas.

(4) Parámetros característicos medios obtenidos en la ficha 1.

(5) Valores límite de los parámetros característicos medios definidos en la tabla 2.2.

Tabla I.4. Conformidad de la demanda energética.



Ficha 3: Conformidad. Condensaciones.

Cerramientos, particiones interiores, puentes térmicos									
Tipos	C. superficiales		C. intersticiales						
	$f_{Rsi} \geq f_{Rmin}$	$P_n \leq P_{sat,n}$	Capa 1	Capa 2	Capa 3	Capa 4	Capa 5	Capa 6	
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	f_{Rsi}	0.90	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas - Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	f_{Rsi}	0.92	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	f_{Rsi}	0.90	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	f_{Rsi}	0.90	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	f_{Rsi}	0.90	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	f_{Rsi}	0.90	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Guarnecido y enlucido de yeso maestreado - Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotectida, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	f_{Rsi}	0.91	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas - Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotectida, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	f_{Rsi}	0.92	P_n	Elemento exento de comprobación (punto 4, apartado 3.2.3.2, CTE DB HE 1)					
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Forjado unidireccional - Solado de baldosas cerámicas con mortero de cemento como material de agarre (Voladizo)	f_{Rsi}	0.86	P_n	1276.05	1279.47	1285.17	1285.24	1285.28	1285.32
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$	1317.76	1426.19	2152.50	2179.18	2197.12	2200.52
Puente térmico en esquina saliente de cerramiento	f_{Rsi}	0.81	P_n						
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Puente térmico en esquina entrante de cerramiento	f_{Rsi}	0.89	P_n						
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y cubierta	f_{Rsi}	0.69	P_n						
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y forjado	f_{Rsi}	0.63	P_n						
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						
Puente térmico entre cerramiento y voladizo	f_{Rsi}	0.61	P_n						
	f_{Rmin}	0.43	$P_{sat,n}$						

Tabla I.5. Conformidad de las condensaciones.



1.9.2.- CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN.

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

donde:

H_{iu} coeficiente de pérdida del espacio calefactado hacia el espacio no calefactado

H_{ue} coeficiente de pérdida del espacio no calefactado al exterior

H_{iu} , H_{ue} incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire

$$H_{iu} = L_{iu} + H_{V,iu}$$

$$H_{ue} = L_{ue} + H_{V,ue}$$

Siendo:

$$L_{iu} = L_{Diu} + L_{sui}$$

$$L_{ue} = L_{Due} + L_{sue}$$

donde:

$$L_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k$$

Siendo:

A_i área del elemento 'i' del edificio (m^2)

U_i coeficiente de transmisión térmica del elemento 'i' del edificio

l_k longitud del puente térmico lineal 'k' (m)

Ψ_k coeficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico 'k'

L_s coeficiente de pérdida por el suelo en régimen estacionario, calculado según la norma EN ISO 13370 (W/K)

$$H_{V,iu} = \rho c \dot{V}_{iu}$$

$$H_{V,ue} = \rho c \dot{V}_{ue}$$

donde:



ρ densidad del aire (kg/m^3)

c capacidad calorífica específica del aire ($\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$)

ρc valor convencional para la capacidad calorífica del aire ($1200 \text{ J/m}^3\cdot\text{K}$)

V_{ue} consumo de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (m^3/h)

V_{iu} consumo de aire entre el espacio calefactado y el no calefactado (m^3/h)

Siendo:

donde:

V_u volumen de aire en el espacio no calefactado (m^3)

n_{ue} tasa de renovación de aire convencional entre el espacio no calefactado y el exterior (h^{-1})

Resumen de recintos no calefactados

Recinto	Factor de reducción
Garaje	0.95
Vestibulo	0.02
Sala de máquinas	0.90

Tabla I.6. Factor de reducción de recintos no calefactados.

Recinto: Garaje

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área	U	U·A
	(m^2)	($\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$)	(W/K)
Forjado unidireccional	67.47	0.54	36.45
		TOTAL	36.45

Tabla I.7. Coeficiente de acoplamiento.

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

36.45

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m^2)	U ($\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$)	U·A (W/K)
Muro de sótano con impermeabilización exterior	41.01	0.67	27.63
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	4.13	0.39	1.62
Muro de sótano con impermeabilización exterior	48.49	0.39	18.92
Muro de sótano con impermeabilización exterior	383.22	1.00	383.22
		TOTAL	431.40



Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Solera	75.11	0.17	12.64
TOTAL			12.64

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	1.16	0.40	0.46
TOTAL			0.46

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Puerta de garaje metálica de 4.00 x 2.20 m	8.80	2.00	17.60
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar	3.78	1.38	5.21
TOTAL			22.81

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	Ψ·l (W/K)
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	35.33	0.50	17.66
TOTAL			17.66

Tabla I.8. Coeficiente de acoplamiento 2.

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 484.97

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	36.45
	=
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	36.45

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 208.04 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 3.00\text{h}^{-1}$)	208.04
	+
L_{ue}	484.97
	=
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	693.01

**Factor de reducción**

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.95$$

Recinto: Vestíbulo**Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})**

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
	4.72	100.00	472.03
		TOTAL	472.03

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Forjado unidireccional	1.42	0.55	0.78
		TOTAL	0.78

Tabla I.9. Coeficiente de acoplamiento 3.

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

472.81

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Muro de sótano con impermeabilización exterior	3.74	0.67	2.52
Muro de sótano con impermeabilización exterior	3.99	0.39	1.56
		TOTAL	4.07

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Solera	6.16	0.17	1.04
		TOTAL	1.04

Tabla I.10. Coeficiente de acoplamiento 4.

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

5.11

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu}) $H_{v,iu}$

0.00

+

 L_{iu}

472.81

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)

472.81



Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

 $H_{V,ue}$ ($V_u = 18.78 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$)

6.26

+

 L_{ue}

5.11

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

11.37

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.02$$

Recinto: Sala de máquinas

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Forjado unidireccional	5.53	0.47	2.59
TOTAL			2.59

Tabla I.11. Coeficiente de acoplamiento 5.

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

2.59

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Muro de sótano con impermeabilización exterior	2.78	0.69	1.91
Muro de sótano con impermeabilización exterior	5.80	0.39	2.29
TOTAL			4.19

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Solera	5.54	0.17	0.93
TOTAL			0.93

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	3.72	0.50	1.86
TOTAL			1.86

Tabla I.12. Coeficiente de acoplamiento 6.

**Coefficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)**

6.99

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{V,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	2.59
	=
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	2.59

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 15.44 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 3.00\text{h}^{-1}$)	15.44
	+
L_{ue}	6.99
	=
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	22.43

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.90$$

1.9.3.- DESCRIPCIÓN DE PUENTES TÉRMICOS LINEALES.

Encuentro de fachada con suelo		Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
	Encuentro saliente de fachada con suelo exterior Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.	39.05	0.50
	Encuentro saliente de fachada con suelo exterior Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.	2.16	0.50
Encuentro de fachada con forjado intermedio		Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
	F6B	26.38	-0.05
	Forjado entre pisos Este tipo de puente térmico no está contemplado por la norma. En este caso, se asume un valor por defecto para la transmitancia lineal.	26.69	0.50
Encuentro de fachada con cubierta		Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
	R2B	48.22	0.38
Encuentro entre fachadas		Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))
	C2B	39.60	0.08
	C6B	74.02	-0.15

Tabla I.13. Puentes térmicos.



1.10.- AISLAMIENTO ACÚSTICO.



1.10.- AISLAMIENTO ACÚSTICO.

1.10.1.- EXIGENCIAS BÁSICAS HR: PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO.

FICHAS JUSTIFICATIVAS DE LA OPCIÓN GENERAL DE AISLAMIENTO ACÚSTICO.

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico, calculado mediante la opción general de cálculo recogida en el punto 3.1.3 (CTE DB HR), correspondiente al modelo simplificado para la transmisión acústica estructural de la UNE EN 12354, partes 1, 2 y 3.

Tabiquería:		
Tipo	Características en proyecto exigido	
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	m (kg/m ²)= 95.2 RA (dBA) = 53.0	≥ 33
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	m (kg/m ²)= 101.0 RA (dBA) = 53.0	≥ 33
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	m (kg/m ²)= 102.7 RA (dBA) = 53.0	≥ 33
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	m (kg/m ²)= 112.4 RA (dBA) = 53.0	≥ 33
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	m (kg/m ²)= 114.2 RA (dBA) = 53.0	≥ 33
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	m (kg/m ²)= 119.3 RA (dBA) = 53.0	≥ 33
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	m (kg/m ²)= 129.2 RA (dBA) = 51.5	≥ 33
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	m (kg/m ²)= 198.2 RA (dBA) = 53.0	≥ 33

Elementos de separación verticales entre:					
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido	
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾ (si los recintos no comparten puertas ni ventanas)	Protegido	Elemento base		No procede	
		Trasdosado			
		Puerta o ventana			No procede
		Cerramiento			No procede
		De instalaciones	Elemento base		No procede
			Trasdosado		
De actividad	Elemento base		No procede		
	Trasdosado				
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾ (si los recintos no comparten puertas ni ventanas)	Habitable	Elemento base		No procede	
		Trasdosado			
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾⁽²⁾		Puerta o ventana		No procede	



(si los recintos comparten puertas o ventanas)		Cerramiento	No procede
De instalaciones		Elemento base	No procede
		Trasdosado	
De instalaciones (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana	No procede
De actividad		Cerramiento	No procede
		Elemento base	No procede
		Trasdosado	
De actividad (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana	No procede
		Cerramiento	No procede

(1) Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad

(2) Sólo en edificios de uso residencial o sanitario

Elementos de separación horizontales entre:				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾	Protegido	Forjado		No procede
		Suelo flotante		
		Techo suspendido		
De instalaciones		Forjado	$m (kg/m^2) = 427.3$	$D_{nT,A} = 57 \text{ dBA} \geq 55 \text{ dBA}$
		Forjado unidireccional	$R_A (dBA) = 57.5$	
		Suelo flotante	$\Delta R_A (dBA) = 0$	
		Techo suspendido	$\Delta R_A (dBA) = 20$	
De actividad		Forjado		No procede
		Suelo flotante		
		Techo suspendido		
Cualquier recinto no perteneciente a la unidad de uso ⁽¹⁾	Habitable	Forjado		No procede
		Suelo flotante		
		Techo suspendido		
De instalaciones		Forjado		No procede



		Suelo flotante		
		Techo suspendido		
De actividad		Forjado		No procede
		Suelo flotante		
		Techo suspendido		

(1) Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad

Fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior:				
Ruido exterior	Recinto receptor	Tipo		Aislamiento acústico en proyecto exigido
$L_d = 70$ dBA	Protegido (Estancia)	Parte ciega: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional) - Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas Huecos: Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 6+6/16/8 low.s		$D_{2m,nT,Atr} = 33$ dBA ≥ 32 dBA
$L_d = 70$ dBA	Protegido (Dormitorio)	Parte ciega: Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprottegida, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional) - Falso techo continuo de placas de escayola, mediante varillas metálicas Huecos: Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar		$D_{2m,nT,Atr} = 37$ dBA ≥ 37 dBA

La tabla siguiente recoge la situación exacta en el edificio de cada recinto receptor, para los valores más desfavorables de aislamiento acústico calculados ($D_{nT,A}$, $L'_{nT,w}$, y $D_{2m,nT,Atr}$), mostrados en las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico impuestos en el Documento Básico CTE DB HR, calculados mediante la opción general.

Tipo de cálculo	Emisor	Recinto receptor		
		Tipo	Planta	Nombre del recinto
Ruido aéreo interior entre elementos de separación horizontales	De instalaciones	Protegido	Planta baja	Salon - Comedor (Salón / Comedor)
Ruido aéreo exterior en fachadas, cubiertas y suelos en contacto con el aire exterior		Protegido	Planta baja	Salon - Comedor (Salón / Comedor)
		Protegido	Planta 1	Dormitorio - 4 (Dormitorio)

Tabla I.14. Valores límite de aislamiento acústico.



1.11.- SALUBRIDAD.



1.11.1.- CUMPLIMIENTO DEL CTE DB HS-4.

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.....	33
1.1.- OBJETO DEL PROYECTO.....	35
1.2.- LEGISLACIÓN APLICABLE.....	35
1.3.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	35
1.3.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL.....	35
1.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	35
1.4.1.- ACOMETIDAS.....	35
1.4.2.- TUBOS DE ALIMENTACIÓN.....	36
1.4.3.- INSTALACIONES PARTICULARES.....	36
2.- CÁLCULOS.....	37
2.1.- BASES DE CÁLCULO.....	39
2.1.1.- REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	39
2.1.1.1.- CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO.....	39
2.1.1.2.- TRAMOS.....	39
2.1.1.3.- COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN.....	41
2.1.2.- DERIVACIONES A CUARTOS HÚMEDOS Y RAMALES DE ENLACE.....	41
2.1.3.- REDES DE A.C.S.....	43
2.1.3.1.- REDES DE IMPULSIÓN.....	43
2.1.3.2.- REDES DE RETORNO.....	43
2.1.3.3.- AISLAMIENTO TÉRMICO.....	44
2.1.3.4.- DILATADORES.....	44
2.1.4.- EQUIPOS, ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS DE LA INSTALACIÓN.....	44
2.1.4.1.- CONTADORES.....	44
2.2.- DIMENSIONADO.....	44
2.2.1.- ACOMETIDAS.....	44
2.2.2.- TUBOS DE ALIMENTACIÓN.....	45
2.2.3.- INSTALACIONES PARTICULARES.....	45
2.2.3.1.- INSTALACIONES PARTICULARES.....	45
2.2.3.2.- PRODUCCIÓN DE A.C.S.....	46
2.2.3.3.- BOMBAS DE CIRCULACIÓN.....	46
2.2.4.- AISLAMIENTO TÉRMICO.....	47



1.- MEMORIA DESCRIPTIVA



1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.1.- OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto de este proyecto técnico es especificar todos y cada uno de los elementos que componen la instalación de suministro de agua, así como justificar, mediante los correspondientes cálculos, el cumplimiento del CTE DB HS4.

1.2.- LEGISLACIÓN APLICABLE.

En la realización del proyecto se ha tenido en cuenta el CTE DB HS4 'Suministro de agua'.

1.3.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

1.3.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL.

Tipo de proyecto: Vivienda unifamiliar.

1.4.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.

1.4.1.- ACOMETIDAS.

Circuito más desfavorable:

Instalación de acometida enterrada para abastecimiento de agua de 0,8 m de longitud, que une la red general de distribución de agua potable de la empresa suministradora con la instalación general del edificio, continua en todo su recorrido sin uniones o empalmes intermedios no registrables, formada por tubo de polietileno PE 100, de 32 mm de diámetro exterior, PN=10 atm y 2 mm de espesor, colocada sobre cama o lecho de arena de 15 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada; collarín de toma en carga colocado sobre la red general de distribución que sirve de enlace entre la acometida y la red; llave de corte de esfera de 1" de diámetro con mando de cuadrillo colocada mediante unión roscada, situada junto a la edificación, fuera de los límites de la propiedad, alojada en arqueta prefabricada de polipropileno de 30x30x30 cm, colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 15 cm de espesor.



1.4.2.- TUBOS DE ALIMENTACIÓN.

Circuito más desfavorable:

Instalación de alimentación de agua potable de 19,38 m de longitud, enterrada, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1" DN 25 mm de diámetro, colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada mediante equipo manual con pisón vibrante, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería.

1.4.3.- INSTALACIONES PARTICULARES.

Circuito más desfavorable:

Tubería para instalación interior, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polietileno reticulado (PE-X), para los siguientes diámetros: 20 mm (28.59 m), 25 mm (4.79 m).



2.- CÁLCULOS



2.- CÁLCULOS.

2.1.- BASES DE CÁLCULO.

2.1.1.- REDES DE DISTRIBUCIÓN.

2.1.1.1.- CONDICIONES MÍNIMAS DE SUMINISTRO.

Condiciones mínimas de suministro a garantizar en cada punto de consumo			
Tipo de aparato	Q _{min} AF (m ³ /h)	Q _{min} A.C.S. (m ³ /h)	P _{min} (m.c.a.)
Grifo en garaje	0.72	-	10
Fregadero doméstico	0.72	0.360	10
Lavavajillas doméstico	0.54	0.360	10
Bidé	0.36	0.234	10
Bañera de 1,40 m o más	1.08	0.720	10
Lavabo	0.36	0.234	10
Inodoro con cisterna	0.36	-	10
Lavabo pequeño	0.18	0.108	10
Lavadero	0.72	0.360	10
Lavadora doméstica	0.72	0.540	10
Abreviaturas utilizadas			
Q _{min} AF	Caudal instantáneo mínimo de agua fría		P _{min} Presión mínima
Q _{min} A.C.S.	Caudal instantáneo mínimo de A.C.S.		

Tabla I.15. Condiciones mínimas de suministro.

La presión en cualquier punto de consumo no es superior a 50 m.c.a.

La temperatura de A.C.S. en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C. excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo de vivienda siempre que éstas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

2.1.1.2.- TRAMOS.

El cálculo se ha realizado con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la misma y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente se han comprobado en función de la pérdida de carga obtenida con los mismos, a partir de la siguiente formulación:

Factor de fricción:

$$\lambda = 0,25 \cdot \left[\log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^{-2}$$



siendo:

ε : Rugosidad absoluta

D: Diámetro [mm]

Re: Número de Reynolds

Pérdidas de carga:

$$J = f(\text{Re}, \varepsilon_r) \frac{L}{D} \frac{v^2}{2g}$$

siendo:

Re: Número de Reynolds

ε_r : Rugosidad relativa

L: Longitud [m]

D: Diámetro

v: Velocidad [m/s]

g: Aceleración de la gravedad [m/s²]

Este dimensionado se ha realizado teniendo en cuenta las peculiaridades de la instalación y los diámetros obtenidos son los mínimos que hacen compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma.

El dimensionado de la red se ha realizado a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se ha partido del circuito más desfavorable que es el que cuenta con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se ha realizado de acuerdo al procedimiento siguiente:

el caudal máximo de cada tramo es igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla que figura en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro'.

establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio seleccionado (UNE 149201):

Montantes e instalación interior:

$$Q_c = 0,682 \times (Q_t)^{0,45} - 0,14 \text{ (l/s)}$$

siendo:

Qc: Caudal simultáneo

Qt: Caudal bruto

determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente.

elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

tuberías metálicas: entre 0.50 y 2.00 m/s.

tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0.50 y 3.50 m/s.

obtención del diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad.

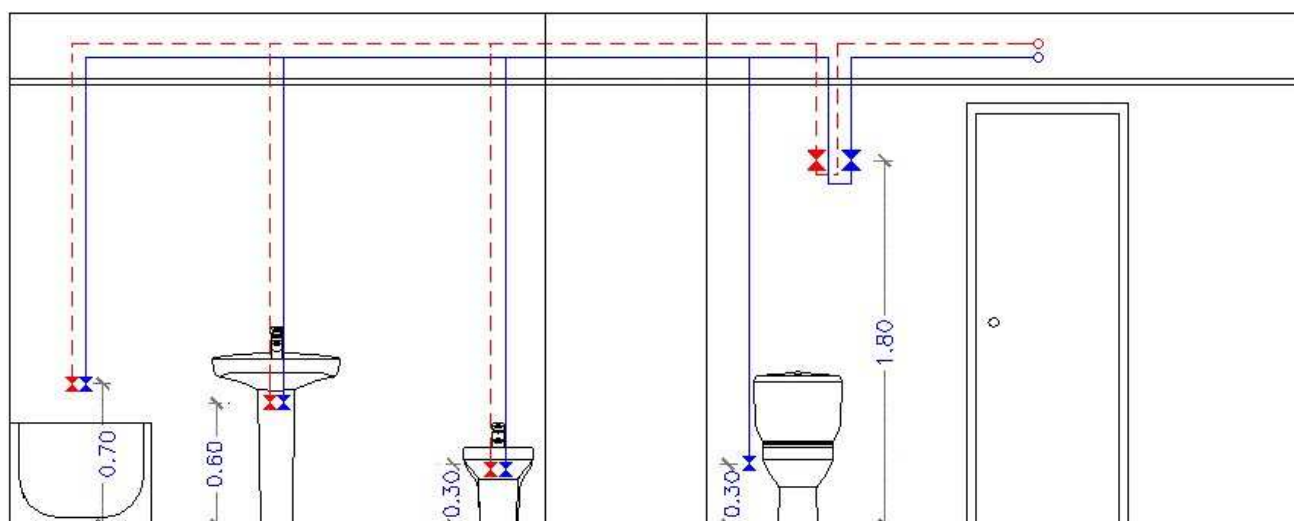
2.1.1.3.- COMPROBACIÓN DE LA PRESIÓN.

Se ha comprobado que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el apartado 'Condiciones mínimas de suministro' y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

- se ha determinado la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas se estiman en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo y se evalúan los elementos de la instalación donde es conocida la pérdida de carga localizada sin necesidad de estimarla.

- se ha comprobado la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se ha comprobado si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable.

2.1.2.- DERIVACIONES A CUARTOS HÚMEDOS Y RAMALES DE ENLACE.



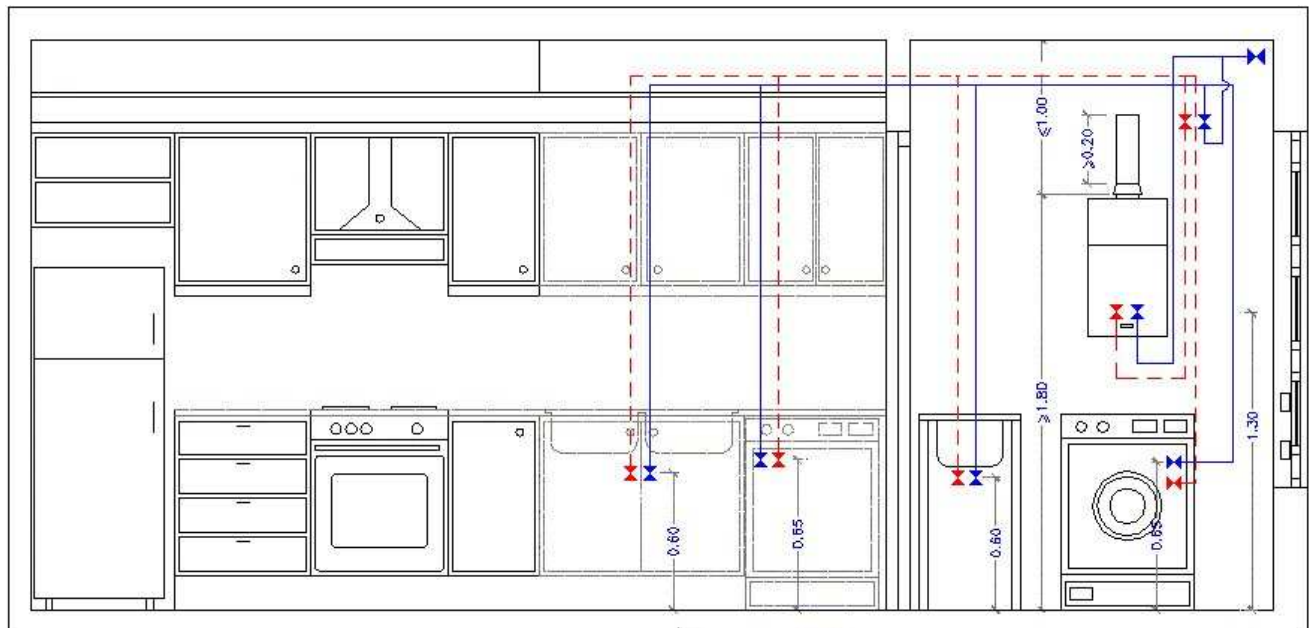


Figura I.2. Derivaciones a cuartos húmedo y ramales de enlace.

Los ramales de enlace a los aparatos domésticos se han dimensionado conforme a lo que se establece en la siguiente tabla. En el resto, se han tenido en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y han sido dimensionados en consecuencia.

Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos		
Aparato o punto de consumo	Diámetro nominal del ramal de enlace	
	Tubo de acero (")	Tubo de cobre o plástico (mm)
Grifo en garaje	---	16
Fregadero doméstico	---	16
Lavavajillas doméstico	---	16
Bidé	---	16
Bañera de 1,40 m o más	---	20
Lavabo	---	16
Inodoro con cisterna	---	16
Lavabo pequeño	---	16
Lavadero	---	16
Lavadora doméstica	---	20

Tabla I.16. Diámetros mínimos de derivaciones a los aparatos.



Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se han dimensionado conforme al procedimiento establecido en el apartado 'Tramos', adoptándose como mínimo los siguientes valores:

Diámetros mínimos de alimentación		
Tramo considerado	Diámetro nominal del tubo de alimentación	
	Acero (")	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a cuarto húmedo privado: baño, aseo, cocina.	3/4	20
Alimentación a derivación particular: vivienda, apartamento, local comercial	3/4	20
Columna (montante o descendente)	3/4	20
Distribuidor principal	1	25

Tabla I.17. *Diámetros mínimos de alimentación.*

2.1.3.- REDES DE A.C.S.

2.1.3.1.- REDES DE IMPULSIÓN.

Para las redes de impulsión o ida de A.C.S. se ha seguido el mismo método de cálculo que para redes de agua fría.

2.1.3.2.- REDES DE RETORNO.

Para determinar el caudal que circulará por el circuito de retorno, se ha estimado que, en el grifo más alejado, la pérdida de temperatura será como máximo de 3°C desde la salida del acumulador o intercambiador en su caso.

En cualquier caso no se recircularán menos de 250 l/h en cada columna, si la instalación responde a este esquema, para poder efectuar un adecuado equilibrado hidráulico.

El caudal de retorno se estima según reglas empíricas de la siguiente forma:

se considera que recircula el 10% del agua de alimentación, como mínimo. De cualquier forma se considera que el diámetro interior mínimo de la tubería de retorno es de 16 mm.

los diámetros en función del caudal recirculado se indican en la siguiente tabla:

Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.	
Diámetro de la tubería (pulgadas)	Caudal recirculado (l/h)
1/2	140
3/4	300
1	600
1 1/4	1100
1 1/2	1800
2	3300

Tabla I.18. *Relación entre diámetro de tubería y caudal recirculado de A.C.S.*



2.1.3.3.- AISLAMIENTO TÉRMICO.

El espesor del aislamiento de las conducciones, tanto en la ida como en el retorno, se ha dimensionado de acuerdo a lo indicado en el 'Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)' y sus 'Instrucciones Técnicas complementarias (ITE)'.

2.1.3.4.- DILATADORES.

Para los materiales metálicos se ha aplicado lo especificado en la norma UNE 100 156:1989 y para los materiales termoplásticos lo indicado en la norma UNE ENV 12 108:2002.

En todo tramo recto sin conexiones intermedias con una longitud superior a 25 m se deben adoptar las medidas oportunas para evitar posibles tensiones excesivas de la tubería, motivadas por las contracciones y dilataciones producidas por las variaciones de temperatura. El mejor punto para colocarlos se encuentra equidistante de las derivaciones más próximas en los montantes.

2.1.4.- EQUIPOS, ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS DE LA INSTALACIÓN.

2.1.4.1.- CONTADORES.

El calibre nominal de los distintos tipos de contadores se adecuará, tanto en agua fría como caliente, a los caudales nominales y máximos de la instalación.

2.2.- DIMENSIONADO.

2.2.1.- ACOMETIDAS.

Tubo de polietileno PE 100, PN=10 atm, según UNE-EN 12201-2

Cálculo hidráulico de las acometidas												
Tramo	L _r (m)	L _t (m)	Q _b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	H (m.c.a.)	D _{int} (mm)	D _{com} (mm)	V (m/s)	J (m.c.a.)	P _{ent} (m.c.a.)	P _{sal} (m.c.a.)
1-2	0.80	0.92	8.64	0.36	3.14	0.30	28.00	32.00	1.42	0.08	49.50	49.12



Abreviaturas utilizadas			
L_r	Longitud medida sobre planos	D_{int}	Diámetro interior
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)	D_{com}	Diámetro comercial
Q_b	Caudal bruto	v	Velocidad
K	Coefficiente de simultaneidad	J	Pérdida de carga del tramo
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)	P_{ent}	Presión de entrada
h	Desnivel	P_{sal}	Presión de salida

Tabla I.19. Cálculo hidráulico de las acometidas.

2.2.2.- TUBOS DE ALIMENTACIÓN.

Tubo de acero galvanizado según UNE 19048

Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación												
Tramo	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.)	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
2-3	19.38	22.29	8.64	0.36	3.14	-0.65	27.30	25.00	1.49	2.31	45.12	42.96
Abreviaturas utilizadas												
L_r	Longitud medida sobre planos						D_{int}	Diámetro interior				
L_t	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)						D_{com}	Diámetro comercial				
Q_b	Caudal bruto						v	Velocidad				
K	Coefficiente de simultaneidad						J	Pérdida de carga del tramo				
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)						P_{ent}	Presión de entrada				
h	Desnivel						P_{sal}	Presión de salida				

Tabla I.20. Cálculo hidráulico de los tubos de alimentación.

2.2.3.- INSTALACIONES PARTICULARES.

2.2.3.1.- INSTALACIONES PARTICULARES.

Tubo de polietileno reticulado (PE-X), serie 5, PN=6 atm, según ISO 15875-2

Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares													
Tramo	T _{tub}	L_r (m)	L_t (m)	Q_b (m ³ /h)	K	Q (m ³ /h)	h (m.c.a.) ()	D_{int} (mm)	D_{com} (mm)	v (m/s)	J (m.c.a.)	P_{ent} (m.c.a.)	P_{sal} (m.c.a.)
3-4	Instalación interior	0.26	0.29	8.64	0.36	3.14	0.00	20.40	25.00	2.67	0.12	42.96	42.84
4-5	Instalación interior	4.53	5.21	7.92	0.38	3.00	0.00	20.40	25.00	2.55	2.02	42.84	40.82
5-6	Instalación interior	2.27	2.61	4.34	0.50	2.17	-2.04	16.20	20.00	2.92	1.74	40.82	41.12
6-7	Instalación interior	9.00	10.35	4.34	0.50	2.17	2.39	16.20	20.00	2.92	6.90	41.12	29.15
7-8	Instalación interior	6.70	7.71	2.09	0.68	1.42	6.45	16.20	20.00	1.91	2.34	29.15	20.36
8-9	Instalación interior	5.45	6.27	1.19	0.83	0.99	0.00	16.20	20.00	1.33	0.98	20.36	18.88
9-10	Cuarto húmedo (C)	1.34	1.54	1.19	0.83	0.99	0.00	16.20	20.00	1.33	0.24	18.88	18.64
10-11	Cuarto húmedo (C)	0.72	0.82	0.95	0.89	0.85	0.00	16.20	20.00	1.14	0.10	18.64	18.54
11-12	Puntal (C)	3.11	3.58	0.72	1.00	0.72	-2.35	16.20	20.00	0.97	0.32	18.54	20.58



Abreviaturas utilizadas			
Ttub	Tipo de tubería: F (Agua fría), C (Agua caliente)	Dint	Diámetro interior
Lr	Longitud medida sobre planos	Dcom	Diámetro comercial
Lt	Longitud total de cálculo ($L_r + L_{eq}$)	v	Velocidad
Qb	Caudal bruto	J	Pérdida de carga del tramo
K	Coefficiente de simultaneidad	Pent	Presión de entrada
Q	Caudal, aplicada simultaneidad ($Q_b \times K$)	Psal	Presión de salida
h	Desnivel		
Instalación interior: Unifamiliar (Vivienda)			
Punto de consumo con mayor caída de presión (Bag): Bañera de 1,40 m o más			

Tabla I.21. Cálculo hidráulico de las instalaciones particulares.

2.2.3.2.- PRODUCCIÓN DE A.C.S.

Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.		
Referencia	Descripción	Q_{cal} (m ³ /h)
Unifamiliar	Caldera a gas para calefacción y ACS	2.17
Abreviaturas utilizadas		
Q_{cal}	Caudal de cálculo	

Tabla I.22. Cálculo hidráulico de los equipos de producción de A.C.S.

2.2.3.3.- BOMBAS DE CIRCULACIÓN.

Cálculo hidráulico de las bombas de circulación			
Ref	Descripción	Q_{cal} (m ³ /h)	P_{cal} (m.c.a.)
	Electrobomba centrífuga de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW	0.22	0.57
Abreviaturas utilizadas			
Ref	Referencia de la unidad de ocupación a la que pertenece la bomba de circulación	P_{cal}	Presión de cálculo
Q_{cal}	Caudal de cálculo		

Tabla I.23. Cálculo hidráulico de las bombas de circulación.



2.2.4.- AISLAMIENTO TÉRMICO.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 16 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, de 19 mm de diámetro interior y 25 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 13,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor.

Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica, con un elevado factor de resistencia a la difusión del vapor de agua, de 19,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor.



1.12. CLIMATIZACIÓN.



1.12. CLIMATIZACIÓN.

1.12.1.- EXIGENCIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

1.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 1.2.4.1..	53
1.1.- GENERALIDADES.....	53
1.2.- CARGAS TÉRMICAS.....	53
1.2.1.- CARGAS MÁXIMAS SIMULTÁNEAS.....	53
1.2.2.- CARGAS PARCIALES Y MÍNIMAS.....	54
1.3.- POTENCIA TÉRMICA INSTALADA.....	55
2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 1.2.4.2.....	57
2.1.- AISLAMIENTO TÉRMICO EN REDES DE TUBERÍAS.....	57
2.1.1.- INTRODUCCIÓN.....	57
2.1.2.- TUBERÍAS EN CONTACTO CON EL AMBIENTE EXTERIOR..	57
2.1.3.- TUBERÍAS EN CONTACTO CON EL AMBIENTE INTERIOR..	58
2.1.4.- PÉRDIDA DE CALOR EN TUBERÍAS.....	59
2.2.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DE FLUIDOS.....	60
2.3.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS.....	60
2.4.- REDES DE TUBERÍAS.....	60
3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL CONTROL DE INSTALACIONES TÉRMICAS DEL APARTADO 1.2.4.3.....	61
3.1.- GENERALIDADES.....	61
3.2.- CONTROL DE LAS CONDICIONES TERMOHIGROMÉTRICAS.....	61
3.3.- CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.....	62
4.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DEL APARTADO 1.2.4.5.....	62
4.1.- ZONIFICACIÓN.....	62
5.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES DEL APARTADO 1.2.4.6.....	62
6.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE LIMITACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL DEL APARTADO 1.2.4.7....	63
7.- LISTA DE LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA.....	63



1.12.1.- EXIGENCIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

1.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 1.2.4.1.

1.1.- 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.

1.2.- CARGAS TÉRMICAS.

1.2.1.- CARGAS MÁXIMAS SIMULTÁNEAS.

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

Refrigeración

Conjunto: vivienda												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (W)	Sensible interior(W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (W)	Carga total(W)	Por superficie (W/m ²)	Sensible (W)	Total (W)
Cocina	Planta baja	74.93	456.44	585.65	547.31	676.52	102.79	60.57	392.50	74.88	607.88	1069.02
Salon - Comedor	Planta baja	34.99	629.51	838.85	684.44	893.78	64.80	-0.31	218.57	51.68	684.13	1112.35
Vestidor	Planta baja	97.87	75.86	110.75	178.95	213.84	36.00	22.37	137.04	83.26	201.32	350.87
Dormitorio - 1	Planta baja	26.94	201.74	236.63	235.54	270.43	48.39	57.03	213.29	26.99	292.57	483.72
Hall - Distribuidor	Planta baja	690.10	15.31	15.31	726.57	726.57	36.14	-0.91	108.07	62.36	725.66	834.64
Dormitorio - 4	Planta 1	68.39	179.08	213.97	254.90	289.79	40.46	47.69	178.35	31.24	302.58	468.14
Dormitorio - 2	Planta 1	473.37	100.65	135.54	591.24	626.13	36.00	-1.81	106.75	55.02	589.43	732.89
Dormitorio - 3	Planta 1	494.45	93.93	128.82	606.04	640.93	36.00	-1.81	106.75	69.36	604.23	747.68
PASO	Planta 1	34.17	55.89	55.89	92.76	92.76	45.61	7.73	165.91	15.31	100.49	258.66
Total							446.2					
Carga total simultánea												4790.0

Tabla I.24. Cargas máximas simultáneas para la refrigeración.



Calefacción

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: vivienda					
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,CR,i}^*$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,CR,i}^*$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Cocina	Planta baja	701.93	343.96	157.04	1202.93
Aseo	Planta baja	195.80	165.34	44.41	405.55
Baño	Planta baja	298.90	169.37	65.08	533.35
Salon - Comedor	Planta baja	824.46	445.00	236.78	1506.24
Vestidor	Planta baja	224.56	218.91	46.35	489.83
Dormitorio - 1	Planta baja	706.97	319.34	197.13	1223.44
Hall - Distribuidor	Planta baja	320.52	152.44	147.23	620.19
Dormitorio - 4	Planta 1	534.36	282.30	164.84	981.50
Dormitorio - 2	Planta 1	562.77	240.22	146.53	949.53
Dormitorio - 3	Planta 1	329.66	234.23	118.58	682.47
Baño	Planta 1	178.95	166.59	51.90	397.45
PASO	Planta 1	449.83	132.26	185.80	767.89
TOTAL		5328.71	2869.96	1561.69	9760.35
Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)					9760.35
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos					

Tabla I.25. Cargas máximas simultáneas para la calefacción.

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

1.2.2.- CARGAS PARCIALES Y MÍNIMAS.

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

Refrigeración:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes(kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
vivienda	3.22	3.57	3.86	3.60	4.07	4.14	4.79	4.78	4.41	4.42	3.60	3.20

Tabla I.26. Cargas parciales y mínimas para la refrigeración.

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes(kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
vivienda	10.17	10.17	10.17

Tabla I.27. Cargas parciales y mínimas para la calefacción.



1.3.- 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 (kW)	%qtub	%qequipos	Qref (kW)	Total(kW)
vivienda	19.40	1.84	2.00	4.79	5.54
Abreviaturas utilizadas					
Pinstalada	Potencia instalada (kW)	%qequipos	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)		
%qtub	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para refrigeración respecto a la potencia instalada (%)	Qref	Carga máxima simultánea de refrigeración (kW)		

Conjunto de recintos	Pinstalada (kW)	%qtub	%qequipos	Qref (kW)	Total(kW)
vivienda	45.30	2.40	2.00	10.17	12.17
Abreviaturas utilizadas					
Pinstalada	Potencia instalada (kW)	%qequipos	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)		
%qtub	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada (%)	Qcal	Carga máxima simultánea de calefacción (kW)		

Tabla I.28. Potencia térmica instalada.



La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia instalada de refrigeración(kW)	Potencia de refrigeración(kW)	Potencia instalada de calefacción(kW)	Potencia de calefacción(kW)
Tipo 1	19.40	4.79	21.30	10.17
Tipo 2			24.00	10.17
Total	19.4	4.8	45.3	20.3

Equipos	Referencia
Tipo 1	Bomba de calor reversible, aire-agua, modelo EWCBZ 801 "HITECSA", potencia frigorífica nominal de 19,4 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 21,3 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 6 l, presión nominal disponible de 89,7 kPa) y depósito de inercia de 150 l, con ventilador centrífugo de doble aspiración, caudal de agua nominal de 3,337 m ³ /h, caudal de aire nominal de 7800 m ³ /h, presión de aire nominal de 95 Pa y potencia sonora de 77 dBA; con presostato diferencial de caudal, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire
Tipo 2	Caldera mural de condensación a gas N, para calefacción y A.C.S. acumulada con depósito integrado, cámara de combustión estanca y tiro forzado, con electrónica Bosch Heatronic 3, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto, equipamiento formado por: cuerpo de caldera, panel de control y mando, bomba de circulación de 3 velocidades, kit estándar de evacuación de humos y plantilla de montaje, "JUNKERS"

Tabla I.29. Potencia instalada.



2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 1.2.4.2.

2.1.- AISLAMIENTO TÉRMICO EN REDES DE TUBERÍAS.

2.1.1.- 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.

2.1.2.- 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 verano: 28.7 °C

Temperatura seca exterior de invierno: 3.6 °C

Velocidad del viento: 5.9 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	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$Q_{\text{ref.}}$ (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$Q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 2	26/28 mm	0.037	25	3.44	3.48	5.44	37.6	11.02	76.3
Tipo 2	33/35 mm	0.037	27	3.84	3.88	5.96	46.1	12.09	93.5
						Total	84	Total	170
Abreviaturas utilizadas									
Ø	Diámetro nominal			$\Phi_{\text{m.ref}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de				
λ_{aisl}	Conductividad del aislamiento			$Q_{\text{ref.}}$	Pérdidas de calor para refrigeración				
e_{aisl}	Espesor del aislamiento			$\Phi_{\text{m.cal}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de				
L_{imp}	Longitud de impulsión			$Q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción				
$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno								



Tubería	Referencia
Tipo 2	Tubería general de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de cobre rígido, empotrado en paramento, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Tabla I.30. Tuberías en el ambiente exterior y aislamientos empleados, pérdidas totales.

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.

2.1.3.- 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.

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

Tubería	∅	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$Q_{\text{ref.}}$ (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$Q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	40/42 mm	0.037	27	9.92	12.82	4.71	107.0	8.55	194.5
Tipo 1	33/35 mm	0.037	27	20.09	16.82	3.99	38.6	12.68	468.1
Tipo 1	26/28 mm	0.037	25	26.22	13.32	3.61	127.8	6.48	256.4
Total							273	Total	919
Abreviaturas utilizadas									
∅	Diámetro nominal				$\Phi_{\text{m.ref.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud			
$\lambda_{\text{aisl.}}$	Conductividad del aislamiento				$Q_{\text{ref.}}$	Pérdidas de calor para refrigeración			
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento				$\Phi_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud			
L_{imp}	Longitud de impulsión				$Q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción			
$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno								

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería general de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de cobre rígido, empotrado en paramento, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Tabla I.31. Tuberías en el ambiente interior y aislamientos empleados, pérdidas totales.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.



2.1.4.- PÉRDIDA DE CALOR EN TUBERÍAS.

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de refrigeración(kW)	Potencia de calefacción(kW)
Tipo 1	19.40	21.30
Tipo 2		24.00
Total	19.40	45.30

Equipos	Referencia
Tipo 1	Bomba de calor reversible, aire-agua, modelo EWCBZ 801 "HITECSA", potencia frigorífica nominal de 19,4 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 21,3 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 6 l, presión nominal disponible de 89,7 kPa) y depósito de inercia de 150 l, con ventilador centrífugo de doble aspiración, caudal de agua nominal de 3,337 m ³ /h, caudal de aire nominal de 7800 m ³ /h, presión de aire nominal de 95 Pa y potencia sonora de 77 dBA; con presostato diferencial de caudal, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire
Tipo 2	Caldera mural de condensación a gas N, para calefacción y A.C.S. acumulada con depósito integrado, cámara de combustión estanca y tiro forzado, con electrónica Bosch Heatronic 3, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto, equipamiento formado por: cuerpo de caldera, panel de control y mando, bomba de circulación de 3 velocidades, kit estándar de evacuación de humos y plantilla de montaje, "JUNKERS"

Tabla I.32. Potencia instalada.

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

Refrigeración

Potencia de los equipos(kW)	Q _{ref} (W)	Pérdida de calor(%)
19.40	357.2	1.8

Tabla I.33. Porcentaje de pérdidas de calor en refrigeración.

Calefacción

Potencia de los equipos(kW)	Q _{cal} (W)	Pérdida de calor(%)
45.30	1088.7	2.4

Tabla I.34. Porcentaje de pérdidas de calor en calefacción.

Por tanto la pérdida de calor en tuberías es inferior al 4.0 %.



2.2.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DE FLUIDOS.

Se describe a continuación la potencia específica de los equipos de propulsión de fluidos y sus valores límite según la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.5.

Equipos	Sistema	Categoría	Categoría límite
Tipo 1 (Baño - Planta 2)	Climatización	SFP1	SFP4
Tipo 1 (Aseo - Planta 1)	Climatización	SFP1	SFP4

Equipos	Referencia
Tipo 1	Fancoil horizontal, modelo KCN-20 "CIAT", sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 5,2 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 6,15 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,9 m ³ /h, caudal de aire nominal de 750 m ³ /h, presión de aire nominal de 39,2 Pa y potencia sonora nominal de 51,3 dBA; incluso transporte hasta pie de obra sobre camión, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.15-2,5 "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF; incluso conexiones y montaje

Tabla I.35. Potencia específica de los equipos de propulsión de fluidos.

2.3.- 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.

2.4.- 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.



3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL CONTROL DE INSTALACIONES TÉRMICAS DEL APARTADO 1.2.4.3.

3.1.- 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.

3.2.- 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
vivienda	THM-C3

Tabla I.36. *Sistema de control empleado en el conjunto de recintos.*

3.3.- 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 presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire

Tabla I.37. *Control de la calidad del aire interior.*

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

4.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DEL APARTADO 1.2.4.5.

4.1.- 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.

5. JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES DEL APARTADO 1.2.4.6.

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.



6.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE LIMITACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL DEL APARTADO 1.2.4.7.

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 interaccionan 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.

7.- 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 2	Caldera mural de condensación a gas N, para calefacción y A.C.S. acumulada con depósito integrado, cámara de combustión estanca y tiro forzado, con electrónica Bosch Heatronic 3, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto, equipamiento formado por: cuerpo de caldera, panel de control y mando, bomba de circulación de 3 velocidades, kit estándar de evacuación de humos y plantilla de montaje, "JUNKERS"

Enfriadoras y bombas de calor

Equipos	Referencia
Tipo 1	Bomba de calor reversible, aire-agua, modelo EWCBZ 801 "HITECSA", potencia frigorífica nominal de 19,4 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 21,3 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 6 l, presión nominal disponible de 89,7 kPa) y depósito de inercia de 150 l, con ventilador centrífugo de doble aspiración, caudal de agua nominal de 3,337 m ³ /h, caudal de aire nominal de 7800 m ³ /h, presión de aire nominal de 95 Pa y potencia sonora de 77 dBA; con presostato diferencial de caudal, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire



Equipos de transporte de fluidos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Fancoil horizontal, modelo KCN-20 "CIAT", sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 5,2 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 6,15 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,9 m ³ /h, caudal de aire nominal de 750 m ³ /h, presión de aire nominal de 39,2 Pa y potencia sonora nominal de 51,3 dBA; incluso transporte hasta pie de obra sobre camión, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.15-2,5 "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF; incluso conexiones y montaje

Tablas I.38. *Equipos de transporte de fluidos.*



1.12.2.- CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS

1.- EXIGENCIAS TÉCNICAS.....	67
1.1.- EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE.....	67
1.1.1.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE DEL APARTADO 1.4.1.....	67
1.1.2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR DEL APARTADO 1.4.2.....	68
1.1.2.1.- CATEGORÍAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR..	68
1.1.2.2.- CAUDAL MÍNIMO DE AIRE EXTERIOR.....	68
1.1.3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE HIGIENE DEL APARTADO 1.4.3.....	69
1.1.4.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD ACÚSTICA DEL APARTADO 1.4.4.....	69
1.2.- EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....	69
1.2.1.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 1.2.4.1.....	69
1.2.1.1.- GENERALIDADES.....	69
1.2.1.2.- CARGAS TÉRMICAS.....	70
1.2.1.2.1.- CARGAS MÁXIMAS SIMULTÁNEAS.....	70
1.2.1.2.2.- CARGAS PARCIALES Y MÍNIMAS.....	71
1.2.1.3.- POTENCIA TÉRMICA INSTALADA.....	71
1.2.2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 1.2.4.2.....	73
1.2.2.1.- AISLAMIENTO TÉRMICO EN REDES DE TUBERÍAS.....	73
1.2.2.1.1.- INTRODUCCIÓN.....	73
1.2.2.1.2.- TUBERÍAS EN CONTACTO CON EL AMBIENTE EXTERIOR.....	73
1.2.2.1.3.- TUBERÍAS EN CONTACTO CON EL AMBIENTE INTERIOR.....	74
1.2.2.1.4.- PÉRDIDA DE CALOR EN TUBERÍAS.....	75
1.2.2.2.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DE FLUIDOS.....	76
1.2.2.3.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS.....	76
1.2.2.4.- REDES DE TUBERÍAS.....	76
1.2.3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL CONTROL DE INSTALACIONES TÉRMICAS DEL APARTADO 1.2.4.3.....	76
1.2.3.1.- GENERALIDADES.....	76
1.2.3.2.- CONTROL DE LAS CONDICIONES TERMOHIGROMÉTRICAS.....	77
1.2.3.3.- CONTROL DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR EN LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN.....	78
1.2.4.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DEL APARTADO 1.2.4.5.....	78
1.2.4.1.- ZONIFICACIÓN.....	78



1.2.5.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES DEL APARTADO 1.2.4.6.	78
1.2.6.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE LIMITACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL DEL APARTADO 1.2.4.7.....	79
1.2.7.- LISTA DE LOS EQUIPOS CONSUMIDORES DE ENERGÍA...	79
1.3.- EXIGENCIA DE SEGURIDAD.....	80
1.3.1.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE SEGURIDAD EN GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 3.4.1.....	80
1.3.1.1.- CONDICIONES GENERALES.....	80
1.3.1.2.- SALAS DE MÁQUINAS.....	80
1.3.1.3.- CHIMENEAS.....	80
1.3.1.4.- ALMACENAMIENTO DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS.....	80
1.3.2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE SEGURIDAD EN LAS REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 3.4.2.....	81
1.3.2.1.- ALIMENTACIÓN.....	81
1.3.2.2.- VACIADO Y PURGA.....	81
1.3.2.3.- EXPANSIÓN Y CIRCUITO CERRADO.....	81
1.3.2.4.- DILATACIÓN, GOLPE DE ARIETE, FILTRACIÓN....	82
1.3.2.5.- CONDUCTOS DE AIRE.....	82
1.3.3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL APARTADO 3.4.3.....	82
1.3.4.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE SEGURIDAD Y UTILIZACIÓN DEL APARTADO 3.4.4.....	82



1.12.2.- CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE INSTALACIONES TÉRMICAS.

1.- EXIGENCIAS TÉCNICAS.

Las instalaciones térmicas del edificio objeto del presente proyecto han sido diseñadas y calculadas de forma que:

- ⇒ Se obtiene una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que son aceptables para los usuarios de la vivienda sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo la exigencia de bienestar e higiene.
- ⇒ Se reduce el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, cumpliendo la exigencia de eficiencia energética.
- ⇒ Se previene y reduce a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades, cumpliendo la exigencia de seguridad.

1.1.- EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE.

1.1.1.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE DEL APARTADO 1.4.1.

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)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

Tabla I.39. *Parámetros del bienestar térmico.*



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
Baño / Aseo	24	21	50
Cocina	24	21	50
Dormitorio	24	21	50
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

Tabla I.40. Condiciones interiores de diseño.

1.1.2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR DEL APARTADO 1.4.2.

1.1.2.1.- 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.

1.1.2.2.- 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 persona(m ³ /h)	Por unidad de superficie(m ³ /(h·m ²))	Por recinto(m ³ /h)
Baño / Aseo		2.7	54.0
Cocina		7.2	
Dormitorio	18.0	2.7	
Pasillo / Distribuidor		2.7	
Salón / Comedor	10.8	2.7	

Tabla I.41. Ventilación diseñada.



1.1.3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE HIGIENE DEL APARTADO 1.4.3.

La temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se ha diseñado para que sea compatible con su uso, considerando las pérdidas de temperatura en la red de tuberías.

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

1.1.4.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD ACÚSTICA DEL APARTADO 1.4.4.

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

1.2.- EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

1.2.1.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 1.2.4.1.

1.2.1.1.- 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.



1.2.1.2.- CARGAS TÉRMICAS.

1.2.1.2.1.- CARGAS MÁXIMAS SIMULTÁNEAS.

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

Refrigeración

Conjunto: vivienda												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (W)	Sensible interior(W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (W)	Carga total(W)	Por superficie (W/m ²)	Sensible (W)	Total (W)
Cocina	Planta baja	74.93	456.44	585.65	547.31	676.52	102.79	60.57	392.50	74.88	607.88	1069.02
Salon - Comedor	Planta baja	34.99	629.51	838.85	684.44	893.78	64.80	-0.31	218.57	51.68	684.13	1112.35
Vestidor	Planta baja	97.87	75.86	110.75	178.95	213.84	36.00	22.37	137.04	83.26	201.32	350.87
Dormitorio - 1	Planta baja	26.94	201.74	236.63	235.54	270.43	48.39	57.03	213.29	26.99	292.57	483.72
Hall - Distribuidor	Planta baja	690.10	15.31	15.31	726.57	726.57	36.14	-0.91	108.07	62.36	725.66	834.64
Dormitorio - 4	Planta 1	68.39	179.08	213.97	254.90	289.79	40.46	47.69	178.35	31.24	302.58	468.14
Dormitorio - 2	Planta 1	473.37	100.65	135.54	591.24	626.13	36.00	-1.81	106.75	55.02	589.43	732.89
Dormitorio - 3	Planta 1	494.45	93.93	128.82	606.04	640.93	36.00	-1.81	106.75	69.36	604.23	747.68
PASO	Planta 1	34.17	55.89	55.89	92.76	92.76	45.61	7.73	165.91	15.31	100.49	258.66
Total							446.2					
Carga total simultánea											4790.0	

Tabla I.42. Carga máxima simultánea de la refrigeración.

Calefacción

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: vivienda					
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,CR,i}^*$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,CR,i}^*$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Cocina	Planta baja	701.93	343.96	157.04	1202.93
Aseo	Planta baja	195.80	165.34	44.41	405.55
Baño	Planta baja	298.90	169.37	65.08	533.35
Salon - Comedor	Planta baja	824.46	445.00	236.78	1506.24
Vestidor	Planta baja	224.56	218.91	46.35	489.83
Dormitorio - 1	Planta baja	706.97	319.34	197.13	1223.44
Hall - Distribuidor	Planta baja	320.52	152.44	147.23	620.19
Dormitorio - 4	Planta 1	534.36	282.30	164.84	981.50
Dormitorio - 2	Planta 1	562.77	240.22	146.53	949.53
Dormitorio - 3	Planta 1	329.66	234.23	118.58	682.47
Baño	Planta 1	178.95	166.59	51.90	397.45
PASO	Planta 1	449.83	132.26	185.80	767.89
TOTAL		5328.71	2869.96	1561.69	9760.35
Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)					9760.35

* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos

Tabla I.43. Carga máxima simultánea de la calefacción.

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



1.2.1.2.2.- CARGAS PARCIALES Y MÍNIMAS.

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

Refrigeración:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes(kW)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
vivienda	3.22	3.57	3.86	3.60	4.07	4.14	4.79	4.78	4.41	4.42	3.60	3.20

Tabla I.44. Demandas parciales por meses de la refrigeración.

Calefacción:

Conjunto de recintos	Carga máxima simultánea por mes(kW)		
	Diciembre	Enero	Febrero
vivienda	10.17	10.17	10.17

Tabla I.45. Demandas parciales por meses de la calefacción.

1.2.1.3.- 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	P _{instalada} (kW)	%q _{tub}	%q _{equipos}	Q _{ref} (kW)	Total(kW)
vivienda	19.40	1.84	2.00	4.79	5.54
Abreviaturas utilizadas					
P _{instalada}	Potencia instalada (kW)		%q _{equipos}	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)	
%q _{tub}	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para refrigeración respecto a la potencia instalada (%)		Q _{ref}	Carga máxima simultánea de refrigeración (kW)	



Conjunto de recintos		Pinstalada (kW)	%qtub	%qequipos	Qref (kW)	Total(kW)
vivienda		45.30	2.40	2.00	10.17	12.17
Abreviaturas utilizadas						
Pinstalada	Potencia instalada (kW)		%qequipos	Porcentaje del equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de fluidos respecto a la potencia instalada (%)		
%qtub	Porcentaje de pérdida de calor en tuberías para calefacción respecto a la potencia instalada (%)		Qcal	Carga máxima simultánea de calefacción (kW)		

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia instalada de refrigeración(kW)	Potencia de refrigeración(kW)	Potencia instalada de calefacción(kW)	Potencia de calefacción(kW)
Tipo 1	19.40	4.79	21.30	10.17
Tipo 2			24.00	10.17
Total	19.4	4.8	45.3	20.3

Equipos	Referencia
Tipo 1	Bomba de calor reversible, aire-agua, modelo EWCBZ 801 "HITECSA", potencia frigorífica nominal de 19,4 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 21,3 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 6 l, presión nominal disponible de 89,7 kPa) y depósito de inercia de 150 l, con ventilador centrífugo de doble aspiración, caudal de agua nominal de 3,337 m ³ /h, caudal de aire nominal de 7800 m ³ /h, presión de aire nominal de 95 Pa y potencia sonora de 77 dBA; con presostato diferencial de caudal, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire
Tipo 2	Caldera mural de condensación a gas N, para calefacción y A.C.S. acumulada con depósito integrado, cámara de combustión estanca y tiro forzado, con electrónica Bosch Heatronic 3, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto, equipamiento formado por: cuerpo de caldera, panel de control y mando, bomba de circulación de 3 velocidades, kit estándar de evacuación de humos y plantilla de montaje, "JUNKERS"

Tabla I.46. Potencia térmica instalada.



1.2.2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 1.2.4.2.

1.2.2.1.- AISLAMIENTO TÉRMICO EN REDES DE TUBERÍAS.

1.2.2.1.1.- 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.

1.2.2.1.2.- 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 verano: 28.7 °C

Temperatura seca exterior de invierno: 3.6 °C

Velocidad del viento: 5.9 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	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	e _{aisl.} (mm)	L _{imp.} (m)	L _{ret.} (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	q _{ref.} (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	q _{cal.} (W)
Tipo 2	26/28 mm	0.037	25	3.44	3.48	5.44	37.6	11.02	76.3
Tipo 2	33/35 mm	0.037	27	3.84	3.88	5.96	46.1	12.09	93.5
						Total	84	Total	170
Abreviaturas utilizadas									
Ø	Diámetro nominal			$\Phi_{\text{m.ref.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud				
λ_{aisl}	Conductividad del aislamiento			q _{ref.}	Pérdidas de calor para refrigeración				
e _{aisl}	Espesor del aislamiento			$\Phi_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud				
L _{im}	Longitud de impulsión			q _{cal.}	Pérdidas de calor para calefacción				
L _{ret.}	Longitud de retorno								



Tubería	Referencia
Tipo 2	Tubería general de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de cobre rígido, empotrado en paramento, 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.

Tabla I.47. Tuberías en el ambiente exterior y los aislamientos empleados.

1.2.2.1.3.- 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.

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

Tubería	Ø	$\lambda_{\text{aisl.}}$ (W/(m·K))	$e_{\text{aisl.}}$ (mm)	$L_{\text{imp.}}$ (m)	$L_{\text{ret.}}$ (m)	$\Phi_{\text{m.ref.}}$ (W/m)	$q_{\text{ref.}}$ (W)	$\Phi_{\text{m.cal.}}$ (W/m)	$q_{\text{cal.}}$ (W)
Tipo 1	40/42 mm	0.037	27	9.92	12.82	4.71	107.0	8.55	194.5
Tipo 1	33/35 mm	0.037	27	20.09	16.82	3.99	38.6	12.68	468.1
Tipo 1	26/28 mm	0.037	25	26.22	13.32	3.61	127.8	6.48	256.4
						Total	273	Total	919
Abreviaturas utilizadas									
Ø	Diámetro nominal			$\Phi_{\text{m.ref.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para refrigeración por unidad de longitud				
$\lambda_{\text{aisl.}}$	Conductividad del aislamiento			$q_{\text{ref.}}$	Pérdidas de calor para refrigeración				
$e_{\text{aisl.}}$	Espesor del aislamiento			$\Phi_{\text{m.cal.}}$	Valor medio de las pérdidas de calor para calefacción por unidad de longitud				
$L_{\text{imp.}}$	Longitud de impulsión			$q_{\text{cal.}}$	Pérdidas de calor para calefacción				
$L_{\text{ret.}}$	Longitud de retorno								

Tubería	Referencia
Tipo 1	Tubería general de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de cobre rígido, empotrado en paramento, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica.

Tabla I.48. Tuberías en el ambiente interior y los aislamientos empleados.

Para tener en cuenta la presencia de válvulas en el sistema de tuberías se ha añadido un 15 % al cálculo de la pérdida de calor.



1.2.2.1.4.- PÉRDIDA DE CALOR EN TUBERÍAS.

La potencia instalada de los equipos es la siguiente:

Equipos	Potencia de refrigeración(kW)	Potencia de calefacción(kW)
Tipo 1	19.40	21.30
Tipo 2		24.00
Total	19.40	45.30

Equipos	Referencia
Tipo 1	Bomba de calor reversible, aire-agua, modelo EWCBZ 801 "HITECSA", potencia frigorífica nominal de 19,4 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 21,3 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 6 l, presión nominal disponible de 89,7 kPa) y depósito de inercia de 150 l, con ventilador centrífugo de doble aspiración, caudal de agua nominal de 3,337 m ³ /h, caudal de aire nominal de 7800 m ³ /h, presión de aire nominal de 95 Pa y potencia sonora de 77 dBA; con presostato diferencial de caudal, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire
Tipo 2	Caldera mural de condensación a gas N, para calefacción y A.C.S. acumulada con depósito integrado, cámara de combustión estanca y tiro forzado, con electrónica Bosch Heatronic 3, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto, equipamiento formado por: cuerpo de caldera, panel de control y mando, bomba de circulación de 3 velocidades, kit estándar de evacuación de humos y plantilla de montaje, "JUNKERS"

Tabla I.49. Potencia instalada.

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

Refrigeración

Potencia de los equipos(kW)	q _{ref} (W)	Pérdida de calor(%)
19.40	357.2	1.8

Calefacción

Potencia de los equipos(kW)	q _{cal} (W)	Pérdida de calor(%)
45.30	1088.7	2.4

Por tanto la pérdida de calor en tuberías es inferior al 4.0 %.

Tabla I.50. Porcentaje de pérdidas de calor.



1.2.2.2.- EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EQUIPOS PARA EL TRANSPORTE DE FLUIDOS.

Se describe a continuación la potencia específica de los equipos de propulsión de fluidos y sus valores límite según la instrucción técnica I.T. 1.2.4.2.5.

Equipos	Sistema	Categoría	Categoría límite
Tipo 1 (Baño - Planta 2)	Climatización	SFP1	SFP4
Tipo 1 (Aseo - Planta 1)	Climatización	SFP1	SFP4

Equipos	Referencia
Tipo 1	Fancoil horizontal, modelo KCN-20 "CIAT", sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 5,2 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 6,15 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,9 m ³ /h, caudal de aire nominal de 750 m ³ /h, presión de aire nominal de 39,2 Pa y potencia sonora nominal de 51,3 dBA; incluso transporte hasta pie de obra sobre camión, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.15-2,5 "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF; incluso conexiones y montaje

Tabla I.51. Potencia específica de los equipos de propulsión.

1.2.2.3.- 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.

1.2.2.4.- 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.

1.2.3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL CONTROL DE INSTALACIONES TÉRMICAS DEL APARTADO 1.2.4.3.

1.2.3.1.- 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.



1.2.3.2.- 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
vivienda	THM-C3

Tabla I.52. Sistema de control empleado en los recintos.



1.2.3.3.- 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 presencia	El sistema funciona por una señal de presencia
IDA-C5	Control por ocupación	El sistema funciona dependiendo del número de personas presentes
IDA-C6	Control directo	El sistema está controlado por sensores que miden parámetros de calidad del aire interior

Tabla I.53. Control de calidad del aire interior.

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

1.2.4.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE RECUPERACIÓN DE ENERGÍA DEL APARTADO 1.2.4.5.

1.2.4.1.- 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.

1.2.5.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES DEL APARTADO 1.2.4.6.

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.



1.2.6.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE LIMITACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL DEL APARTADO 1.2.4.7.

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 interaccionan 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.

1.2.7.- 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 2	Caldera mural de condensación a gas N, para calefacción y A.C.S. acumulada con depósito integrado, cámara de combustión estanca y tiro forzado, con electrónica Bosch Heatronic 3, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto, equipamiento formado por: cuerpo de caldera, panel de control y mando, bomba de circulación de 3 velocidades, kit estándar de evacuación de humos y plantilla de montaje, "JUNKERS"

Enfriadoras y bombas de calor

Equipos	Referencia
Tipo 1	Bomba de calor reversible, aire-agua, modelo EWCBZ 801 "HITECSA", potencia frigorífica nominal de 19,4 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 21,3 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 6 l, presión nominal disponible de 89,7 kPa) y depósito de inercia de 150 l, con ventilador centrífugo de doble aspiración, caudal de agua nominal de 3,337 m ³ /h, caudal de aire nominal de 7800 m ³ /h, presión de aire nominal de 95 Pa y potencia sonora de 77 dBA; con presostato diferencial de caudal, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire



Equipos de transporte de fluidos

Equipos	Referencia
Tipo 1	Fancoil horizontal, modelo KCN-20 "CIAT", sistema de dos tubos, potencia frigorífica total nominal de 5,2 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 19°C; temperatura de entrada del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 6,15 kW (temperatura de entrada del aire: 20°C; temperatura de entrada del agua: 50°C), de 3 velocidades, caudal de agua nominal de 0,9 m ³ /h, caudal de aire nominal de 750 m ³ /h, presión de aire nominal de 39,2 Pa y potencia sonora nominal de 51,3 dBA; incluso transporte hasta pie de obra sobre camión, con válvula de tres vías con bypass (4 vías), modelo VMP469.15-2,5 "HIDROFIVE", con actuador STA71HDF; incluso conexiones y montaje

Tablas I.54. Consumo de energía de los diferentes equipos.

1.3.- EXIGENCIA DE SEGURIDAD.

1.3.1.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE SEGURIDAD EN GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 3.4.1.

1.3.1.1.- 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.

1.3.1.2.- 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.

1.3.1.3.- 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.

1.3.1.4.- ALMACENAMIENTO DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS.

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

1.3.2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE SEGURIDAD EN LAS REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS DE CALOR Y FRÍO DEL APARTADO 3.4.2.

1.3.2.1.- 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

Tabla I.55. Diámetro de la conexión de alimentación.

1.3.2.2.- 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 DN(mm)	Frio DN(mm)
$P \leq 70$	20	25
$70 < P \leq 150$	25	32
$150 < P \leq 400$	32	40
$400 < P$	40	50

Tabla I.56. Diámetro mínimo.

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

1.3.2.3.- 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.



1.3.2.4.- 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.

1.3.2.5.- 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.

1.3.3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DEL APARTADO 3.4.3.

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

1.3.4.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE SEGURIDAD Y UTILIZACIÓN DEL APARTADO 3.4.4.

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.



1.12.3. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

1.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. CONDUCTOS.....	85
2.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS.....	86
3.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS.....	87
4.- UNIDADES NO AUTÓNOMAS PARA CLIMATIZACIÓN (FANCOILS).....	91
5.- SISTEMAS DE SUELO RADIANTE.....	92
5.1.- BASES DE CÁLCULO.....	92
5.1.1.- CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DE LOS RECINTOS.....	92
5.1.2.- LOCALIZACIÓN DE LOS COLECTORES.....	93
5.1.3.- DISEÑO DE CIRCUITOS. CÁLCULO DE LONGITUDES.....	94
5.1.4.- CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE IMPULSIÓN DEL AGUA.....	95
5.1.5.- CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUA DE LOS CIRCUITOS.....	97
5.2.- DIMENSIONADO.....	98
5.2.1.- DIMENSIONADO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO.....	98
5.2.2.- SELECCIÓN DE LA CALDERA O BOMBA DE CALOR.....	99



1.12.3. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.

1.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. CONDUCTOS.

Conductos									
Tramo		Q(m ³ /h)	w x h(mm)	V(m/s)	Φ (mm)	L(m)	ΔP ₁ (Pa)	ΔP (Pa)	D(Pa)
Inicio	Final								
A170-Planta baja	N6-Planta baja	750.0	200x200	5.5	218.6	0.91		11.72	
N6-Planta baja	N4-Planta baja	542.6	200x200	4.0	218.6	2.08		16.35	
N6-Planta baja	N19-Planta baja	207.4	150x150	2.7	164.0	4.35		21.25	
A148-Planta baja	A148-Planta baja	122.9	150x100	2.4	133.2	0.32	4.44	27.69	
N19-Planta baja	A148-Planta baja	122.9	150x100	2.4	133.2	1.63		22.33	
N19-Planta baja	A151-Planta baja	84.5	100x100	2.5	109.3	1.37	2.10	25.91	1.78
N4-Planta baja	N1-Planta baja	255.3	200x150	2.5	188.9	3.14	4.47	22.21	5.48
N4-Planta baja	N1-Planta baja		200x150		188.9	0.55		17.74	
N4-Planta baja	N18-Planta baja	287.3	200x150	2.8	188.9	3.40	5.66	27.42	0.27
N4-Planta baja	N18-Planta baja		200x150		188.9	0.60		21.77	
A2-Planta 1	N2-Planta 1	750.0	200x200	5.5	218.6	2.40		14.64	
N4-Planta 1	A98-Planta 1	302.9	200x200	2.2	218.6	1.01	6.29	37.57	
N4-Planta 1	A91-Planta 1	302.9	200x200	2.2	218.6	1.43		30.43	
N2-Planta 1	N1-Planta 1	151.7	150x150	2.0	164.0	1.37	6.76	22.54	15.03
N2-Planta 1	N1-Planta 1		150x150		164.0	0.39		15.78	
N2-Planta 1	A91-Planta 1	598.3	200x200	4.4	218.6	9.27	5.98	35.97	1.60
Abreviaturas utilizadas									
Q	Caudal			L	Longitud				
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)			ΔP ₁	Pérdida de presión				
V	Velocidad			ΔP	Pérdida de presión acumulada				
Φ	Diámetro equivalente.			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				

Tabla I.57. Sistema de conducción de aire, conductos.



2.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AIRE. DIFUSORES Y REJILLAS.

Difusores y rejillas									
Tipo	Φ (mm)	w x h(mm)	Q (m ³ /h)	A(cm ²)	X (m)	P (dBA)	ΔP_1 (Pa)	ΔP (Pa)	D(Pa)
A175-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		425x125	287.3	220.00		23.2	4.43	4.43	0.00
A177-Planta baja: Rejilla de retorno por plenum		225x125	122.9	110.00		18.4	3.24	3.24	0.00
A148-Planta baja: Rejilla de impulsión		225x125	122.9	140.00	3.7	12.1	4.44	27.69	0.00
A151-Planta baja: Rejilla de impulsión		225x125	84.5	140.00	2.5	0.7	2.10	25.91	1.78
A100-Planta 1: Rejilla de retorno por plenum		425x125	295.5	220.00		24.0	4.69	4.69	0.00
A101-Planta 1: Rejilla de retorno por plenum		425x125	302.9	220.00		24.8	4.92	4.92	0.00
A102-Planta 1: Rejilla de retorno por plenum		225x125	151.7	110.00		24.8	4.94	4.94	0.00
A98-Planta 1: Rejilla de impulsión		425x125	302.9	290.00	6.3	17.4	6.29	37.57	0.00
A91-Planta 1: Rejilla de impulsión		425x125	295.5	290.00	6.1	16.6	5.98	35.97	1.60
N4 -> N1, (-14.44, -2.40), 3.09 m: Rejilla de impulsión		425x125	255.3	290.00	5.3	12.2	4.47	22.21	5.48
N4 -> N18, (-13.44, -3.70), 3.40 m: Rejilla de impulsión		425x125	287.3	290.00	6.0	15.8	5.66	27.42	0.27
N2 -> N1, (-11.60, -2.58), 1.37 m: Rejilla de impulsión		225x125	151.7	140.00	4.5	18.5	6.76	22.54	15.03
Abreviaturas utilizadas									
Φ	Diámetro			P	Potencia sonora				
w x h	Dimensiones (Ancho x Alto)			ΔP_1	Pérdida de presión				
Q	Caudal			ΔP	Pérdida de presión acumulada				
A	Área efectiva			D	Diferencia de presión respecto al difusor o rejilla más desfavorable				
X	Alcance								

Tabla 1.58. Sistemas de conducción de aire, difusores y rejillas.



3.- SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA. TUBERÍAS.

Tuberías (Refrigeración)								
Inicio	Tramo Final	Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L(m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
A58-Sótano	A58-Sótano	Impulsión (*)	40/42 mm	0.46	0.4	0.10	0.007	24.53
A58-Sótano	A62-Sótano	Impulsión (*)	40/42 mm	0.46	0.4	3.10	0.207	24.74
N3-Sótano	N8-Planta baja	Impulsión (*)	40/42 mm	0.46	0.4	3.20	0.213	25.14
N4-Sótano	N3-Sótano	Impulsión (*)	40/42 mm	0.46	0.4	0.59	0.039	24.93
A62-Sótano	N4-Sótano	Impulsión (*)	40/42 mm	0.46	0.4	2.23	0.149	24.89
A170-Planta baja	A170-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.14	0.3	3.01	0.208	36.80
N3-Planta baja	N7-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.09	0.2	0.87	0.028	25.50
N3-Planta baja	N5-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.09	0.2	3.40	0.109	25.61
N8-Planta baja	N10-Planta baja	Impulsión (*)	33/35 mm	0.28	0.3	2.78	0.195	25.33
N5-Planta baja	A170-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.14	0.3	0.52	0.036	25.60
N7-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.09	0.2	2.11	0.067	25.47
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión (*)	40/42 mm	0.14	0.1	0.70	0.005	58.05
A8-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.09	0.2	2.65	0.073	25.48
A8-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.09	0.2	0.54	0.015	25.49
N10-Planta baja	N5-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.14	0.3	3.26	0.225	25.56
N10-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión (*)	33/35 mm	0.14	0.2	2.75	0.053	25.39
N11-Planta baja	N8-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.18	0.3	2.53	0.255	25.39
N15-Planta baja	N11-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.18	0.3	0.09	0.010	25.40
N12-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	33/35 mm	0.09	0.1	0.94	0.008	25.50
N12-Planta baja	N3-Planta 1	Impulsión	33/35 mm	0.09	0.1	3.40	0.030	25.53
A2-Planta 1	A2-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.09	0.2	2.96	0.095	36.78
N5-Planta 1	N6-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.09	0.2	0.33	0.011	25.62
N6-Planta 1	A2-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.09	0.2	2.07	0.066	25.68
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.09	0.2	0.70	0.019	50.18
N3-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.09	0.2	0.51	0.014	25.54



A58-Sótano	A58-Sótano	Retorno (*)	40/42 mm	0.46	0.4	0.57	0.037	0.04
N3-Sótano	A58-Sótano	Retorno (*)	40/42 mm	0.46	0.4	5.73	0.372	0.41
N3-Sótano	N8-Planta baja	Retorno (*)	40/42 mm	0.46	0.4	3.20	0.208	0.62
A170-Planta baja	A170-Planta baja	Retorno	26/28 mm	0.14	0.3	2.92	0.195	1.38
A170-Planta baja	N9-Planta baja	Retorno	26/28 mm	0.14	0.3	0.09	0.006	1.18
N3-Planta baja	N7-Planta baja	Retorno	26/28 mm	0.09	0.2	0.87	0.027	1.16
N3-Planta baja	N5-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.09	0.2	3.40	0.104	1.27
N7-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno	26/28 mm	0.24	0.4	2.11	0.349	1.14
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Retorno (*)	40/42 mm	0.14	0.1	0.70	0.005	0.91
A8-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno (*)	33/35 mm	0.22	0.3	2.65	0.118	0.90
A8-Planta baja	N17-Planta baja	Retorno	33/35 mm	0.09	0.1	0.54	0.005	0.91
N9-Planta baja	N7-Planta baja	Retorno	26/28 mm	0.14	0.3	0.61	0.041	1.18
N11-Planta baja	N8-Planta baja	Retorno (*)	40/42 mm	0.46	0.4	2.53	0.164	0.78
N15-Planta baja	N11-Planta baja	Retorno (*)	40/42 mm	0.46	0.4	0.09	0.006	0.79
N12-Planta baja	N17-Planta baja	Retorno	33/35 mm	0.09	0.1	0.94	0.008	0.92
N12-Planta baja	N3-Planta 1	Retorno	33/35 mm	0.09	0.1	3.40	0.028	0.94
A2-Planta 1	A2-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.09	0.2	2.87	0.088	1.44
N5-Planta 1	N8-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.09	0.2	0.33	0.010	1.28
N8-Planta 1	A2-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.09	0.2	2.48	0.076	1.35
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.09	0.2	0.70	0.018	0.97
A1-Planta 1	N3-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.09	0.2	0.42	0.011	0.96

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

Abreviaturas utilizadas

Φ	<i>Diámetro nominal</i>	L	<i>Longitud</i>
Q	<i>Caudal</i>	ΔP_1	<i>Pérdida de presión</i>
V	<i>Velocidad</i>	ΔP	<i>Pérdida de presión acumulada</i>



Tuberías (Calefacción)								
Inicio	Tramo Final	Tipo	Φ	Q (l/s)	V (m/s)	L(m)	ΔP ₁ (kPa)	ΔP (kPa)
A58-Sótano	A58-Sótano	Impulsión (*)	40/42 mm	1.01	0.8	0.10	0.026	24.55
A58-Sótano	A62-Sótano	Impulsión (*)	40/42 mm	1.01	0.8	3.10	0.819	25.37
N3-Sótano	N8-Planta baja	Impulsión (*)	40/42 mm	1.01	0.8	3.20	0.845	26.96
N4-Sótano	N3-Sótano	Impulsión (*)	40/42 mm	1.01	0.8	0.59	0.155	26.11
A67-Sótano	A67-Sótano	Impulsión (*)	33/35 mm	0.69	0.8	1.55	0.502	0.50
A67-Sótano	N1-Sótano	Impulsión (*)	33/35 mm	0.69	0.8	4.49	1.452	1.95
A62-Sótano	N4-Sótano	Impulsión (*)	40/42 mm	1.01	0.8	2.23	0.590	25.96
N1-Sótano	N14-Planta baja	Impulsión (*)	33/35 mm	0.69	0.8	3.20	1.035	2.99
A170-Planta baja	A170-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.24	0.4	3.01	0.455	56.10
N3-Planta baja	N7-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.13	0.2	0.87	0.042	27.82
N3-Planta baja	N5-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.13	0.2	3.40	0.166	27.99
N8-Planta baja	N10-Planta baja	Impulsión (*)	33/35 mm	0.69	0.8	2.78	0.933	27.89
N5-Planta baja	A170-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.24	0.4	0.52	0.078	33.22
N7-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.13	0.2	2.11	0.103	27.78
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión (*)	40/42 mm	0.93	0.7	0.70	0.158	245.60
A8-Planta baja	N15-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.20	0.4	2.65	0.274	27.95
A8-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.20	0.4	0.54	0.056	28.01
N10-Planta baja	N5-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.24	0.4	3.26	0.493	33.07
N10-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión (*)	33/35 mm	0.48	0.6	2.75	0.473	32.59
N11-Planta baja	N8-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.33	0.6	2.53	0.690	27.65
N14-Planta baja	N16-Planta baja	Impulsión (*)	33/35 mm	0.48	0.6	4.19	0.680	3.67
N15-Planta baja	N11-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.33	0.6	0.09	0.026	27.68
N12-Planta baja	N17-Planta baja	Impulsión	33/35 mm	0.40	0.5	0.94	0.114	31.65
N12-Planta baja	N3-Planta 1	Impulsión	33/35 mm	0.40	0.5	3.40	0.408	32.44
N16-Planta baja	A8-Planta baja	Impulsión (*)	33/35 mm	0.48	0.6	0.63	0.102	3.77
N17-Planta baja	N14-Planta baja	Impulsión	26/28 mm	0.21	0.4	4.10	0.438	3.43
A2-Planta 1	A2-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.14	0.3	2.96	0.168	54.47



N5-Planta 1	N6-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.13	0.2	0.33	0.016	28.00
N6-Planta 1	A2-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.14	0.3	2.07	0.117	32.15
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.39	0.7	0.70	0.270	122.11
A1-Planta 1	N6-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.01	0.0	2.28	0.001	3.92
A1-Planta 1	N3-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.01	0.0	0.42	0.000	3.92
N3-Planta 1	A1-Planta 1	Impulsión	26/28 mm	0.39	0.7	0.51	0.198	32.83
A58-Sótano	A58-Sótano	Retorno (*)	40/42 mm	1.01	0.8	0.57	0.152	0.15
N3-Sótano	A58-Sótano	Retorno (*)	40/42 mm	1.01	0.8	5.73	1.526	1.68
N3-Sótano	N8-Planta baja	Retorno (*)	40/42 mm	1.01	0.8	3.20	0.852	2.53
A67-Sótano	A67-Sótano	Retorno (*)	33/35 mm	0.69	0.8	1.55	0.515	0.51
N1-Sótano	A67-Sótano	Retorno (*)	33/35 mm	0.69	0.8	4.32	1.434	1.95
N1-Sótano	N14-Planta baja	Retorno (*)	33/35 mm	0.69	0.8	3.20	1.063	3.01
A170-Planta baja	A170-Planta baja	Retorno	26/28 mm	0.24	0.4	2.92	0.446	11.17
A170-Planta baja	N9-Planta baja	Retorno	26/28 mm	0.24	0.4	0.09	0.013	10.29
N3-Planta baja	N7-Planta baja	Retorno	26/28 mm	0.13	0.2	0.87	0.043	4.01
N3-Planta baja	N5-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.13	0.2	3.40	0.168	4.18
N7-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno	26/28 mm	0.37	0.7	2.11	0.740	10.08
A8-Planta baja	A8-Planta baja	Retorno (*)	40/42 mm	0.93	0.7	0.70	0.159	8.97
A8-Planta baja	N15-Planta baja	Retorno (*)	33/35 mm	0.68	0.8	2.65	0.882	9.51
A8-Planta baja	N17-Planta baja	Retorno (*)	33/35 mm	0.68	0.8	0.54	0.179	8.83
N9-Planta baja	N7-Planta baja	Retorno	26/28 mm	0.24	0.4	0.61	0.093	10.27
N11-Planta baja	N8-Planta baja	Retorno (*)	40/42 mm	1.01	0.8	2.53	0.673	3.20
N15-Planta baja	N11-Planta baja	Retorno (*)	40/42 mm	1.01	0.8	0.09	0.025	3.23
N12-Planta baja	N17-Planta baja	Retorno	33/35 mm	0.40	0.5	0.94	0.115	8.89
N12-Planta baja	N3-Planta 1	Retorno	33/35 mm	0.40	0.5	3.40	0.413	9.69
N17-Planta baja	N14-Planta baja	Retorno (*)	33/35 mm	0.69	0.8	4.10	1.361	4.37
A2-Planta 1	A2-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.14	0.3	2.87	0.165	9.67
N5-Planta 1	N8-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.13	0.2	0.33	0.016	4.19



N8-Planta 1	A2-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.14	0.3	2.48	0.142	9.35
N8-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.01	0.0	2.22	0.001	4.88
A1-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.39	0.7	0.70	0.273	10.56
A1-Planta 1	N3-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.39	0.7	0.42	0.165	10.02
N3-Planta 1	A1-Planta 1	Retorno	26/28 mm	0.01	0.0	0.51	0.000	4.88

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

Abreviaturas utilizadas	
Φ	<i>Diámetro nominal</i>
Q	<i>Caudal</i>
V	<i>Velocidad</i>
L	<i>Longitud</i>
ΔP_1	<i>Pérdida de presión</i>
ΔP	<i>Pérdida de presión acumulada</i>

Tablas I.59. *Sistemas de conducción de agua.*

4.- UNIDADES NO AUTÓNOMAS PARA CLIMATIZACIÓN (FANCOILS).

Fancoils					
Modelo	Pref (W)	Pcal (W)	Qref (l/s)	ΔP_{ref} (kPa)	PPref (kPa)
KCN-20 (A2-Planta 1)	5200.0	6150.0	0.25	11.000	0.000
KCN-20 (A170-Planta baja)	5200.0	6150.0	0.25	11.000	0.000

Abreviaturas utilizadas	
Pref	<i>Potencia frigorífica total calculada</i>
Pcal	<i>Potencia calorífica total calculada</i>
Qref	<i>Caudal de agua (Refrigeración)</i>
ΔP_{ref}	<i>Pérdida de presión (Refrigeración)</i>
PPref	<i>Pérdida de presión acumulada (Refrigeración)</i>

Fancoils (Continuación)							
Modelo	ΔT_{ref} (°C)	ΔT_{cal} (°C)	Qref (m ³ /h)	Qcal (m ³ /h)	P(Pa)	N(dBA)	Dimensiones(mm)
KCN-20 (A2-Planta 1)	7.0	52.7	750.0	750.0	39.2	51.3	711x832.5x279.5
KCN-20 (A170-Planta baja)	7.0	52.7	750.0	750.0	39.2	51.3	711x832.5x279.5

$\Delta T_{ref} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$

Abreviaturas utilizadas	
ΔT_{ref}	<i>Incremento de la temperatura del agua</i>
ΔT_{cal}	<i>Incremento de la temperatura del agua (Calefacción)</i>
Qref	<i>Caudal de aire (Refrigeración)</i>
Qcal	<i>Caudal de aire (Calefacción)</i>
P	<i>Presión disponible de aire</i>
N	<i>Nivel sonoro</i>

Tabla I.60. *Unidades no autónomas para climatización.*

5.- SISTEMAS DE SUELO RADIANTE.

5.1.- BASES DE CÁLCULO.

5.1.1.- CÁLCULO DE LA CARGA TÉRMICA DE LOS RECINTOS.

Para diseñar una instalación de suelo radiante es necesario calcular previamente las cargas térmicas de los recintos. En caso de disponer de una instalación de refrigeración, la carga térmica calculada se considera un porcentaje del 70% de la carga térmica instantánea para la hora y el día más desfavorable.

Una vez calculadas las cargas térmicas se describe la información necesaria para realizar el diseño de la instalación para cada conjunto de recintos:

Conjunto de recintos	Recinto	Planta	QN,f calefacción (W)	QN,f refrigeración (W)	S(m ²)	q calefacción (W/m ²)	q refrigeración (W/m ²)
vivienda	Baño	Planta baja	549.76		5.92	92.9	
	Dormitorio - 1	Planta baja	1269.30	338.60	17.92	70.8	18.9
	Vestidor	Planta baja	504.52	245.61	4.21	119.7	58.3
	Aseo	Planta baja	417.76		4.04	103.5	
	Salon - Comedor	Planta baja	1585.68	778.64	21.53	73.7	36.2
	Hall - Distribuidor	Planta baja	671.83	584.25	13.38	50.2	43.7
	Cocina	Planta baja	1256.60	748.32	14.28	88.0	52.4
	Baño	Planta 1	410.98		4.72	87.1	
	PASO	Planta 1	770.53	181.07	16.89	45.6	10.7
	Dormitorio - 4	Planta 1	1035.72	327.70	14.99	69.1	21.9
	Dormitorio - 3	Planta 1	713.10	523.38	10.78	66.1	48.5
	Dormitorio - 2	Planta 1	986.38	513.02	13.32	74.0	38.5
	Abreviaturas utilizadas						
QN,f calefacción	<i>Carga térmica de calefacción para el cálculo de suelo radiante</i>			q calefacción	<i>Densidad de flujo térmico para calefacción</i>		
QN,f refrigeración	<i>Carga térmica de refrigeración para el cálculo de suelo radiante</i>			q refrigeración	<i>Densidad de flujo térmico para refrigeración</i>		
S	<i>Superficie del recinto</i>						

Tabla I.61. Cálculo de la carga térmica.

Para realizar el cálculo de la instalación de suelo radiante se debe partir de una temperatura máxima de la superficie del suelo según el tipo de instalación:

Suelo radiante para calefacción:

Tipos de recinto		$\theta_{f,max}$ (°C)	θ_j (°C)	qG (W/m ²)
Zona de permanencia (ocupada)		29	20	100
Cuartos de baño y similares		33	24	100
Zona periférica		35	20	175
Abreviaturas utilizadas				
$\theta_{f,max}$	<i>Temperatura máxima de la superficie del suelo</i>		qG	<i>Densidad de flujo térmico límite</i>
θ_j	<i>Temperatura del recinto</i>			



Suelo radiante para refrigeración:

Tipos de recinto		$\theta_{f,max}$ (°C)	θ_i (°C)	q_G (W/m ²)
Zona de permanencia (ocupada)		20	24	40
Cuartos de baño y similares		18	24	60
Abreviaturas utilizadas				
$\theta_{f,max}$	<i>Temperatura máxima de la superficie del suelo</i>		q_G	<i>Densidad de flujo térmico límite</i>
θ_i	<i>Temperatura del recinto</i>			

Tablas I.62. *Temperatura máxima de superficie.*

La temperatura media de la superficie del suelo según sea para calefacción o refrigeración se calcula por medio de la siguiente expresión:

Calefacción

$$q = 8.92(\theta_{F,m} - \theta_i)^{1.1} \text{ (W / m}^2\text{)}$$

Refrigeración

$$q = 7(|\theta_{s,m} - \theta_i|) \text{ (W / m}^2\text{)}$$

La temperatura máxima en la superficie limita que el suelo radiante pueda cubrir el total de las cargas térmicas. Para este caso es necesario disponer de emisores térmicos auxiliares para complementar el sistema de suelo radiante. Para el caso de los recintos que superan la densidad máxima de flujo térmico se considera el límite descrito como valor de diseño.

5.1.2.- LOCALIZACIÓN DE LOS COLECTORES.

La instalación dispone de colectores de impulsión y de retorno que comunican el equipo productor con los circuitos de suelo radiante.

Los colectores deben disponerse en un lugar centrado respecto a los recintos a los que da servicio, normalmente en pasillos y distribuidores.

Se describe a continuación la localización de los armarios introducidos en el proyecto y el número de circuitos que abastecen.



Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Recinto	Planta
vivienda	CC 1	C 1	Baño	Planta baja
		C 2	Dormitorio - 1	Planta baja
		C 3	Vestidor	Planta baja
		C 4	Aseo	Planta baja
		C 5	Salon - Comedor	Planta baja
		C 6	Salon - Comedor	Planta baja
		C 7	Hall - Distribuidor	Planta baja
		C 8	Dormitorio - 1	Planta baja
		C 9	Cocina	Planta baja
	CC 2	C 1	Baño	Planta 1
		C 2	PASO	Planta 1
		C 3	Dormitorio - 4	Planta 1
		C 4	Dormitorio - 3	Planta 1
		C 5	Dormitorio - 2	Planta 1

Tabla I.63. Armarios introducidos en el proyecto y número de circuitos.

5.1.3.- DISEÑO DE CIRCUITOS. CÁLCULO DE LONGITUDES.

La longitud de la tubería para cada circuito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L = \frac{A}{e} + 2 \cdot l$$

donde:

A = Área a climatizar cubierta por el circuito (m²)

e = Separación entre tuberías (cm)

l = Distancia entre el colector y el área a climatizar (m)



Se describen, a continuación, los parámetros necesarios para el diseño de cada uno de los circuitos de la instalación:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	Trazado	Separación entre tuberías(cm)	S (m ²)	q calefacción (W/m ²)	q refrigeración (W/m ²)	Longitud máxima (m)	Longitud real(m)
vivienda	CC 1	C 1	Doble serpentín	16.0	4.79	114.9		120.0	36.1
		C 2	Doble serpentín	16.0	15.49	56.4	15.3		104.7
		C 3	Espiral	16.0	4.21	87.9	42.0		33.8
		C 4	Espiral	16.0	4.04	162.6			30.6
		C 5	Espiral	16.0	16.03	73.9	36.3		112.8
		C 6	Espiral	16.0	5.41	73.9	36.3		46.1
		C 7	Doble serpentín	16.0	8.51	162.6	42.0		56.8
		C 8	Doble serpentín	16.0	2.43	162.6	42.0		18.7
		C 9	Doble serpentín	16.0	14.28	87.9	42.0		102.1
	CC 2	C 1	Espiral	16.0	3.63	113.3		120.0	29.0
		C 2	Espiral	16.0	11.47	67.2	15.8		81.1
		C 3	Espiral	16.0	14.97	69.2	21.9		106.0
		C 4	Doble serpentín	16.0	9.75	73.1	42.0		70.6
		C 5	Espiral	16.0	12.34	79.9	41.6		88.1
Abreviaturas utilizadas									
S	Superficie del recinto			q	Densidad de flujo térmico para refrigeración				
q	Densidad de flujo térmico para calefacción								

Tabla I.64. Parámetros para el diseño.

5.1.4.- CÁLCULO DE LA TEMPERATURA DE IMPULSIÓN DEL AGUA.

Para calcular la temperatura de impulsión de cada uno de los circuitos se considera la densidad de flujo térmico de cada uno de ellos, a excepción de los cuartos de baño.

Una vez obtenida la densidad máxima de flujo térmico y considerando un salto térmico de 5°C, se calcula la temperatura de impulsión.

$$q = K_H \cdot \Delta\theta_H$$

donde:

q = Densidad de flujo térmico

ΔθH = Desviación media de la temperatura aire-agua, que depende de las siguientes variables:

⇒ Temperatura de impulsión

⇒ Temperatura de retorno

⇒ Temperatura del recinto



KH = Constante que depende de las siguientes variables:

- ⇒ Suelo (espesor del revestimiento y conductividad)
- ⇒ Losa de cemento (espesor y conductividad)
- ⇒ Tubería (diámetro exterior, incluido el revestimiento, espesor y conductividad)

En el Anexo Norma UNE-EN 1264 se describe detalladamente la formulación utilizada en este cálculo.

Para el resto de recintos se debe utilizar la misma formulación, siendo la temperatura de retorno de cada uno de los circuitos el valor calculado.

Se muestra a continuación un resumen de los resultados obtenidos:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Circuito	θ_V calefacción (°C)	θ_R calefacción (°C)	Potencia calefacción(W)	θ_V refrigeración (°C)	θ_R refrigeración (°C)	Potencia refrigeración (W)
vivienda	CC 1	C 1	40.7	35.7	549.8			
		C 2	40.7	26.5	873.6	13.4	18.4	337.7
		C 3	40.7	35.7	370.2	13.4	18.4	252.8
		C 4	40.7	37.7	656.4			
		C 5	40.7	35.7	1185.5	13.4	18.4	831.6
		C 6	40.7	31.3	400.2	13.4	18.4	280.7
		C 7	40.7	37.7	1384.3	13.4	18.4	510.8
		C 8	40.7	35.7	395.7	13.4	18.4	146.0
		C 9	40.7	35.7	1254.2	13.4	18.4	856.6
	CC 2	C 1	39.2	36.2	411.0			
		C 2	39.2	30.2	770.5	13.4	18.4	258.7
		C 3	39.2	30.8	1035.7	13.4	18.4	468.1
		C 4	39.2	32.1	713.1	13.4	18.4	585.3
		C 5	39.2	34.2	986.4	13.4	18.4	732.9
Abreviaturas utilizadas								
θ_V calefacción	<i>Temperatura de impulsión calefacción</i>			θ_V refrigeración	<i>Temperatura de impulsión refrigeración</i>			
θ_R calefacción	<i>Temperatura de retorno calefacción</i>			θ_R refrigeración	<i>Temperatura de retorno refrigeración</i>			

Tabla I.65. *Parámetros para el diseño 2.*



5.1.5.- CÁLCULO DEL CAUDAL DE AGUA DE LOS CIRCUITOS.

El caudal del circuito se calcula con la siguiente expresión:

$$m_H = \frac{A_F \cdot q}{\sigma \cdot c_w} \left(1 + \frac{R_o}{R_u} + \frac{\theta_i - \theta_u}{q \cdot R_u} \right)$$

donde:

A_F = Superficie cubierta por el circuito de suelo radiante

q = Densidad de flujo térmico

δ = Salto de temperatura

c_w = Calor específico del agua

R_o = Resistencia térmica parcial ascendente del suelo

R_u = Resistencia térmica parcial descendente del suelo

θ_u = Temperatura del recinto inferior

θ_i = Temperatura del recinto

$$R_o = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda, B} + \frac{s_u}{\lambda_u}$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,093 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$R_u = R_{\lambda, 1} + R_{\lambda, 2} + R_{\lambda, 3} + R_{\alpha, 4}$$

$$R_{\alpha, 4} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

donde:

$R_{\lambda, 1}$ = Resistencia térmica del aislante

$R_{\lambda, 2}$ = Resistencia térmica del falso techo

$R_{\lambda, 3}$ = Resistencia térmica del enlucido

$R_{\alpha, 4}$ = Resistencia térmica del techo



5.2.- DIMENSIONADO.

5.2.1.- DIMENSIONADO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO.

El dimensionamiento de las tuberías se realiza tomando los siguientes parámetros:

- ☐ Velocidad máxima = 2.0 m/s
- ☐ Pérdida de presión máxima por unidad de longitud = 400.0 Pa/m

Se describe a continuación la instalación calculada:

Conjunto de recintos	Armario de colectores	Tipo	Circuito	ØN (mm)	Caudal calefacción(l/h)	ΔP calefacción (kPa)	Caudal refrigeración(l/h)	ΔP refrigeración (kPa)
vivienda	CC 1	Tipo 1	C 1	15	121.19	5.0		
			C 2	15	70.57	5.7	53.73	5.3
			C 3	15	82.53	2.4	38.37	1.0
			C 4	15	238.58	13.9		
			C 5	15	257.22	58.6	123.88	22.9
			C 6	15	46.25	1.2	41.81	1.6
			C 7	15	496.95	96.8	76.51	5.2
			C 8	15	86.29	1.4	22.16	0.2
			C 9	15	279.61	61.6	129.98	22.4
	CC 2	Tipo 1	C 1	15	148.04	5.7		
			C 2	15	92.56	7.0	38.75	2.4
			C 3	15	134.50	17.5	70.08	8.3
			C 4	15	108.24	8.0	86.80	7.9
			C 5	15	219.77	34.6	110.81	14.8
Abreviaturas utilizadas								
ØN	Diámetro nominal			Caudal	Caudal del circuito refrigeración			
Caudal	Caudal del circuito calefacción			ΔP refrigeración	Pérdida de presión del circuito refrigeración			
ΔP calefacción	Pérdida de presión del circuito calefacción							

Equipo	Descripción
Tipo 1	Colector de plástico (PPSU), de 1" de diámetro, modelo HKV15-16 "TERMOCONCEPT", con medidores de caudal en cada circuito, purgador automático, sistema de llenado y prueba, soportes para fijación a caja o a pared y racores para tubos de 15 mm de diámetro

Tabla I.66. Parámetros para el diseño 3.

La bomba de circulación se calcula tomando la pérdida de presión del circuito más desfavorable y la suma de caudales de los circuitos.



5.2.2.- SELECCIÓN DE LA CALDERA O BOMBA DE CALOR.

La bomba de calor o la caldera se seleccionan en función de la carga máxima simultánea del conjunto de recintos.

Equipo	Conjunto de recintos	Armario de colectores
Tipo 1	vivienda	CC 1
		CC 2
Tipo 2	vivienda	CC 1
		CC 2

Equipo	Descripción
Tipo 1	Bomba de calor reversible, aire-agua, modelo EWCBZ 801 "HITECSA", potencia frigorífica nominal de 19,4 kW (temperatura de entrada del aire: 35°C; temperatura de salida del agua: 7°C, salto térmico: 5°C), potencia calorífica nominal de 21,3 kW (temperatura húmeda de entrada del aire: 7°C; temperatura de salida del agua: 45°C, salto térmico: 5°C), con grupo hidráulico (vaso de expansión de 6 l, presión nominal disponible de 89,7 kPa) y depósito de inercia de 150 l, con ventilador centrífugo de doble aspiración, caudal de agua nominal de 3,337 m ³ /h, caudal de aire nominal de 7800 m ³ /h, presión de aire nominal de 95 Pa y potencia sonora de 77 dBA; con presostato diferencial de caudal, manómetros, válvula de seguridad y purgador automático de aire
Tipo 2	Caldera mural de condensación a gas N, para calefacción y A.C.S. acumulada con depósito integrado, cámara de combustión estanca y tiro forzado, con electrónica Bosch Heatronic 3, encendido electrónico y seguridad por ionización, sin llama piloto, equipamiento formado por: cuerpo de caldera, panel de control y mando, bomba de circulación de 3 velocidades, kit estándar de evacuación de humos y plantilla de montaje, "JUNKERS"

Tabla I.67. Selección de la caldera o bomba de calor.



1.12.4. CÁLCULO DEL FACTOR DE REDUCCIÓN.

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}}$$

donde:

H_{iu} coeficiente de pérdida del espacio calefactado hacia el espacio no calefactado

H_{ue} coeficiente de pérdida del espacio no calefactado al exterior

H_{iu} , H_{ue} incluyen las pérdidas por transmisión y por renovación de aire

$$H_{iu} = L_{iu} + H_{V,iu}$$

$$H_{ue} = L_{ue} + H_{V,ue}$$

Siendo:

$$L_{iu} = L_{Diu} + L_{siu}$$

$$L_{ue} = L_{Due} + L_{sue}$$

donde:

$$L_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \psi_k$$

Siendo:

A_i área del elemento 'i' del edificio (m^2)

U_i coeficiente de transmisión térmica del elemento 'i' del edificio

l_k longitud del puente térmico lineal 'k' (m)

ψ_k coeficiente de transmisión térmica lineal del puente térmico 'k'

L_s coeficiente de pérdida por el suelo en régimen estacionario, calculado según la norma EN ISO 13370 (W/K)



$$H_{V,iu} = \rho c \dot{V}_{iu}$$

$$H_{V,ue} = \rho c \dot{V}_{ue}$$

donde:

ρ densidad del aire (kg/m³)

c capacidad calorífica específica del aire (J/(kg·K))

ρc valor convencional para la capacidad calorífica del aire (1200 J/m³·K)

V_{ue} consumo de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (m³/h)

V_{iu} consumo de aire entre el espacio calefactado y el no calefactado (m³/h)

Siendo:

$$\dot{V}_{iu} = 0$$

$$\dot{V}_{ue} = V_u n_{ue}$$

donde:

V_u volumen de aire en el espacio no calefactado (m³)

n_{ue} tasa de renovación de aire convencional entre el espacio no calefactado y el exterior (h⁻¹)

Resumen de recintos no calefactados

Recinto	Factor de reducción
Garaje	0.95
Vestibulo	0.02
Sala de máquinas	0.90

Tabla I.68. Resumen de recintos no calefactados.

**Recinto: Garaje****Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})**

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Forjado unidireccional	67.47	0.54	36.45
TOTAL			36.45

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

36.45

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Muro de sótano con impermeabilización exterior	41.01	0.67	27.63
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	4.13	0.39	1.62
Muro de sótano con impermeabilización exterior	48.49	0.39	18.92
Muro de sótano con impermeabilización exterior	383.22	1.00	383.22
TOTAL			431.40

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Solera	75.11	0.17	12.64
TOTAL			12.64

Cubiertas del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)	1.16	0.40	0.46
TOTAL			0.46

Huecos del espacio no calefactado en contacto con el exterior	Área (m²)	U (W/(m²·K))	U·A (W/K)
Puerta de garaje metálica de 4.00 x 2.20 m	8.80	2.00	17.60
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar	3.78	1.38	5.21
TOTAL			22.81

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	Ψ·l (W/K)
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	35.33	0.50	17.66
TOTAL			17.66

Tabla I.69. *Coeficiente de acoplamiento.*
Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

484.97

**Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})**

$H_{V,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	36.45
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	36.45

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 208.04 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 3.00\text{h}^{-1}$)	208.04
	+
L_{ue}	484.97
	=
Perdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	693.01

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.95$$

Recinto: Vestíbulo**Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})**

Tabiques en contacto con espacios no calefactados o con edificios adyacentes	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
	4.72	100.00	472.03
		TOTAL	472.03

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Forjado unidireccional	1.42	0.55	0.78
		TOTAL	0.78

Coficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K) 472.81

**Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})**

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Muro de sótano con impermeabilización exterior	3.74	0.67	2.52
Muro de sótano con impermeabilización exterior	3.99	0.39	1.56
		TOTAL	4.07

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Solera	6.16	0.17	1.04
		TOTAL	1.04

Tabla I.70. Coeficiente de acoplamiento.

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K) 5.11

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	472.81
	=
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	472.81

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{v,ue}$ ($V_u = 18.78 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 1.00\text{h}^{-1}$)	6.26
	+
L_{ue}	5.11
	=
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)	11.37

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.02$$

**Recinto: Sala de máquinas****Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu})**

Pavimentos sobre espacios no calefactados	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Forjado unidireccional	5.53	0.47	2.59
TOTAL			2.59

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (L_{iu}) (W/K)

2.59

Cálculo del coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue})

Tabiques en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Muro de sótano con impermeabilización exterior	2.78	0.69	1.91
Muro de sótano con impermeabilización exterior	5.80	0.39	2.29
TOTAL			4.19

Pavimentos en contacto con el exterior del espacio no calefactado	Área (m ²)	U (W/(m ² ·K))	U·A (W/K)
Solera	5.54	0.17	0.93
TOTAL			0.93

Puentes térmicos lineales entre el espacio no calefactado y el exterior	Longitud (m)	Ψ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	3.72	0.50	1.86
TOTAL			1.86

Tabla I.71. *Coeficiente de acoplamiento.*

Coeficiente de acoplamiento entre el espacio no calefactado y el exterior (L_{ue}) (W/K)

6.99

Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio calefactado y el espacio no calefactado (H_{iu})

$H_{v,iu}$	0.00
	+
L_{iu}	2.59
	=
Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{iu}) (W/K)	2.59



Cálculo de las pérdidas por transmisión y por renovación de aire entre el espacio no calefactado y el exterior (H_{ue})

$H_{V,ue}$ ($V_u = 15.44 \text{ m}^3$; $n_{ue} = 3.00\text{h}^{-1}$)

15.44

+

L_{ue}

6.99

=

Pérdidas por transmisión y por renovación de aire (H_{ue}) (W/K)

22.43

Factor de reducción

$$b = \frac{H_{ue}}{H_{iu} + H_{ue}} = 0.90$$



1.12.5. LISTADO DE CARGAS TÉRMICAS.

1.- PARÁMETROS GENERALES.....	111
2.- RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS.....	112
2.1.- REFRIGERACIÓN.....	112
2.2.- CALEFACCIÓN.....	121
3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS.....	157
4.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS.....	158



1.12.5. LISTADO DE CARGAS TÉRMICAS.

1.- PARÁMETROS GENERALES.

Emplazamiento: Alhama de Murcia

Latitud (grados): 37.86 grados

Altitud sobre el nivel del mar: 200 m

Percentil para verano: 5.0 %

Temperatura seca verano: 28.74 °C

Temperatura húmeda verano: 21.60 °C

Oscilación media diaria: 9.8 °C

Oscilación media anual: 29 °C

Temperatura exterior de diseño: 3.60 °C

Temperatura exterior media anual: 17.94 °C

Velocidad del viento: 5.9 m/s

Temperatura del terreno: 7.30 °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 %

Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 3 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Verano): 0 %



2.- RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS.

2.1.- REFRIGERACIÓN.

Planta baja

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto	Conjunto de recintos								
Cocina (Cocina)	vivienda								
Condiciones de proyecto									
Internas					Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 27.8 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 21.3 °C				
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio								C. LATENTE(W)	C. SENSIBLE(W)
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	N	17.1	0.39	321	Claro	23.1			-5.97
Puente térmico (Jambas)	N	0.2	0.99	200	Claro	28.4			0.96
Puente térmico (Dintel)	O	0.2	0.99	200	Claro	35.0			1.74
Puente térmico (Jambas)	O	0.4	0.99	200	Claro	35.0			4.57
Puente térmico (Alféizar)	O	0.2	0.99	200	Claro	35.0			1.74
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m ²)				
1	N	0.9	3.08	0.03	12.2				10.76
1	O	2.9	2.31	0.03	20.6				60.48
Cubiertas									
Tipo	Superficie (m ²)	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Color	Teq. (°C)				
Azotea	7.0	0.31	667	Intermedio	25.6				3.59
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie	U (W/(m ² ·K))	Peso (kg/m ²)	Teq. (°C)					
Forja	14.1	0.54	619	23.6					-2.96
Total estructural									74.93
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o de pie	1	72.11	73.69					72.11	73.69
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Incandescente	256.97	0.62							158.81
Instalaciones y otras cargas								57.10	228.41
Cargas interiores								129.21	456.44
Cargas interiores totales									585.65
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	15.94
FACTOR CALOR SENSIBLE :		0.81		Cargas internas totales				129.21	547.31
Potencia térmica interna total									676.52
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m ³ /h)									
102.8								331.93	60.57
Cargas de ventilación								331.93	60.57
Potencia térmica de ventilación total									392.50
Potencia térmica								461.14	607.88
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 14.3 m²		74.9 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :				1069.0 W	

Tabla I.72. Cálculo de los recintos.



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Salón - Comedor (Salón / vivienda)									
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 24.0 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 20.3 °C					
Cargas de refrigeración a las 23h (21 hora solar) del día 22 de Agosto								C. LATENTE(W)	C. SENSIBLE(W)
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	S	15.1	0.39	307	Claro	26.6		15.35	
Fachada	E	3.4	0.39	307	Claro	25.6		2.13	
Fachada	O	7.4	0.40	309	Claro	25.3		3.70	
Puente térmico (Dintel)	S	0.2	0.97	200	Claro	32.7		1.78	
Puente térmico (Jambas)	S	0.3	0.97	200	Claro	32.7		2.21	
Puente térmico (Alféizar)	S	0.2	0.97	200	Claro	32.7		1.78	
Puente térmico (Dintel)	O	0.2	0.99	200	Claro	31.4		1.18	
Puente térmico (Jambas)	O	0.4	0.99	200	Claro	31.4		3.09	
Puente térmico (Alféizar)	O	0.2	0.99	200	Claro	31.4		1.18	
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
1	S	2.5	2.39	0.03	0.6			1.52	
Cubiertas									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Azotea	9.1	0.31	667	Intermedio	25.4			4.01	
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)					
Forjado	15.0	0.54	619	23.6				-2.93	
Total estructural								34.99	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o en reposo	6	34.89	63.63				209.34	381.79	
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Incandescente	430.51	0.55						235.06	
Instalaciones y otras cargas									
Cargas interiores							209.34	629.51	
Cargas interiores totales								838.85	
Cargas debidas a la propia instalación									
							3.0 %	19.94	
FACTOR CALOR SENSIBLE :									
0.77				Cargas internas totales			209.34	684.44	
Potencia térmica interna total								893.78	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
64.8								218.88	
Cargas de ventilación							218.88	-0.31	
Potencia térmica de ventilación total								218.57	
Potencia térmica							428.22	684.13	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 21.5 m²		51.7 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		1112.3 W			

Tabla I.73. Cálculo de los recintos.



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto	Conjunto de recintos								
Vestidor (Dormitorio)	vivienda								
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 26.0 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 20.7 °C					
Cargas de refrigeración a las 15h (13 hora solar) del día 22 de Septiembre							C. LATENTE(W)	C. SENSIBLE(W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Fachada	O	3.1	0.38	326	Claro	22.3		-2.01	
Ventanas exteriores									
Núm. ventana:	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
1	S	0.9	5.67	0.29	115.6			101.75	
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)					
Forjado	4.2	0.54	619	23.2				-1.87	
Total estructural								97.87	
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o en reposo	2	34.89	39.80				34.89	79.60	
Iluminación									
Tipo	Potencia	Coef. iluminación							
Incandescente	18.54	0.26						4.78	
Instalaciones y otras cargas									
Cargas interiores							34.89	75.86	
Cargas interiores totales								110.75	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	5.21	
FACTOR CALOR SENSIBLE :		0.84		Cargas internas totales		34.89	178.95		
Potencia térmica interna total								213.84	
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
							114.66	22.37	
Cargas de ventilación							114.66	22.37	
Potencia térmica de ventilación total								137.04	
Potencia térmica							149.55	201.32	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 4.2 m²		83.3 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :			350.9 W		

Tabla I.74. Cálculo de los recintos.



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Dormitorio - 1 (Dormitorio)		vivienda						
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 27.8 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 21.3 °C				
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 22 de Agosto							C. LATENTE(W)	C. SENSIBLE(W)
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso	Color	Teq. (°C)		
Fachada	E	14.6	0.40	309	Claro	25.6		9.45
Fachada	N	10.2	0.40	309	Claro	22.5		-5.95
Puente térmico (Dintel)	S	0.2	0.99	200	Claro	36.6		2.13
Puente térmico	S	0.3	0.99	200	Claro	36.6		3.25
Puente térmico	S	0.2	0.99	200	Claro	36.6		2.13
Ventanas exteriores								
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)			
1	S	2.0	2.50	0.03	10.1			19.63
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Forjado	17.7	0.54	619	23.6				-3.70
Total estructural								26.94
Ocupantes								
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)		C.sen/per (W)				
Sentado o en reposo	2	34.89		34.06			34.89	68.13
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Incandescente	78.85	0.62						48.73
Instalaciones y otras cargas								
								89.61
Cargas interiores							34.89	201.74
Cargas interiores totales								236.63
Cargas debidas a la propia instalación								
							3.0 %	6.86
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.87								
Cargas internas totales							34.89	235.54
Potencia térmica interna total								270.43
Ventilación								
Caudal de ventilación total								
							48.4	
							156.26	57.03
Cargas de ventilación							156.26	57.03
Potencia térmica de ventilación total								213.29
Potencia térmica							191.15	292.57
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 17.9 m²				27.0 W/m²		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		483.7 W

Tabla I.75. Cálculo de los recintos.



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)							
Recinto		Conjunto de recintos					
Hall - Distribuidor (Pasillo / Distribuidor)		vivienda					
Condiciones de proyecto							
Internas			Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C			Temperatura exterior = 23.8 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %			Temperatura húmeda = 19.9 °C				
Cargas de refrigeración a las 14h (12 hora solar) del día 22 de Octubre						C. LATENTE(W)	C. SENSIBLE(W)
Cerramientos exteriores							
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso	Color	Teq. (°C)	
Fachada	S	8.8	0.39	307	Claro	21.	-7.20
Fachada	E	5.5	0.39	307	Claro	21.	-5.78
Puente térmico	S	0.4	0.97	200	Claro	21.	-0.92
Ventanas exteriores							
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)		
1	S	0.6	1.34	0.27	122.4		78.31
1	S	2.5	3.11	0.51	252.4		636.07
Cerramientos interiores							
Tipo	Superficie (m²)		U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)		
Pared interior	5.0		0.38	126	21.5		-4.74
Forjado	6.5		0.54	619	22.7		-4.61
Forjado	1.4		0.55	596	22.7		-1.04
Total estructural							690.10
Iluminación							
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación					
Incandescente	58.89	0.26					15.31
Cargas interiores							15.31
Cargas interiores totales							15.31
Cargas debidas a la propia instalación						3.0 %	21.16
FACTOR CALOR SENSIBLE : <input type="text" value="1.00"/>						Cargas internas totales	0.00
Potencia térmica interna total							726.57
Ventilación							
Caudal de ventilación total (m³/h)							
36.1						108.98	-0.91
Cargas de ventilación						108.98	-0.91
Potencia térmica de ventilación total							108.07
Potencia térmica						108.98	725.66
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 13.4 m²		<input type="text" value="62.4 W/m<sup>2</sup>"/>		POTENCIA TÉRMICA		<input type="text" value="834.6 W"/>	

Tabla I.76. Cálculo de los recintos.

**Planta 1**

CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de recintos						
Dormitorio - 4 (Dormitorio)		vivienda						
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 27.8 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 21.3 °C				
Cargas de refrigeración a las 19h (17 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE(W)	C. SENSIBLE(W)
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)		
Fachada	O	10.9	0.39	307	Claro	22.6	-6.18	
Fachada	S	6.9	0.39	307	Claro	22.8	-3.37	
Fachada	E	3.3	0.39	307	Claro	23.0	-1.36	
Puente térmico (Jambas)	O	0.4	0.97	200	Claro	28.3	1.74	
Puente térmico (Jambas)	S	0.3	0.97	200	Claro	28.3	1.08	
Ventanas exteriores								
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)			
1	O	2.9	2.31	0.03	9.4		27.58	
1	S	2.0	2.50	0.03	10.1		19.68	
Cubiertas								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso	Color	Teq. (°C)			
Azotea	15.0	0.33	514	Claro	30.0		29.21	
Total estructural							68.39	
Ocupantes								
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)					
Sentado o en reposo	2	34.89	34.06			34.89	68.13	
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Incandescente	65.94	0.62					40.75	
							74.93	
Instalaciones y otras cargas								
Cargas interiores							34.89	
Cargas interiores totales							213.97	
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	7.42
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.88							Cargas internas totales	34.89
Potencia térmica interna total							289.79	
Ventilación								
Caudal de ventilación								
40.5							130.66	47.69
Cargas de ventilación							130.66	47.69
Potencia térmica de ventilación total							178.35	
Potencia térmica							165.55	302.58
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 15.0 m²							31.2 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 468.1 W

Tabla I.77. Cálculo de los recintos.



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)										
Recinto		Conjunto de recintos								
Dormitorio - 2 (Dormitorio)		vivienda								
Condiciones de proyecto										
Internas					Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C					Temperatura exterior = 23.8 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %					Temperatura húmeda = 19.9 °C					
Cargas de refrigeración a las 14h (12 hora solar) del día 22 de Octubre								C. LATENTE(W)	C. SENSIBLE(W)	
Cerramientos exteriores										
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso	Color	Teq. (°C)				
Fachada	E	14.3	0.39	307	Claro	21.4			-14.69	
Fachada	N	8.0	0.39	307	Claro	20.7			-10.36	
Fachada	S	3.5	0.39	307	Claro	22.2			-2.50	
Ventanas exteriores										
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)					
1	S	2.9	3.74	0.36	169.5				498.37	
Cubiertas										
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)					
Azotea	13.3	0.36	523	Claro	24.5				2.55	
Total estructural									473.37	
Ocupantes										
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)							
Sentado o en reposo	2	34.89	35.08					34.89	70.15	
Iluminación										
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación								
Incandescente	58.61	0.26							15.24	
Instalaciones y otras cargas										
									19.98	
Cargas interiores								34.89	100.65	
Cargas interiores totales									135.54	
Cargas debidas a la propia instalación								3.0 %	17.22	
FACTOR CALOR SENSIBLE : <input type="text" value="0.94"/>								Cargas internas totales	34.89	591.24
Potencia térmica interna total									626.13	
Ventilación										
Caudal de ventilación total (m³/h)										
								108.56	-1.81	
Cargas de ventilación								108.56	-1.81	
Potencia térmica de ventilación total									106.75	
Potencia térmica								143.45	589.43	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 13.3 m²		<input type="text" value="55.2 W/m<sup>2</sup>"/>		POTENCIA TÉRMICA TOTAL :		<input type="text" value="732.9 W"/>				

Tabla I.78. Cálculo de los recintos.



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)									
Recinto		Conjunto de recintos							
Dormitorio - 3 (Dormitorio)		vivienda							
Condiciones de proyecto									
Internas				Externas					
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 23.8 °C					
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 19.9 °C					
Cargas de refrigeración a las 14h (12 hora solar) del día 22 de Octubre							C. LATENTE(W)	C. SENSIBLE(W)	
Cerramientos exteriores									
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso	Color	Teq. (°C)			
Fachada	S	6.9	0.39	307	Claro	22.2	-4.89		
Ventanas exteriores									
Núm. ventanas	Orientación	Superficie total (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiación solar	Ganancia (W/m²)				
1	S	2.9	3.74	0.36	169.5		498.37		
Cubiertas									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)				
Azotea	10.8	0.36	523	Claro	24.5		2.06		
Cerramientos interiores									
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)					
Pared interior	1.2	0.38	107	21.6			-1.10		
Total estructural							494.45		
Ocupantes									
Actividad	Nº personas	C.lat/per (W)	C.sen/per (W)						
Sentado o en reposo	2	34.89	35.08				34.89 70.15		
Iluminación									
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación							
Incandescente	47.43	0.26					12.33		
Instalaciones y otras cargas									
							16.17		
Cargas interiores							34.89	93.93	
Cargas interiores totales							128.82		
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	17.65	
FACTOR CALOR SENSIBLE : 0.95							Cargas internas totales	34.89	606.04
Potencia térmica interna total							640.93		
Ventilación									
Caudal de ventilación total (m³/h)									
							36.0	108.56	-1.81
Cargas de ventilación							108.56	-1.81	
Potencia térmica de ventilación total							106.75		
Potencia térmica							143.45	604.23	
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 10.8 m²							69.4 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL : 747.7 W	

Tabla I.79. Cálculo de los recintos.



CARGA MÁXIMA (RECINTO AISLADO)								
Recinto		Conjunto de						
PASO (Pasillo / Distribuidor)		vivienda						
Condiciones de proyecto								
Internas				Externas				
Temperatura interior = 24.0 °C				Temperatura exterior = 25.1 °C				
Humedad relativa interior = 50.0 %				Temperatura húmeda = 20.7 °C				
Cargas de refrigeración a las 22h (20 hora solar) del día 1 de Julio							C. LATENTE(W)	C. SENSIBLE(W)
Cerramientos exteriores								
Tipo	Orientación	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso	Color	Teq. (°C)		
Fachada	N	22.6	0.40	309	Claro	23.5		-4.35
Fachada	S	6.1	0.40	309	Claro	23.5		-1.10
Cubiertas								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Color	Teq. (°C)			
Azotea	16.9	0.33	514	Claro	30.1			33.82
Cerramientos interiores								
Tipo	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Teq. (°C)				
Pared interior	3.1	0.38	138	25.1				1.25
Pared interior	4.2	0.57	143	25.1				2.54
Hueco interior	1.7	2.20		24.5				1.99
Total estructural								34.17
Iluminación								
Tipo	Potencia (W)	Coef. iluminación						
Incandescente	74.32	0.75						55.89
Cargas interiores								55.89
Cargas interiores totales								55.89
Cargas debidas a la propia instalación							3.0 %	2.70
FACTOR CALOR SENSIBLE :		1.00	Cargas internas totales				0.00	92.76
Potencia térmica interna total								92.76
Ventilación								
Caudal de ventilación total (m³/h)								
							45.6	
							158.18	7.73
Cargas de ventilación							158.18	7.73
Potencia térmica de ventilación total								165.91
Potencia térmica							158.18	100.49
POTENCIA TÉRMICA POR SUPERFICIE 16.9 m²		15.3 W/m²	POTENCIA TÉRMICA TOTAL :				258.7 W	

Tabla I.80. Cálculo de los recintos.



2.2.- CALEFACCIÓN.

PLANTA BAJA

Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado

Recinto:	Cocina, Planta baja
Conjunto de recintos:	vivienda

Carga térmica de diseño

$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH}$	1256.60 W
Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)	1256.60 W

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	701.93 W
---	-----------------

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	33.59 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	6.75 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	397.63 W
--	-----------------

Capacidad térmica de calentamiento

$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$	157.04 W
------------------------------	-----------------

Datos de entrada para el cálculo

Datos generales

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	14.28 m ²
V	volumen interior de aire	37.66 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	1.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	102.79 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h



f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	2
e	coeficiente de protección	0.03
\mathcal{E}	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

Cálculo de la carga térmica de diseño

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{1256.60 \text{ W}}$$

$$\text{Mayoración de la carga (Invierno) (0 \%)} \quad \mathbf{1256.60 \text{ W}}$$

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{701.93 \text{ W}}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad \mathbf{33.59 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		17.12	0.39	
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar		0.88	3.08	
Puente térmico (Dintel)	N	0.10	0.99	1.20
Puente térmico (Jambas)		0.22	0.99	
Puente térmico (Alféizar)		0.10	0.99	
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	O	4.87	0.39	1.10
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		7.00	0.32	1.00
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar		2.94	2.31	
Puente térmico (Dintel)	O	0.16	0.99	1.10
Puente térmico (Jambas)		0.42	0.99	
Puente térmico (Alféizar)		0.16	0.99	

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e_l
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior		5.97	0.50	
Forjado entre pisos		0.20	0.50	
Forjado entre pisos	N	0.76	0.50	1.20
Forjado entre pisos		1.46	0.50	
Encuentro de fachada con cubierta		2.50	0.38	
Fachada en esquina vertical saliente		0.98	0.08	
Fachada en esquina vertical saliente	SE	1.63	0.08	1.05
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior		2.78	0.50	
Encuentro de fachada con cubierta	O	2.80	0.38	1.10



Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad 6.75 \text{ W/K}$$

Elementos superficiales			
Elemento	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	b _u
Forjado unidireccional (Garaje)	14.15	0.50	0.95

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.18$$

f _{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G _w	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = 701.93 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad 397.63 \text{ W}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 22.85 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} \quad 67.21 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 15.82 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.50$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \text{máx}(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} = 59.30 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = 19.77 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = 343.96 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad 157.04 \text{ W}$$



Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado

Recinto:	Aseo, Planta baja
Conjunto de recintos:	vivienda

Carga térmica de diseño

$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH}$	417.76 W
Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)	417.76 W

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	195.80 W
---	-----------------

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	9.24 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	2.02 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	177.56 W
--	-----------------

Capacidad térmica de calentamiento

$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$	44.41 W
------------------------------	----------------

Datos de entrada para el cálculo

Datos generales

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	4.04 m ²
V	volumen interior de aire	10.76 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	1.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	54.00 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	1
e	coeficiente de protección	0.02
\mathcal{E}	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

**Cálculo de la carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad 417.76 \text{ W}$$

$$\text{Mayoración de la carga (Invierno) (0 \%)} \quad 417.76 \text{ W}$$

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad 195.80 \text{ W}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad 9.24 \text{ W/K}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	N	6.90	0.39	1.20
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar		0.64	3.34	
Puente térmico (Dintel)		0.09	0.99	
Puente térmico (Jambas)		0.12	0.99	
Puente térmico (Alféizar)		0.09	0.99	

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e _l
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior Forjado entre pisos	N	2.53	0.50	1.20
		2.53	0.50	

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad 2.02 \text{ W/K}$$

Elementos superficiales			
Elemento	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	b _u
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	1.79	0.38	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	0.92	0.38	1.00
Forjado unidireccional (Garaje)	4.00	0.50	0.95

Puentes térmicos lineales			
Puente térmico	l(m)	Ψ (W/(m·K))	b _u
Fachada en esquina vertical entrante	2.66	-0.15	1.00
Fachada en esquina vertical entrante	2.66	-0.15	1.00
Forjado entre pisos	0.17	0.50	0.00

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.18$$



f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_W	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,i}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 195.80 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = \quad 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{177.56 \text{ W}}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 10.20 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} \quad 30.01 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 3.01 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.50$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \text{máx}(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} = \quad 28.51 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = \quad 9.50 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 165.34 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{44.41 \text{ W}}$$



Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado

Recinto:	Baño, Planta baja
Conjunto de recintos:	vivienda

Carga térmica de diseño

$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH}$	549.76 W
Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)	549.76 W

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	298.90 W
---	-----------------

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	13.11 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	4.07 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	185.78 W
--	-----------------

Capacidad térmica de calentamiento

$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$	65.08 W
------------------------------	----------------

Datos de entrada para el cálculo**Datos generales**

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	5.92 m ²
V	volumen interior de aire	15.73 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	1.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	54.00 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	1
e	coeficiente de protección	0.02
ϵ	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

**Cálculo de la carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{549.76 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) **549.76 W**

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{298.90 \text{ W}}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad \mathbf{13.11 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	N	11.31	0.39	1.20
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar		0.64	3.34	
Puente térmico (Dintel)		0.10	0.99	
Puente térmico (Jambas)		0.16	0.99	
Puente térmico (Alféizar)		0.10	0.99	

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e _l
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	N	3.97	0.50	1.20
Forjado entre pisos		3.97	0.50	

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad \mathbf{4.07 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales			
Elemento	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	b _u
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	0.80	0.38	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	2.86	0.38	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	1.79	0.38	1.00
Forjado unidireccional (Garaje)	5.86	0.50	0.95

Puentes térmicos lineales			
Puente térmico	l(m)	Ψ (W/(m·K))	b _u
Fachada en esquina vertical entrante	2.66	-0.15	1.00
Fachada en esquina vertical entrante	2.66	-0.15	1.00
Forjado entre pisos	0.21	0.50	1.00

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad \mathbf{0.00 \text{ W/K}}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad \mathbf{0.18}$$



f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_W	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{\text{int}} - \theta_j)}{(\theta_{\text{int}} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_e) = 298.90 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_e) \quad \mathbf{185.78 \text{ W}}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 10.68 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{\text{inf}} + \dot{V}_{\text{su}} \cdot f_V + \dot{V}_{\text{mech,inf}} \quad 31.40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{\text{inf}} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 4.40 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{su}})}{(\theta_{\text{int}} - \theta_e)} \quad 0.50$$

$$\dot{V}_{\text{mech,inf}} = \text{máx}(\dot{V}_{\text{ex}} - \dot{V}_{\text{su}}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} + \dot{V}_{\text{su}} \cdot f_V + \dot{V}_{\text{mech,inf}} = 29.20 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = 9.73 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_e) = 169.37 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{65.08 \text{ W}}$$



Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado**Recinto:** Salon - Comedor, Planta baja**Conjunto de recintos:** vivienda**Carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{1585.68 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) **1585.68 W****Pérdida térmica de diseño por transmisión**

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{824.46 \text{ W}}$$

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	38.04 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	9.34 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{524.44 \text{ W}}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{236.78 \text{ W}}$$

Datos de entrada para el cálculo**Datos generales**

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	21.53 m ²
V	volumen interior de aire	56.78 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	0.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	64.80 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	2
e	coeficiente de protección	0.03
\mathcal{E}	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

**Cálculo de la carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{1585.68 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) **1585.68 W**

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{824.46 \text{ W}}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad \mathbf{38.04 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	E	3.36	0.39	1.10
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		15.09	0.39	
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa". sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar		2.47	2.39	
Puente térmico (Dintel)	S	0.21	0.97	1.00
Puente térmico (Jambas)		0.26	0.97	
Puente térmico (Alféizar)		0.21	0.97	
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	O	7.38	0.40	1.10
Cubierta plana transitable, no ventilada, con solado fijo, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		9.10	0.32	1.00
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 6+6/16/8 low.s		2.94	2.31	
Puente térmico (Dintel)	O	0.16	0.99	1.10
Puente térmico (Jambas)		0.42	0.99	
Puente térmico (Alféizar)		0.16	0.99	

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e _l
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior		0.26	0.50	
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	E	0.54	0.50	1.10
Forjado entre pisos		0.80	0.50	
Fachada en esquina vertical saliente		2.66	0.08	
Fachada en esquina vertical entrante	SE	2.66	-0.15	1.05
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior		2.92	0.50	
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	S	2.82	0.50	1.00
Encuentro de fachada con cubierta		2.52	0.38	
Forjado entre pisos		3.11	0.50	
Fachada en esquina vertical saliente	SO	1.63	0.08	1.00
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior		3.61	0.50	
Encuentro de fachada con cubierta	O	3.63	0.38	1.10

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad \mathbf{9.34 \text{ W/K}}$$



Elementos superficiales			
Elemento	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	b _u
Forjado unidireccional (Sala de máquinas)	5.53	0.44	0.90
Forjado unidireccional (Garaje)	15.01	0.50	0.95

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.18$$

f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_w	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 824.46 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = \quad 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{524.44 \text{ W}}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 30.14 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} \quad 88.65 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 23.85 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 1.00$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \max(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} = \quad 76.72 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = \quad 25.57 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 445.00 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{236.78 \text{ W}}$$



Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado

Recinto:	Vestidor, Planta baja
Conjunto de recintos:	vivienda

Carga térmica de diseño

$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH}$	504.52 W
Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)	504.52 W

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	224.56 W
---	-----------------

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	10.90 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	2.01 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	233.61 W
--	-----------------

Capacidad térmica de calentamiento

$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$	46.35 W
------------------------------	----------------

Datos de entrada para el cálculo**Datos generales**

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	4.21 m ²
V	volumen interior de aire	12.45 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	0.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	36.00 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	1
e	coeficiente de protección	0.02
\mathcal{E}	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

**Cálculo de la carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{504.52 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) **504.52 W**

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{224.56 \text{ W}}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad \mathbf{10.90 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		6.54	0.38	
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar	S	0.88	5.67	1.00
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	O	3.09	0.38	1.10

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e _l
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior		2.43	0.50	
Forjado entre pisos	S	1.95	0.50	1.00
Forjado entre pisos		0.28	0.50	
Fachada en esquina vertical entrante	SO	2.92	-0.15	1.00
Fachada en esquina vertical saliente		2.92	0.08	

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad \mathbf{2.01 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales			
Elemento	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	b _u
Forjado unidireccional (Garaje)	4.21	0.50	0.95

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad \mathbf{0.00 \text{ W/K}}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad \mathbf{0.18}$$

f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_w	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad \mathbf{0.00 \text{ W/K}}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = 224.56 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{233.61 \text{ W}}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 13.43 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} \quad 39.49 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 3.49 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 1.00$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \max(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} = 37.74 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = 12.58 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = 218.91 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{46.35 \text{ W}}$$



Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado**Recinto:** Dormitorio - 1, Planta baja**Conjunto de recintos:** vivienda**Carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{1269.30 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) $\mathbf{1269.30 \text{ W}}$ **Pérdida térmica de diseño por transmisión**

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{706.97 \text{ W}}$$

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	32.18 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	8.45 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{365.19 \text{ W}}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{197.13 \text{ W}}$$

Datos de entrada para el cálculo**Datos generales**

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	17.92 m ²
V	volumen interior de aire	47.65 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	0.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	48.39 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	1
e	coeficiente de protección	0.02
\mathcal{E}	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

**Cálculo de la carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{1269.30 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) **1269.30 W**

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{706.97 \text{ W}}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad \mathbf{32.18 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	N	10.24	0.40	1.20
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	E	14.59	0.40	1.10
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	S	7.44	0.40	1.00
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar		1.95	2.50	
Puente térmico (Dintel)		0.17	0.99	
Puente térmico (Jambas)		0.26	0.99	
Puente térmico (Alféizar)		0.17	0.99	

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e _l
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	N	3.29	0.50	1.20
Forjado entre pisos		2.62	0.50	
Forjado entre pisos		0.51	0.50	
Fachada en esquina vertical saliente	NE	2.66	0.08	1.15
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	E	4.67	0.50	1.10
Forjado entre pisos		4.70	0.50	
Fachada en esquina vertical saliente	SE	2.92	0.08	1.05
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	S	3.26	0.50	1.00
Forjado entre pisos		2.14	0.50	
Forjado entre pisos		0.28	0.50	
Forjado entre pisos		0.47	0.50	

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad \mathbf{8.45 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales			
Elemento	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	b _u
Forjado unidireccional (Garaje)	17.72	0.50	0.95

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad \mathbf{0.00 \text{ W/K}}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad \mathbf{0.18}$$



f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_W	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = 706.97 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{365.19 \text{ W}}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 20.99 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} \quad 61.73 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 13.34 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 1.00$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \text{máx}(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} = 55.06 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = 18.35 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = 319.34 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{197.13 \text{ W}}$$



Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado

Recinto:	Hall - Distribuidor, Planta baja
Conjunto de recintos:	vivienda

Carga térmica de diseño

$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH}$	671.83 W
Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)	671.83 W

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	320.52 W
---	-----------------

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	14.07 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	4.35 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	204.08 W
--	-----------------

Capacidad térmica de calentamiento

$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$	147.23 W
------------------------------	-----------------

Datos de entrada para el cálculo**Datos generales**

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	13.38 m ²
V	volumen interior de aire	39.11 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	0.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	36.14 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	2
e	coeficiente de protección	0.03
ε	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

**Cálculo de la carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{671.83 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) **671.83 W**

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{320.52 \text{ W}}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad 14.07 \text{ W/K}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	E	5.51	0.39	1.10
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	S	5.52	0.39	1.00
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		3.28	0.39	
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa". sonor 6+6/16/8 low.s		0.64	1.34	
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa". sonor 6+6/16/8 low.s		2.52	3.11	
Puente térmico (Dintel)		0.14	0.97	
Puente térmico (Jambas)		0.42	0.97	
Puente térmico (Alféizar)	0.14	0.97		

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e _l
Fachada en esquina vertical entrante	SE	3.10	-0.15	1.05
Fachada en esquina vertical saliente		3.10	0.08	
Fachada en esquina vertical entrante		2.92	-0.15	
Fachada en esquina vertical entrante	SO	2.92	-0.15	1.00

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad 4.35 \text{ W/K}$$

Elementos superficiales			
Elemento	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	b _u
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	2.81	0.38	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	1.01	0.38	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	1.21	0.38	1.00
Forjado unidireccional (Garaje)	6.53	0.50	0.95
Forjado unidireccional (Vestibulo)	1.42	0.51	0.02



Puentes térmicos lineales			
Puente térmico	l(m)	Ψ (W/(m·K))	b _u
Fachada en esquina vertical entrante	2.66	-0.15	1.00
Fachada en esquina vertical entrante	2.66	-0.15	1.00
Forjado entre pisos	0.21	0.50	1.00
Forjado entre pisos	0.18	0.50	1.00
Forjado entre pisos	0.14	0.50	0.00

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.18$$

f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_w	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 320.52 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = \quad 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{204.08 \text{ W}}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 11.73 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} \quad 34.50 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \epsilon \quad 16.43 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.50$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \text{máx}(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} = \quad 26.28 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = \quad 8.76 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 152.44 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{147.23 \text{ W}}$$



Planta 1

Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado

Recinto: Dormitorio - 4, Planta 1

Conjunto de recintos: vivienda

Carga térmica de diseño

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{1035.72 \text{ W}}$$

$$\text{Mayoración de la carga (Invierno) (0 \%)} \quad \mathbf{1035.72 \text{ W}}$$

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{534.36 \text{ W}}$$

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	30.71 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	0.00 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{336.52 \text{ W}}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{164.84 \text{ W}}$$

Datos de entrada para el cálculo

Datos generales

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	14.99 m ²
V	volumen interior de aire	39.10 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	0.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	40.46 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	2



e	coeficiente de protección	0.03
ε	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

Cálculo de la carga térmica de diseño

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH}$$

1035.72 W

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)

1035.72 W**Pérdida térmica de diseño por transmisión**

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$$

534.36 WTransmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_l l_l \cdot \psi_l \cdot e_l$$

30.71 W/K

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	E	3.31	0.39	1.10
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	S	6.92	0.39	1.00
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar		1.95	2.50	
Puente térmico (Dintel)		0.17	0.97	
Puente térmico (Jambas)		0.26	0.97	
Puente térmico (Alféizar)	0.17	0.97		
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	O	10.95	0.39	1.10
Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprottegida, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		14.99	0.33	1.00
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar	O	2.94	2.31	1.10
Puente térmico (Dintel)		0.16	0.97	
Puente térmico (Jambas)		0.42	0.97	
Puente térmico (Alféizar)		0.16	0.97	

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e_l
Forjado entre pisos	E	0.80	-0.05	1.10
Encuentro de fachada con cubierta		0.80	0.38	
Fachada en esquina vertical saliente	SE	2.61	0.08	1.05
Fachada en esquina vertical entrante		2.61	-0.15	
Forjado entre pisos	S	3.11	-0.05	1.00
Encuentro de fachada con cubierta		3.11	0.38	
Fachada en esquina vertical saliente	SO	1.97	0.08	1.00
Encuentro de fachada con cubierta		4.80	0.38	

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_l l_l \cdot \psi_l \cdot b_u$$

0.00 W/K

Transmisión de calor a través del terreno



$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot \left(\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k} \right) \cdot G_w \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.18$$

f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_w	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 534.36 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = \quad 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{336.52 \text{ W}}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 19.34 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} \quad 56.88 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 16.42 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 1.00$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \text{máx}(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} = \quad 48.67 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = \quad 16.22 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 282.30 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{164.84 \text{ W}}$$



Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado**Recinto:** Dormitorio - 2, Planta 1**Conjunto de recintos:** vivienda**Carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{986.38 \text{ W}}$$

$$\text{Mayoración de la carga (Invierno) (0 \%)} \quad \mathbf{986.38 \text{ W}}$$

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{562.77 \text{ W}}$$

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	32.34 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	0.00 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{277.08 \text{ W}}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{146.53 \text{ W}}$$

Datos de entrada para el cálculo**Datos generales**

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	13.32 m ²
V	volumen interior de aire	38.70 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	0.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	36.00 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	1
e	coeficiente de protección	0.02
\mathcal{E}	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

**Cálculo de la carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{986.38 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) **986.38 W**

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{562.77 \text{ W}}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad \mathbf{32.34 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	N	7.99	0.39	1.20
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	E	14.32	0.39	1.10
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	S	3.50	0.39	1.00
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		0.86	0.39	
Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		13.32	0.37	1.00
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar Puente térmico (Dintel) Puente térmico (Jambas) Puente térmico (Alféizar)	S	2.94	3.74	1.00
		0.16	0.97	
		0.42	0.97	
		0.16	0.97	

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e _l
Forjado entre pisos	N	2.62	-0.05	1.20
Encuentro de fachada con cubierta		2.62	0.38	
Fachada en esquina vertical saliente	NE	2.90	0.08	1.15
Forjado entre pisos	E	4.70	-0.05	1.10
Encuentro de fachada con cubierta		4.70	0.38	
Fachada en esquina vertical saliente	SE	2.90	0.08	1.05
Forjado entre pisos	S	2.14	-0.05	1.00
Forjado entre pisos		0.28	-0.05	
Encuentro de fachada con cubierta		2.14	0.38	1.00
Encuentro de fachada con cubierta	S	0.28	0.38	1.00

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad \mathbf{0.00 \text{ W/K}}$$

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad \mathbf{0.00 \text{ W/K}}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad \mathbf{0.18}$$

f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_w	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00



Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{\text{int}} - \theta_j)}{(\theta_{\text{int}} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_e) = \quad 562.77 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = \quad 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_e) \quad \mathbf{277.08 \text{ W}}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 15.92 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{\text{inf}} + \dot{V}_{\text{su}} \cdot f_V + \dot{V}_{\text{mech,inf}} \quad 46.84 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{\text{inf}} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 10.84 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{\text{int}} - \theta_{\text{su}})}{(\theta_{\text{int}} - \theta_e)} \quad 1.00$$

$$\dot{V}_{\text{mech,inf}} = \text{máx}(\dot{V}_{\text{ex}} - \dot{V}_{\text{su}}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{\text{inf}} + \dot{V}_{\text{su}} \cdot f_V + \dot{V}_{\text{mech,inf}} = \quad 41.42 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = \quad 13.81 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{\text{int}} - \theta_e) = \quad 240.22 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{146.53 \text{ W}}$$



Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado**Recinto:** Dormitorio - 3, Planta 1**Conjunto de recintos:** vivienda**Carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{713.10 \text{ W}}$$

$$\text{Mayoración de la carga (Invierno) (0 \%)} \quad \mathbf{713.10 \text{ W}}$$

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{329.66 \text{ W}}$$

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	19.49 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	-0.55 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{264.86 \text{ W}}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{118.58 \text{ W}}$$

Datos de entrada para el cálculo**Datos generales**

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	10.78 m ²
V	volumen interior de aire	31.32 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	0.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	36.00 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	1
e	coeficiente de protección	0.02
\mathcal{E}	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

**Cálculo de la carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{713.10 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) **713.10 W**

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{329.66 \text{ W}}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad 19.49 \text{ W/K}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	S	2.05	0.39	1.00
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire		4.80	0.39	
Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprottegida, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		10.78	0.37	1.00
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar Puente térmico (Dintel) Puente térmico (Jambas) Puente térmico (Alféizar)	S	2.94	3.74	1.00
		0.16	0.97	
		0.42	0.97	
		0.16	0.97	

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e _l
Forjado entre pisos	S	1.95	-0.05	1.00
Forjado entre pisos		0.28	-0.05	
Forjado entre pisos		0.47	-0.05	
Encuentro de fachada con cubierta		2.60	0.38	1.00
Encuentro de fachada con cubierta	S	0.66	0.38	1.00

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad -0.55 \text{ W/K}$$

Elementos superficiales			
Elemento	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	b _u
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	1.22	0.38	1.00

Puentes térmicos lineales			
Puente térmico	l(m)	Ψ (W/(m·K))	b _u
Fachada en esquina vertical entrante	2.90	-0.15	1.00
Fachada en esquina vertical entrante	2.90	-0.15	1.00

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.18$$



f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_W	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = 329.66 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{264.86 \text{ W}}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 15.22 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} \quad 44.77 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 8.77 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 1.00$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \text{máx}(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} = 40.38 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = 13.46 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = 234.23 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{118.58 \text{ W}}$$



Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado**Recinto:** Baño, Planta 1**Conjunto de recintos:** vivienda**Carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{410.98 \text{ W}}$$

$$\text{Mayoración de la carga (Invierno) (0 \%)} \quad \mathbf{410.98 \text{ W}}$$

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{178.95 \text{ W}}$$

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	8.78 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	1.51 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{180.12 \text{ W}}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{51.90 \text{ W}}$$

Datos de entrada para el cálculo**Datos generales**

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	4.72 m ²
V	volumen interior de aire	12.31 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	1.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	54.00 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	1
e	coeficiente de protección	0.02
\mathcal{E}	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

**Cálculo de la carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{410.98 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) **410.98 W**

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{178.95 \text{ W}}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad \mathbf{8.78 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	ek
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	S	3.93	0.39	1.00
Cubierta plana no transitada, no ventilada, autoprotectida, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		4.72	0.33	1.00
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 6+6/16/8 low.s Puente térmico (Dintel) Puente térmico (Jambas) Puente térmico (Alféizar)	S	0.64	6.34	1.00
		0.10	0.97	
		0.16	0.97	
		0.10	0.97	

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e _l
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior	E	0.69	0.50	1.10
Fachada en esquina vertical entrante	SE	2.61	-0.15	1.05
Encuentro saliente de fachada con suelo exterior Encuentro de fachada con cubierta	S	1.47	0.50	1.00
		1.46	0.38	

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad \mathbf{1.51 \text{ W/K}}$$

Elementos superficiales			
Elemento	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	b _u
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	1.95	0.38	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	1.04	0.38	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	0.95	0.38	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	0.99	0.38	1.00
Forjado unidireccional	1.02	0.55	1.00

Puentes térmicos lineales			
Puente térmico	l(m)	Ψ (W/(m·K))	b _u
Fachada en esquina vertical entrante	2.61	-0.15	1.00
Fachada en esquina vertical entrante	2.61	-0.15	1.00
Forjado entre pisos	0.21	-0.05	1.00
Forjado entre pisos	0.18	-0.05	1.00

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.18$$

f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_w	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 178.95 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = \quad 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{180.12 \text{ W}}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 10.35 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} \quad 30.45 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 3.45 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.50$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \max(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} = \quad 28.72 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = \quad 9.57 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 166.59 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad \mathbf{51.90 \text{ W}}$$



Carga máxima (Recinto aislado)

Carga térmica de diseño de un espacio calentado

Recinto:	PASO, Planta 1
Conjunto de recintos:	vivienda

Carga térmica de diseño

$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH}$	770.53 W
Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)	770.53 W

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	449.83 W
---	-----------------

$H_{T,e}$	transmisión de calor al exterior	23.05 W/K
$H_{T,ue}$	transmisión de calor a través de un espacio no calentado	2.80 W/K
$H_{T,g}$	transmisión de calor a través del terreno	0.00 W/K
$H_{T,j}$	transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura	0.00 W/K

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e)$	134.90 W
--	-----------------

Capacidad térmica de calentamiento

$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH}$	185.80 W
------------------------------	-----------------

Datos de entrada para el cálculo**Datos generales**

θ_e	temperatura exterior de diseño	3.60 °C
$\theta_{m,e}$	temperatura exterior media anual	17.94 °C
n_{50}	índice de renovación de aire, a 50 pa de diferencia de presión, por hora	7

Datos del recinto

θ_{int}	temperatura interior de diseño	21.00 °C
A	superficie del suelo	16.89 m ²
V	volumen interior de aire	44.67 m ³
n_{min}	índice de renovación de aire exterior mínimo por hora	0.50
\dot{V}_{su}	caudal de aire suministrado	45.61 m ³ /h
\dot{V}_{ex}	caudal de aire extraído	0.00 m ³ /h
f_h	factor corrector de la altura del techo	1.00
f_{RH}	factor de recalentamiento	11.00
	Número de aberturas expuestas	0
e	coeficiente de protección	0.00
\mathcal{E}	factor de corrección de la altura del espacio sobre el nivel del terreno	1.00

**Cálculo de la carga térmica de diseño**

$$\phi_{HL} = (\phi_T + \phi_V) \cdot f_h + \phi_{RH} \quad \mathbf{770.53 \text{ W}}$$

Mayoración de la carga (Invierno) (0 %) **770.53 W**

Pérdida térmica de diseño por transmisión

$$\phi_T = (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad \mathbf{449.83 \text{ W}}$$

Transmisión de calor al exterior

$$H_{T,e} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot e_l \quad 23.05 \text{ W/K}$$

Elementos superficiales				
Elemento	Orientación	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	e _k
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	N	22.59	0.40	1.20
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	E	2.41	0.40	1.10
Fachada cara vista de dos hojas de fábrica, sin cámara de aire	S	6.11	0.40	1.00
Cubierta plana no transitable, no ventilada, autoprotegida, impermeabilización mediante láminas asfálticas. (Forjado unidireccional)		16.89	0.33	1.00

Puentes térmicos lineales				
Puente térmico	Orientación	l(m)	Ψ (W/(m·K))	e _l
Forjado entre pisos		0.51	-0.05	
Forjado entre pisos	N	3.97	-0.05	1.20
Forjado entre pisos		2.53	-0.05	
Encuentro de fachada con cubierta		7.41	0.38	
Encuentro de fachada con cubierta	E	0.50	0.38	1.10
Fachada en esquina vertical entrante	SE	2.73	-0.15	1.05
Fachada en esquina vertical saliente		2.73	0.08	
Fachada en esquina vertical entrante		2.73	-0.15	
Encuentro de fachada con cubierta	S	1.88	0.38	1.00

Transmisión de calor a través de un espacio no calentado

$$H_{T,ue} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \sum_k l_l \cdot \psi_l \cdot b_u \quad 2.80 \text{ W/K}$$

Elementos superficiales			
Elemento	A(m ²)	U(W/(m ² ·K))	b _u
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	0.77	0.38	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	1.73	0.57	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	1.37	0.57	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	0.95	0.57	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	1.04	0.57	1.00
Tabique de una hoja, con trasdosado en una cara	2.51	0.57	1.00



Puentes térmicos lineales			
Puente térmico	l(m)	Ψ (W/(m·K))	b_u
Fachada en esquina vertical entrante	2.61	-0.15	1.00
Fachada en esquina vertical entrante	2.61	-0.15	1.00
Fachada en esquina vertical entrante	2.61	-0.15	1.00
Fachada en esquina vertical entrante	2.61	-0.15	1.00
Forjado entre pisos	0.21	-0.05	1.00

Transmisión de calor a través del terreno

$$H_{T,g} = f_{g1} f_{g2} \cdot (\sum_k A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot G_w \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_{g2} = \frac{(\theta_{int} - \theta_{m,e})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.18$$

f_{g1}	factor corrector por variación de la temperatura exterior	1.45
G_w	factor de corrección por influencia del agua del terreno	1.00

Transmisión de calor hacia espacios calentados a diferente temperatura

$$H_{T,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k \quad 0.00 \text{ W/K}$$

$$f_j = \frac{(\theta_{int} - \theta_j)}{(\theta_{int} - \theta_e)}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\phi_{T,CR} = f_h \cdot (H_{T,e} + H_{T,ue} + H_{T,g} + H_{T,CR,j}) \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 449.83 \text{ W}$$

$$H_{T,CR,j} = \sum_k f_j \cdot A_k \cdot U_k = \quad 0.00 \text{ W/K}$$

Pérdida térmica de diseño por ventilación

$$\phi_V = H_V \cdot (\theta_{int} - \theta_e) \quad 134.90 \text{ W}$$

$$H_V = 0,34 \cdot \dot{V} \quad 7.75 \text{ W/K}$$

$$\dot{V} = \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} \quad 22.80 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\dot{V}_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot \varepsilon \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$f_V = \frac{(\theta_{int} - \theta_{su})}{(\theta_{int} - \theta_e)} \quad 0.50$$

$$\dot{V}_{mech,inf} = \text{máx}(\dot{V}_{ex} - \dot{V}_{su}, 0) \quad 0.00 \text{ m}^3/\text{h}$$

Formando parte de un conjunto de recintos

$$\dot{V}_{CR} = 0.5 \cdot \dot{V}_{inf} + \dot{V}_{su} \cdot f_V + \dot{V}_{mech,inf} = \quad 22.80 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_{V,CR} = 0,34 \cdot \dot{V}_{CR} = \quad 7.60 \text{ W/K}$$

$$\phi_{V,CR} = f_h \cdot H_{V,CR} \cdot (\theta_{int} - \theta_e) = \quad 132.26 \text{ W}$$

Capacidad térmica de calentamiento

$$\phi_{RH} = A \cdot f_{RH} \quad 185.80 \text{ W}$$



3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS.

Refrigeración

Conjunto: vivienda												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (W)	Sensible interior(W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m ³ /h)	Sensible (W)	Carga total(W)	Por superficie (W/m ²)	Sensible (W)	Total (W)
Cocina	Planta baja	74.93	456.44	585.65	547.31	676.52	102.79	60.57	392.50	74.88	607.88	1069.02
Salon - Comedor	Planta baja	34.99	629.51	838.85	684.44	893.78	64.80	-0.31	218.57	51.68	684.13	1112.35
Vestidor	Planta baja	97.87	75.86	110.75	178.95	213.84	36.00	22.37	137.04	83.26	201.32	350.87
Dormitorio - 1	Planta baja	26.94	201.74	236.63	235.54	270.43	48.39	57.03	213.29	26.99	292.57	483.72
Hall - Distribuidor	Planta baja	690.10	15.31	15.31	726.57	726.57	36.14	-0.91	108.07	62.36	725.66	834.64
Dormitorio - 4	Planta 1	68.39	179.08	213.97	254.90	289.79	40.46	47.69	178.35	31.24	302.58	468.14
Dormitorio - 2	Planta 1	473.37	100.65	135.54	591.24	626.13	36.00	-1.81	106.75	55.02	589.43	732.89
Dormitorio - 3	Planta 1	494.45	93.93	128.82	606.04	640.93	36.00	-1.81	106.75	69.36	604.23	747.68
PASO	Planta 1	34.17	55.89	55.89	92.76	92.76	45.61	7.73	165.91	15.31	100.49	258.66
Total							446.2					
Carga total simultánea											4790.0	

Calefacción

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: vivienda					
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,CR,i}^*$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,CR,i}^*$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Cocina	Planta baja	701.93	343.96	157.04	1202.93
Aseo	Planta baja	195.80	165.34	44.41	405.55
Baño	Planta baja	298.90	169.37	65.08	533.35
Salon - Comedor	Planta baja	824.46	445.00	236.78	1506.24
Vestidor	Planta baja	224.56	218.91	46.35	489.83
Dormitorio - 1	Planta baja	706.97	319.34	197.13	1223.44
Hall - Distribuidor	Planta baja	320.52	152.44	147.23	620.19
Dormitorio - 4	Planta 1	534.36	282.30	164.84	981.50
Dormitorio - 2	Planta 1	562.77	240.22	146.53	949.53
Dormitorio - 3	Planta 1	329.66	234.23	118.58	682.47
Baño	Planta 1	178.95	166.59	51.90	397.45
PASO	Planta 1	449.83	132.26	185.80	767.89
TOTAL		5328.71	2869.96	1561.69	9760.35
Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)					9760.35
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos					

Tabla I.81. Tabla de carga térmica.



4.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS.

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie(W/m ²)	Potencia total(W)
vivienda	32.7	4790.0

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie(W/m ²)	Potencia total(W)
vivienda	66.5	9760.4

Tabla I.82. *Potencia de los recintos.*



1.12.6.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE DEL APARTADO 1.4.1.

1.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE DEL APARTADO 1.4.1.....	161
2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR DEL APARTADO 1.4.2.....	162
2.1.- CATEGORÍAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR.....	162
2.2.- CAUDAL MÍNIMO DE AIRE EXTERIOR.....	162
3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE HIGIENE DEL APARTADO 1.4.3.....	162
4.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD ACÚSTICA DEL APARTADO 1.4.4.....	162



1.12.6.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE DEL APARTADO 1.4.1.

1.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AMBIENTE DEL APARTADO 1.4.1.

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)	$23 \leq T \leq 25$
Humedad relativa en verano (%)	$45 \leq HR \leq 60$
Temperatura operativa en invierno (°C)	$21 \leq T \leq 23$
Humedad relativa en invierno (%)	$40 \leq HR \leq 50$
Velocidad media admisible con difusión por mezcla (m/s)	$V \leq 0.14$

Tabla I.83. *Parámetros del bienestar térmico.*

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
Baño / Aseo	24	21	50
Cocina	24	21	50
Dormitorio	24	21	50
Pasillo / Distribuidor	24	21	50
Salón / Comedor	24	21	50

Tabla I.84. *Condiciones interiores de diseño.*



2.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR DEL APARTADO 1.4.2.

2.1.- 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.

2.2.- 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 persona (m ³ /h)	Por unidad de superficie(m ³ /(h·m ²))	Por recinto (m ³ /h)
Baño / Aseo		2.7	54.0
Cocina		7.2	
Dormitorio	18.0	2.7	
Pasillo / Distribuidor		2.7	
Salón / Comedor	10.8	2.7	

Tabla I.85. Ventilación de los recintos.

3.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE HIGIENE DEL APARTADO 1.4.3.

La temperatura de preparación del agua caliente sanitaria se ha diseñado para que sea compatible con su uso, considerando las pérdidas de temperatura en la red de tuberías.

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

4.- JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE CALIDAD ACÚSTICA DEL APARTADO 1.4.4.

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



1.12.7.- LISTADO RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS.

1.- PARÁMETROS GENERALES.....	165
2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS.....	166
3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS.....	167



1.12.7.- ANEXO. LISTADO RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS.

1.- PARÁMETROS GENERALES.

Emplazamiento: Alhama de Murcia

Latitud (grados): 37.86 grados

Altitud sobre el nivel del mar: 200 m

Percentil para verano: 5.0 %

Temperatura seca verano: 28.74 °C

Temperatura húmeda verano: 21.60 °C

Oscilación media diaria: 9.8 °C

Oscilación media anual: 29 °C

Temperatura exterior de diseño: 3.60 °C

Temperatura exterior media anual: 17.94 °C

Velocidad del viento: 5.9 m/s

Temperatura del terreno: 7.30 °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 %

Porcentaje de cargas debido a la propia instalación: 3 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Invierno): 0 %

Porcentaje de mayoración de cargas (Verano): 0 %



2.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE CÁLCULO DE LOS RECINTOS.

Refrigeración

Conjunto: vivienda												
Recinto	Planta	Subtotales			Carga interna		Ventilación			Potencia térmica		
		Estructural (W)	Sensible interior(W)	Total interior (W)	Sensible (W)	Total (W)	Caudal (m³/h)	Sensible (W)	Carga total(W)	Por superficie (W/m²)	Sensible (W)	Total (W)
Cocina	Planta baja	74.93	456.44	585.65	547.31	676.52	102.79	60.57	392.50	74.88	607.88	1069.02
Salon - Comedor	Planta baja	34.99	629.51	838.85	684.44	893.78	64.80	-0.31	218.57	51.68	684.13	1112.35
Vestidor	Planta baja	97.87	75.86	110.75	178.95	213.84	36.00	22.37	137.04	83.26	201.32	350.87
Dormitorio - 1	Planta baja	26.94	201.74	236.63	235.54	270.43	48.39	57.03	213.29	26.99	292.57	483.72
Hall - Distribuidor	Planta baja	690.10	15.31	15.31	726.57	726.57	36.14	-0.91	108.07	62.36	725.66	834.64
Dormitorio - 4	Planta 1	68.39	179.08	213.97	254.90	289.79	40.46	47.69	178.35	31.24	302.58	468.14
Dormitorio - 2	Planta 1	473.37	100.65	135.54	591.24	626.13	36.00	-1.81	106.75	55.02	589.43	732.89
Dormitorio - 3	Planta 1	494.45	93.93	128.82	606.04	640.93	36.00	-1.81	106.75	69.36	604.23	747.68
PASO	Planta 1	34.17	55.89	55.89	92.76	92.76	45.61	7.73	165.91	15.31	100.49	258.66
Total							446.2					
Carga total simultánea											4790.0	

Calefacción

Carga térmica de diseño total del conjunto de recintos: vivienda					
Recinto	Planta	Pérdida térmica por transmisión $\Phi_{T,CR,i}^*$ (W)	Pérdida térmica por ventilación $\Phi_{V,CR,i}^*$ (W)	Capacidad térmica de calentamiento $\Phi_{RH,i}$ (W)	Carga térmica de diseño $\Phi_{HL,i}$ (W)
Cocina	Planta baja	701.93	343.96	157.04	1202.93
Aseo	Planta baja	195.80	165.34	44.41	405.55
Baño	Planta baja	298.90	169.37	65.08	533.35
Salon - Comedor	Planta baja	824.46	445.00	236.78	1506.24
Vestidor	Planta baja	224.56	218.91	46.35	489.83
Dormitorio - 1	Planta baja	706.97	319.34	197.13	1223.44
Hall - Distribuidor	Planta baja	320.52	152.44	147.23	620.19
Dormitorio - 4	Planta 1	534.36	282.30	164.84	981.50
Dormitorio - 2	Planta 1	562.77	240.22	146.53	949.53
Dormitorio - 3	Planta 1	329.66	234.23	118.58	682.47
Baño	Planta 1	178.95	166.59	51.90	397.45
PASO	Planta 1	449.83	132.26	185.80	767.89
TOTAL		5328.71	2869.96	1561.69	9760.35
Mayoración de la carga (Invierno) (0 %)					9760.35
* Excluida la transferencia de calor hacia espacios pertenecientes al mismo conjunto de recintos					

Tabla I.86. Cargas térmicas.



3.- RESUMEN DE LOS RESULTADOS PARA CONJUNTOS DE RECINTOS.

Refrigeración		
Conjunto	Potencia por superficie(W/m ²)	Potencia total(W)
vivienda	32.7	4790.0

Calefacción		
Conjunto	Potencia por superficie(W/m ²)	Potencia total(W)
vivienda	66.5	9760.4

Tabla I.87. *Potencia de los recintos.*



1.13. GAS.



1.13. GAS.

1.13.1. PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN REGULADORA DE GAS.

RESULTADOS DEL CÁLCULO

PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN RECEPTORA DE GAS	
Zona climática	B
Coefficiente corrector en función de la zona climática	0.88
Tipo de gas suministrado	Gas natural
Poder calorífico superior	9460 kcal/m ³
Poder calorífico inferior	8514 kcal/m ³
Densidad relativa	0.60
Densidad corregida	0.60
Presión de salida en el conjunto de regulación	20.0 mbar
Presión mínima en llave de aparato	17.0 mbar
Velocidad máxima en un montante individual	20.0 m/s
Velocidad máxima en la instalación interior	20.0 m/s
Coefficiente de mayoración de la longitud en conducciones	1.2
Potencia total en la acometida	39.2 kW

ACOMETIDAS INTERIORES															
Tramo	L(m)	L eq. (m)	h(m)	Qt (m ³ /h)	N	Fs	Qc (m ³ /h)	V (m/s)	P in. (mbar)	P f.(mbar)	P fc. (mbar)	ΔP (mbar)	ΔP acum. (mbar)	DN	
1 - 2	1.22	1.47	-0.50	3.56	1	1.00	3.56	1.88	20.00	19.97	19.94	0.06	0.06	PE 32	
Abreviaturas utilizadas															
L	<i>Longitud real</i>							v	<i>Velocidad</i>						
L eq.	<i>Longitud equivalente</i>							P in.	<i>Presión de entrada (inicial)</i>						
h	<i>Longitud vertical acumulada</i>							P f.	<i>Presión de salida (final)</i>						
Qt	<i>Caudal total</i>							P fc.	<i>Presión de salida corregida (final)</i>						
N	<i>Número de abonados</i>							ΔP	<i>Pérdida de presión</i>						
Fs	<i>Factor de simultaneidad</i>							ΔP acum.	<i>Caída de presión acumulada</i>						
Qc	<i>Caudal calculado</i>							DN	<i>Diámetro nominal</i>						

INSTALACIÓN INTERIOR												
Tramo	L(m)	L eq. (m)	h(m)	Q (m ³ /h)	V (m/s)	P in. (mbar)	P f. (mbar)	P fc. (mbar)	ΔP (mbar)	ΔP acum. (mbar)	DN	
Montante	21.53	25.84	-0.35	3.56	3.22	19.94	18.00	17.98	1.96	2.02	Cu 20/22	
Caldera a gas para calefacción y ACS	5.87	7.04	-0.91	2.40	2.18	17.98	17.72	17.68	0.30	2.32	Cu 20/22	
Cocina con horno	14.03	16.84	1.35	1.16	1.64	17.98	17.50	17.57	0.41	2.43	Cu 16/18	
Abreviaturas utilizadas												
L	<i>Longitud real</i>					P f.	<i>Presión de salida (final)</i>					
L eq.	<i>Longitud equivalente</i>					P fc.	<i>Presión de salida corregida (final)</i>					
h	<i>Longitud vertical acumulada</i>					ΔP	<i>Pérdida de presión</i>					
Q	<i>Caudal</i>					ΔP acum.	<i>Caída de presión acumulada</i>					
v	<i>Velocidad</i>					DN	<i>Diámetro nominal</i>					
P in.	<i>Presión de entrada (inicial)</i>											

Tabla I.88. Parámetros de cálculo de la instalación reguladora de gas.



1.14. ENERGÍA SOLAR.



1.14. ENERGÍA SOLAR

1.- MEMORIA.....	177
1.1.- OBJETO DEL PROYECTO.....	179
1.2.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....	179
1.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE DONDE SE INSTALARÁN LOS CAPTADORES. ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS.....	179
1.4.- TIPO DE INSTALACIÓN.....	180
1.5.- CAPTADORES. CURVAS DE RENDIMIENTO.....	180
1.6.- DISPOSICIÓN DE LOS CAPTADORES.....	181
1.7.- FLUIDO CALOPORTADOR.....	181
1.8.- DEPÓSITO ACUMULADOR.....	182
1.8.1.- VOLUMEN DE ACUMULACIÓN.....	182
1.8.2.- SUPERFICIE DE INTERCAMBIO.....	183
1.8.3.- CONJUNTOS DE CAPTACIÓN.....	183
1.9.- ENERGÍA AUXILIAR.....	183
1.10.- CIRCUITO HIDRÁULICO.....	184
1.10.1.- BOMBAS DE CIRCULACIÓN.....	184
1.10.2.- TUBERÍAS.....	184
1.10.3.- VASO DE EXPANSIÓN.....	184
1.10.4.- PURGADORES.....	185
1.10.5.- SISTEMA DE LLENADO.....	185
1.11.- SISTEMA DE CONTROL.....	185
1.12.- DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	185
1.12.1.- MONTAJE DE LOS CAPTADORES.....	185
1.12.2.- TUBERÍAS.....	186
1.12.3.- VÁLVULAS.....	186
1.12.4.- VASO DE EXPANSIÓN.....	187
1.12.5.- AISLAMIENTOS.....	187
1.12.6.- PURGA DE AIRE.....	188
1.12.7.- SISTEMA DE LLENADO.....	188
1.12.8.- SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL.....	189
1.12.9.- SISTEMAS DE PROTECCIÓN.....	189
1.12.9.1.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS.....	189
1.12.9.2.- PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS.....	190
1.12.9.3.- PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS.....	190
1.12.9.4.- RESISTENCIA A PRESIÓN.....	190
1.12.9.5.- PREVENCIÓN DE FLUJO INVERSO.....	190
2.- CÁLCULO.....	191
2.1.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.....	193
2.2.- CIRCUITO HIDRÁULICO.....	193
2.2.1.- CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	193
2.2.2.- CONDICIONES DE USO.....	194
2.3.- DETERMINACIÓN DE LA RADIACIÓN.....	195
2.4.- DIMENSIONAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE CAPTACIÓN.....	196
2.5.- CÁLCULO DE LA COBERTURA SOLAR.....	196
2.6.- SELECCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN BÁSICA.....	197
2.7.- SELECCIÓN DEL FLUIDO CALOPORTADOR.....	197
2.8.- DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.....	197
2.9.- DISEÑO DEL SISTEMA INTERCAMBIADOR-ACUMULADOR.....	198



2.10.- DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO.....	198
2.10.1.- CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS.....	198
2.10.2.- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA DE LA INSTALACIÓN.....	199
2.10.3.- BOMBA DE CIRCULACIÓN.....	200
2.10.4.- VASO DE EXPANSIÓN.....	201
2.10.5.- PURGADORES Y DESAIREADORES.....	202
2.11.- SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL.....	203
2.12.- AISLAMIENTO.....	203



1.- MEMORIA



1.- MEMORIA.

1.1.- OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es diseñar la instalación de agua caliente sanitaria, mediante calentamiento por energía solar térmica, para una vivienda unifamiliar de nueva construcción.

1.2.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

Alhama de Murcia.

Coordenadas geográficas:

Latitud	37° 51' 36" N
Longitud	1° 25' 48" O

Tabla I.89. *Tabla de coordenadas.*

Zona climática IV según CTE DB HE 4.

1.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE DONDE SE INSTALARÁN LOS CAPTADORES. ORIENTACIÓN, INCLINACIÓN Y SOMBRAS.

La orientación e inclinación de los captadores será la siguiente:

Orientación	S(183°)
Inclinación	17°

Tabla I.90. *Orientación e inclinación.*

El campo de captadores se situará sobre la cubierta, según el plano de planta adjunto.

La orientación e inclinación del sistema de captación, así como las posibles sombras sobre el mismo, serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites especificados en la siguiente tabla:

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Tabla I.91. *Orientación e inclinación del sistema de captación.*



Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras

Conj. captación	Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
1	Superposición	5.44 %	0.13 %	5.57 %

Tabla I.92. Cálculo de pérdidas de radiación solar por sombras.

1.4.- TIPO DE INSTALACIÓN.

El sistema de captación solar para consumo de agua caliente sanitaria se caracteriza de la siguiente forma:

- ⇒ Por el principio de circulación utilizado, clasificamos el sistema como una instalación con circulación forzada.
- ⇒ Por el sistema de transferencia de calor, clasificamos nuestro sistema como una instalación con intercambiador de calor en el acumulador solar para cada una de las viviendas.
- ⇒ Por el sistema de expansión, será un sistema cerrado.
- ⇒ Por su aplicación, será una instalación para calentamiento de agua.

1.5.- CAPTADORES. CURVAS DE RENDIMIENTO.

El tipo y disposición de los captadores que se han seleccionado se describe a continuación:

Marca	Modelo	Disposición	Número total de captadores	Número total de baterías
"LUMELCO"	LMC-300	En paralelo	2	1 de 2 unidades

Tabla I.93. Tipo y disposición de los captadores.

El captador seleccionado debe poseer la certificación emitida por el organismo competente en la materia, según lo regulado en el RD 891/1980, de 14 de abril, sobre homologación de los captadores solares y en la Orden de 28 de julio de 1980, por la que se aprueban las normas e instrucciones técnicas complementarias para la homologación de los captadores solares, o la certificación o condiciones que considere la reglamentación que lo sustituya.

En el Anexo se adjuntan las curvas de rendimiento de los captadores adoptados y sus características (dimensiones, superficie de apertura, caudal recomendado de circulación del fluido caloportador, pérdida de carga, etc).



1.6.- DISPOSICIÓN DE LOS CAPTADORES.

Los captadores se dispondrán en filas constituidas por el mismo número de elementos. Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes durante los trabajos de mantenimiento, sustitución, etc.

Dentro de cada fila o batería los captadores se conectarán en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo se obtendrá teniendo en cuenta las limitaciones especificadas por el fabricante.

Como regla general, el número de captadores conectados en serie no puede ser superior a tres. Únicamente, para ciertas aplicaciones industriales y de refrigeración por absorción, si está justificado, este número podrá elevarse a cuatro, siempre y cuando el fabricante lo permita.

Ya que la instalación es para dotación de agua caliente sanitaria, no deben conectarse más de tres captadores en serie.

Se dispondrá de un sistema para asegurar igual recorrido hidráulico en todas las baterías de captadores. En general, se debe alcanzar un flujo equilibrado mediante el sistema de retorno invertido. Si esto no es posible, se puede controlar el flujo mediante mecanismos adecuados, como válvulas de equilibrado.

La entrada de fluido caloportador se efectuará por el extremo inferior del primer captador de la batería y la salida por el extremo superior del último.

La entrada tendrá una pendiente ascendente del 1% en el sentido de avance del fluido caloportador.

1.7.- FLUIDO CALOPORTADOR.

Para evitar riesgos de congelación en el circuito primario, el fluido caloportador incorporará anticongelante.

Como anticongelantes podrán utilizarse productos ya preparados o mezclados con agua. En ambos casos, deben cumplir la reglamentación vigente. Además, su punto de congelación debe ser inferior a la temperatura mínima histórica (-7°C) con un margen de seguridad de 5°C .

En cualquier caso, su calor específico no será inferior a 3 KJ/kgK (equivalente a $0.7 \text{ Kcal/kg}^{\circ}\text{C}$).

Se deberán tomar las precauciones necesarias para prevenir posibles deterioros del fluido anticongelante cuando se alcanzan temperaturas muy altas. Estas precauciones deberán de ser comprobadas de acuerdo con UNE-EN 12976-2.



La instalación dispondrá de los sistemas necesarios para facilitar el llenado de la misma y asegurar que el anticongelante está perfectamente mezclado.

Es conveniente disponer un depósito auxiliar para reponer las posibles pérdidas de fluido caloportador en el circuito. No debe utilizarse para reposición un fluido cuyas características sean incompatibles con el existente en el circuito.

En cualquier caso, el sistema de llenado no permitirá las pérdidas de concentración producidas por fugas del circuito y resueltas mediante reposición con agua de la red.

En este caso, se ha elegido como fluido caloportador una mezcla comercial de agua y propilenglicol al 26%, con lo que se garantiza la protección de los captadores contra rotura por congelación hasta una temperatura de -12°C , así como contra corrosiones e incrustaciones, ya que dicha mezcla no se degrada a altas temperaturas. En caso de fuga en el circuito primario, cuenta con una composición no tóxica y aditivos estabilizantes.

Las principales características de este fluido caloportador son las siguientes:

- ⇒ Densidad: 1042.20 Kg/m^3 .
- ⇒ Calor específico: 3.708 KJ/kgK .
- ⇒ Viscosidad (50°C): 2.72 mPa s .

1.8.- DEPÓSITO ACUMULADOR.

1.8.1.- VOLUMEN DE ACUMULACIÓN.

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con las especificaciones del apartado 3.3.3.1: Generalidades de la sección HE 4 DB-HE CTE.

$$50 < (V/A) < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

El modelo de acumulador usado se describe a continuación:

- ⇒ Modelo: LMC-300
- ⇒ Diámetro: 600 mm
- ⇒ Altura: 1615 mm
- ⇒ Vol. acumulación: 300 l



1.8.2.- SUPERFICIE DE INTERCAMBIO.

La superficie útil de intercambio cumple el apartado 3.3.4: Sistema de intercambio de la sección HE 4 DB-HE CTE, que prescribe que la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0.15.

Para cada una de las tuberías de entrada y salida de agua del intercambiador de calor se debe instalar una válvula de cierre próxima al manguito correspondiente.

1.8.3.- CONJUNTOS DE CAPTACIÓN.

En la siguiente tabla pueden consultarse los volúmenes de acumulación y áreas de intercambio totales para cada conjunto de captación:

Conj. captación	Vol. acumulación (l)	Sup. captación (m ²)
1	300	4.00

Tabla I.94. Volúmenes de acumulación y áreas de intercambio.

1.9.- ENERGÍA AUXILIAR.

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica en cualquier circunstancia, la instalación de energía solar debe contar con un sistema de energía auxiliar.

Este sistema de energía auxiliar debe tener suficiente potencia térmica para proporcionar la energía necesaria para la producción total de agua caliente sanitaria, en ausencia de radiación solar. La energía auxiliar se aplicará en el circuito de consumo, nunca en el circuito primario de captadores.

El sistema de aporte de energía auxiliar con acumulación o en línea siempre dispondrá de un termostato de control sobre la temperatura de preparación. En el caso de que el sistema de energía auxiliar no disponga de acumulación, es decir, sea una fuente de calor instantánea, el equipo será capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente, con independencia de cual sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

Tipo de energía auxiliar: Gas natural



1.10.- CIRCUITO HIDRÁULICO.

El circuito hidráulico que se ha diseñado para la instalación es de retorno invertido y, por lo tanto, está equilibrado.

El caudal de fluido portador se determina de acuerdo con las especificaciones del fabricante, según aparece en el apartado de cálculo.

1.10.1.- BOMBAS DE CIRCULACIÓN.

Caudal (l/h)	Presión (Pa)
240.0	6278.4

Tabla I.95. Caudal y presión de la bomba de circulación.

Los materiales constitutivos de la bomba en el circuito primario son compatibles con la mezcla anticongelante.

1.10.2.- TUBERÍAS.

Tanto para el circuito primario como para el de consumo, las tuberías utilizadas tienen las siguientes características:

Material: cobre

Disposición: colocada superficialmente con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco.

1.10.3.- VASO DE EXPANSIÓN.

El sistema de expansión que se emplea en el proyecto será cerrado, de tal forma que, incluso después de una interrupción del suministro de potencia a la bomba de circulación del circuito de captadores, justo cuando la radiación solar sea máxima, se pueda establecer la operación automática cuando la potencia esté disponible de nuevo.

El vaso de expansión del conjunto de captación se ha dimensionado conforme se describe en el anexo de cálculo.



1.10.4.- PURGADORES.

Se utilizarán purgadores automáticos, ya que no está previsto que se forme vapor en el circuito. Debe soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador y, en cualquier caso, hasta 150°C.

1.10.5.- SISTEMA DE LLENADO.

El sistema de llenado del circuito primario es manual. La situación del mismo se describe en los planos del proyecto.

1.11.- SISTEMA DE CONTROL.

El sistema de control asegura el correcto funcionamiento de la instalación, facilitando un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando el uso adecuado de la energía auxiliar. Se ha seleccionado una centralita de control para sistema de captación solar térmica "LUMELCO"/LMC-300, con sondas de temperatura con las siguientes funciones:

- ⇒ Control de la temperatura del captador solar
- ⇒ Control y regulación de la temperatura del acumulador solar
- ⇒ Control y regulación de la bomba en función de la diferencia de temperaturas entre captador y acumulador.

1.12.- DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

1.12.1.- MONTAJE DE LOS CAPTADORES.

Se aplicará a la estructura soporte las exigencias básicas del Código Técnico de la Edificación en cuanto a seguridad.

El diseño y construcción de la estructura y sistema de fijación de los captadores debe permitir las necesarias dilataciones térmicas, sin transferir cargas que puedan afectar a la integridad de los captadores o al circuito hidráulico.

Los puntos de sujeción del captador serán suficientes en número, teniendo el área de apoyo y posición relativa adecuadas, de forma que no se produzcan flexiones en el captador superiores a las permitidas por el fabricante.

Los topes de sujeción de la estructura y de los captadores no arrojarán sombra sobre estos últimos.

En el caso que nos ocupa, el anclaje de los captadores al edificio se realizará mediante una estructura metálica proporcionada por el fabricante. La inclinación de los captadores será de: 17°.



1.12.2.- TUBERÍAS.

El diámetro de las tuberías se ha dimensionado de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s y que la pérdida de carga unitaria sea inferior a 40.0 mm.c.a/m.

1.12.3.- VÁLVULAS.

La elección de las válvulas se realizará de acuerdo con la función que desempeñan y sus condiciones extremas de funcionamiento (presión y temperatura), siguiendo preferentemente los criterios siguientes:

- ☐ Para aislamiento: válvulas de esfera.
- ☐ Para equilibrado de circuitos: válvulas de asiento.
- ☐ Para vaciado: válvulas de esfera o de macho.
- ☐ Para llenado: válvulas de esfera.
- ☐ Para purga de aire: válvulas de esfera o de macho.
- ☐ Para seguridad: válvulas de resorte.
- ☐ Para retención: válvulas de disco de doble compuerta, o de clapeta.

Las válvulas de seguridad serán capaces de derivar la potencia máxima del captador o grupo de captadores, incluso en forma de vapor, de manera que en ningún caso se sobrepase la máxima presión de trabajo del captador o del sistema.

Las válvulas de retención se situarán en la tubería de impulsión de la bomba, entre la boca y el manguito antivibratorio, y, en cualquier caso, aguas arriba de la válvula de intercepción.

Los purgadores automáticos de aire se construirán con los siguientes materiales:

- ☐ Cuerpo y tapa: fundición de hierro o de latón.
- ☐ Mecanismo: acero inoxidable.
- ☐ Flotador y asiento: acero inoxidable.
- ☐ Obturador: goma sintética.

Los purgadores automáticos serán capaces de soportar la temperatura máxima de trabajo del circuito.



1.12.4.- VASO DE EXPANSIÓN.

Se utilizarán vasos de expansión cerrados con membrana. Los vasos de expansión cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y estarán debidamente timbrados. La tubería de conexión del vaso de expansión no se aislará térmicamente y tendrá el volumen suficiente para enfriar el fluido antes de alcanzar el vaso.

El volumen de dilatación, para el cálculo, será como mínimo igual al 4,3% del volumen total de fluido en el circuito primario.

Los vasos de expansión cerrados se dimensionarán de forma que la presión mínima en frío, en el punto más alto del circuito, no sea inferior a 1.5 Kg/cm², y que la presión máxima en caliente en cualquier punto del circuito no supere la presión máxima de trabajo de los componentes.

Cuando el fluido caloportador pueda evaporarse bajo condiciones de estancamiento, hay que realizar un dimensionamiento especial para el volumen de expansión.

El depósito de expansión deberá ser capaz de compensar el volumen del medio de transferencia de calor en todo el grupo de captadores completo, incluyendo todas las tuberías de conexión entre captadores, incrementado en un 10%.

1.12.5.- AISLAMIENTOS.

El aislamiento de los acumuladores cuya superficie sea inferior a 2 m² tendrá un espesor mínimo de 30 mm. Para volúmenes superiores, el espesor mínimo será de 50 mm.

El espesor del aislamiento para el intercambiador de calor en el acumulador no será inferior a 20 mm.

Los espesores de aislamiento (expresados en mm) de tuberías y accesorios situados al interior o exterior, no serán inferiores a los valores especificados en: RITE.I.T.1.2.4.2.1.1.

Es aconsejable, aunque no forme parte de la instalación solar, el aislamiento de las tuberías de distribución al consumo de ACS. De esta forma se evitan pérdidas energéticas en la distribución, que disminuyen el rendimiento de la instalación de captación solar.



1.12.6.- PURGA DE AIRE.

El trazado del circuito favorecerá el desplazamiento del aire atrapado hacia los puntos altos.

Los trazados horizontales de tubería tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación.

En los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil de cada botellín será superior a 100 cm³.

Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar, y antes del intercambiador, un desaireador con purgador automático.

Las líneas de purga se colocarán de tal forma que no puedan helarse ni se pueda producir acumulación de agua entre líneas. Los orificios de descarga deberán estar dispuestos para que el vapor o medio de transferencia de calor que salga por las válvulas de seguridad no cause ningún riesgo a personas, a materiales o al medio ambiente.

Se evitará el uso de purgadores automáticos cuando se prevea la formación de vapor en el circuito. Los purgadores automáticos deberán soportar, al menos, la temperatura de estancamiento del captador.

1.12.7.- SISTEMA DE LLENADO.

Los circuitos con vaso de expansión cerrado deben incorporar un sistema de llenado, manual o automático, que permita llenar el circuito primario de fluido caloportador y mantenerlo presurizado.

En general, es recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de fluido caloportador.

Para disminuir el riesgo de fallo, se evitarán los aportes incontrolados de agua de reposición a los circuitos cerrados, así como la entrada de aire (esto último incrementaría el riesgo de fallo por corrosión).

Es aconsejable no usar válvulas de llenado automáticas.



1.12.8.- SISTEMA ELÉCTRICO Y DE CONTROL.

El sistema eléctrico y de control cumplirá el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) en todos aquellos puntos que sean de aplicación.

Los cuadros serán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

El usuario estará protegido contra posibles contactos directos e indirectos.

El rango de temperatura ambiente admisible para el funcionamiento del sistema de control será, como mínimo, el siguiente: -10°C a 50°C .

Los sensores de temperatura soportarán los valores máximos previstos para la temperatura en el lugar en que se ubiquen. Deberán soportar, sin alteraciones superiores a 1°C , una temperatura de hasta 100°C (instalaciones de ACS).

La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la zona de medición. Para conseguirlo, en el caso de sensores de inmersión, se instalarán en contracorriente con el fluido.

Los sensores de temperatura deberán estar aislados contra la influencia de las condiciones ambientales que les rodean.

La ubicación de las sondas ha de realizarse de forma que éstas midan exactamente las temperaturas que se desea controlar, instalándose los sensores en el interior de vainas y evitándose las tuberías separadas de la salida de los captadores y las zonas de estancamiento en los depósitos.

Las sondas serán, preferentemente, de inmersión. Se tendrá especial cuidado en asegurar una adecuada unión entre las sondas por contacto y la superficie metálica.

1.12.9.- SISTEMAS DE PROTECCIÓN.

1.12.9.1.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRECALENTAMIENTOS.

El sistema deberá estar diseñado de tal forma que, con altas radiaciones solares prolongadas sin consumo de agua caliente, no se produzcan situaciones en las cuales el usuario tenga que realizar alguna acción especial para llevar el sistema a su estado normal de operación.

Cuando el sistema disponga de la posibilidad de drenaje como protección ante sobrecalentamientos, la construcción deberá realizarse de tal forma que el agua caliente o vapor del drenaje no supongan peligro alguno para los habitantes y no se produzcan daños en el sistema ni en ningún otro material del edificio o vivienda.



Cuando las aguas sean duras, se realizarán las previsiones necesarias para que la temperatura de trabajo de cualquier punto del circuito de consumo no sea superior a 60°C.

1.12.9.2.- PROTECCIÓN CONTRA QUEMADURAS.

En sistemas de agua caliente sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60°C, deberá ser instalado un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60°C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para compensar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

1.12.9.3.- PROTECCIÓN DE MATERIALES Y COMPONENTES CONTRA ALTAS TEMPERATURAS.

El sistema deberá ser diseñado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por cada material o componente.

1.12.9.4.- RESISTENCIA A PRESIÓN.

Se deberán cumplir los requisitos de la norma UNE-EN 12976-1.

En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

1.12.9.5.- PREVENCIÓN DE FLUJO INVERSO.

La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del mismo.

Como el sistema es por circulación forzada, se utiliza una válvula antirretorno para evitar flujos inversos.



2.- CÁLCULO



2.- CÁLCULO.

2.1.- DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO.

El objeto del presente proyecto es diseñar la instalación de agua caliente sanitaria, mediante calentamiento por energía solar térmica, para una vivienda unifamiliar de nueva construcción.

Edificio situado en Alhama de Murcia, zona climática IV según CTE DB HE 4.

La vivienda está compuesta por 4 dormitorios y tiene asignada una ocupación de 6 personas.

Los captadores se dispondrán sobre su correspondiente soporte orientados al S(183°).

2.2.- CIRCUITO HIDRÁULICO.

2.2.1.- CONDICIONES CLIMÁTICAS.

Para la determinación de las condiciones climáticas (radiación global total en el campo de captadores, temperatura ambiente diaria y temperatura del agua de suministro de la red) se han utilizado los datos recogidos en las normas UNE 94002 Instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente sanitaria y UNE 94003 Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas.

Mes	Radiación global (MJ/m ²)	Temperatura ambiente diaria (°C)	Temperatura de red (°C)
Enero	8.80	9	10
Febrero	11.70	10	10
Marzo	14.30	11	11
Abril	17.90	13	12
Mayo	21.90	16	14
Junio	23.20	19	16
Julio	23.50	22	18
Agosto	21.10	23	19
Septiembre	16.60	21	17
Octubre	13.10	17	15
Noviembre	9.50	13	12
Diciembre	7.80	10	10

Tabla I.96. Datos climáticos para el dimensionado de instalaciones solares térmicas.



2.2.2.- CONDICIONES DE USO.

Teniendo en cuenta el nivel de ocupación, se obtiene un valor medio de 30.0 l por persona y día, con una temperatura de consumo de 60 °C. Como la temperatura de uso se considera de 50 °C, debe corregirse este consumo medio, tomando como temperatura de red 12 °C, a 37.9 l por persona y día.

Al tratarse de una vivienda unifamiliar, se asume un coeficiente de simultaneidad igual a 1.

Número de dormitorios	4
Ocupación (Nº personas)	6
Consumo litros/día	227

Tabla I.97. Coeficiente de simultaneidad.

A partir de los datos anteriores se puede calcular la demanda energética para cada mes. Los valores obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Mes	Ocupación (%)	Consumo (m ³)	Temperatura de red (°C)	Salto térmico (°C)	Demanda (MJ)
Enero	100	7.0	10	40	1155.14
Febrero	100	6.3	10	40	1043.35
Marzo	100	7.0	11	39	1132.06
Abril	100	6.8	12	38	1061.56
Mayo	100	7.2	14	36	1050.77
Junio	100	7.0	16	34	972.20
Julio	100	7.4	18	32	958.44
Agosto	100	7.4	19	31	935.36
Septiembre	100	7.1	17	33	949.86
Octubre	100	7.2	15	35	1039.73
Noviembre	100	6.8	12	38	1073.20
Diciembre	100	7.0	10	40	1155.14

Tabla I.98. Demanda energética para cada mes.

La descripción de los valores mostrados, para cada columna, es la siguiente:

- ⇒ Ocupación: Estimación del porcentaje mensual de ocupación.
- ⇒ Consumo: Se calcula mediante la siguiente formula:

$$C = \frac{\%Ocup}{100} \cdot N_{mes} (días) \cdot Q_{acs} (m^3 / día)$$

☐ Temperatura de red: Temperatura de suministro de agua (valor mensual en °C).

☐ Demanda térmica: Expresa la demanda energética necesaria para cubrir el consumo necesario de agua caliente. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{acs} = \rho \cdot C \cdot C_p \cdot \Delta T$$

donde:

Q_{acs} : Demanda de agua caliente (MJ).

ρ : Densidad volumétrica del agua (Kg/m³).

C: Consumo (m³).

C_p : Calor específico del agua (MJ/kg°C).

ΔT : Salto térmico (°C).

2.3.- DETERMINACIÓN DE LA RADIACIÓN.

Para obtener la radiación solar efectiva que incide sobre los captadores se han tenido en cuenta los siguientes parámetros:

Orientación	S(183°)
Inclinación	17°

Tabla I.99. Orientación e inclinación.

Las sombras proyectadas sobre los captadores son:

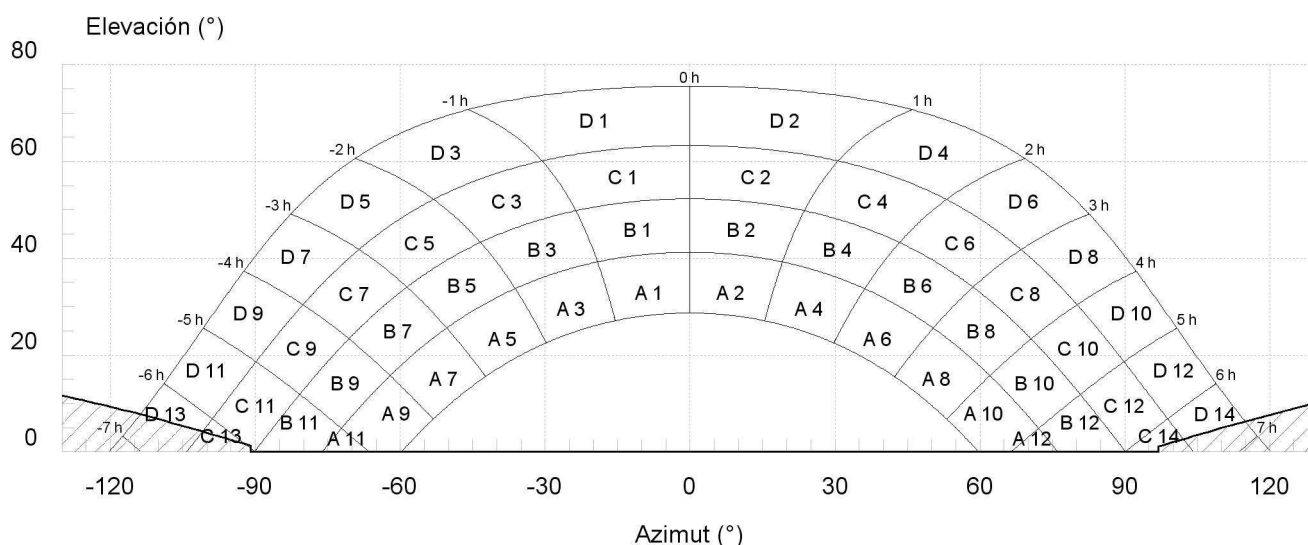


Figura I. 3. Sombras proyectadas sobre los captadores.



(inclinación 16.65°, orientación 3.32°)			
Porción	Factor de llenado (real)	Pérdidas (%)	Contribución (%)
C 11	0.00 (0.00)	0.18	0.00
C 13	0.75 (0.64)	0.00	0.00
C 14	0.25 (0.17)	0.00	0.00
D 13	0.50 (0.51)	0.18	0.09
D 14	0.25 (0.34)	0.17	0.04
		TOTAL (%)	0.13

Tabla I.100. *Porcentaje de inclinación y orientación.*

2.4.- DIMENSIONAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE CAPTACIÓN.

El dimensionamiento de la superficie de captación se ha realizado mediante el método de las curvas 'f' (F-Chart), que permite realizar el cálculo de la cobertura solar y del rendimiento medio para periodos de cálculo mensuales y anuales.

Se asume un volumen de acumulación equivalente, de forma aproximada, a la carga de consumo diario promedio. La superficie de captación se dimensiona para conseguir una fracción solar anual superior al 80%, tal como se indica en el apartado 2.1, 'Contribución solar mínima', de la sección HE 4 DB-HE CTE.

El valor resultante para la superficie de captación es de 4.00 m², y para el volumen de captación de 300 l.

Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla:

Mes	Radiación global	Temperatura ambiente diaria	Demanda	Energía auxiliar	Fracción solar
Enero	8.80	9	1155.14	534.50	54
Febrero	11.70	10	1043.35	327.55	69
Marzo	14.30	11	1132.06	231.48	80
Abril	17.90	13	1061.56	80.52	92
Mayo	21.90	16	1050.77	0.00	105
Junio	23.20	19	972.20	0.00	110
Julio	23.50	22	958.44	0.00	113
Agosto	21.10	23	935.36	0.00	110
Septiembre	16.60	21	949.86	26.87	97
Octubre	13.10	17	1039.73	177.81	83
Noviembre	9.50	13	1073.20	405.79	62
Diciembre	7.80	10	1155.14	587.95	49

Tabla I.101. *Cobertura solar.*

2.5.- CÁLCULO DE LA COBERTURA SOLAR.

La cobertura solar anual conseguida mediante el sistema es igual al 81%.



2.6.- SELECCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN BÁSICA.

La instalación consta de un circuito primario cerrado (circulación forzada) dotado de un sistema de captación (con una superficie total de captación de 4 m²) y con un intercambiador, incluido en el acumulador de la vivienda. Se ha previsto, además, la instalación de un sistema de energía auxiliar.

2.7.- SELECCIÓN DEL FLUIDO CALOPORTADOR.

La temperatura histórica en la zona es de -7°C. La instalación debe estar preparada para soportar sin congelación una temperatura de -12°C (5º menos que la temperatura mínima histórica). Para ello, el porcentaje en peso de anticongelante será de 26% con un calor específico de 3.708 KJ/kgK y una viscosidad de 2.717000 mPa s a una temperatura de 50°C.

2.8.- DISEÑO DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN.

El sistema de captación estará formado por elementos del tipo LMC-300 ("LUMELCO"), cuya curva de rendimiento INTA es:

$$\eta = \eta_0 - a_1 \left(\frac{t^e - t^a}{I} \right)$$

donde:

η_0 : Factor óptico (0.80).

a_1 : Coeficiente de pérdida (3.40).

t^e : Temperatura media (°C).

t^a : Temperatura ambiente (°C).

I : Irradiación solar (W/m²).

La superficie de apertura de cada captador es de 2.00 m².

La disposición del sistema de captación queda completamente definida en los planos del proyecto.



2.9.- DISEÑO DEL SISTEMA INTERCAMBIADOR-ACUMULADOR.

El volumen de acumulación se ha seleccionado cumpliendo con:

$$50 < (V/A) < 180$$

donde:

A: Suma de las áreas de los captadores.

V: Volumen de acumulación expresado en litros.

Unidad de ocupación	Modelo	Caudal l/h:	Pérdida de carga Pa:	Sup. intercambio m ² :	Diámetro mm:	Altura (mm)	Vol. acumulación (l)
	LMC-300	1080	0.0	1.80	600	1615	300
Total				1.80			300

Tabla I.102. *Volumen de ocupación.*

La relación entre la superficie útil de intercambio del intercambiador incorporado y la superficie total de captación es superior a 0.15 e inferior o igual a 1.

2.10.- DISEÑO DEL CIRCUITO HIDRÁULICO.

2.10.1.- CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS.

Tanto para el circuito primario de la instalación, como para el secundario, se utilizarán tuberías de cobre.

El diámetro de las tuberías se selecciona de forma que la velocidad de circulación del fluido sea inferior a 2 m/s. El dimensionamiento de las tuberías se realizará de forma que la pérdida de carga unitaria en las mismas nunca sea superior a 40.00 mm.c.a/m.



2.10.2.- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CARGA DE LA INSTALACIÓN.

Deben determinarse las pérdidas de carga en los siguientes componentes de la instalación:

- ⇒ Captadores.
- ⇒ Tuberías (montantes y derivaciones a las baterías de captadores del circuito primario).
- ⇒ Intercambiador.

FÓRMULAS UTILIZADAS

Para el cálculo de la pérdida de carga, ΔP , en las tuberías, utilizaremos la formulación de Darcy-Weisbach que se describe a continuación:

$$\Delta P = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9,81}$$

donde:

ΔP : Pérdida de carga (m.c.a).

λ : Coeficiente de fricción

L: Longitud de la tubería (m).

D: Diámetro de la tubería (m).

v: Velocidad del fluido (m/s).

Para calcular las pérdidas de carga, se le suma a la longitud real de la tubería la longitud equivalente correspondiente a las singularidades del circuito (codos, té, válvulas, etc.). Ésta longitud equivalente corresponde a la longitud de tubería que provocaría una pérdida de carga igual a la producida por dichas singularidades.

De forma aproximada, la longitud equivalente se calcula como un porcentaje de la longitud real de la tubería. En este caso, se ha asumido un porcentaje igual al 15%.

El coeficiente de fricción, λ , depende del número de Reynolds.

Cálculo del número de Reynolds: (Re)

$$R_e = \frac{(\rho \cdot v \cdot D)}{\mu}$$



donde:

R_e : Valor del número de Reynolds (adimensional).

ρ : 1000 Kg/m³

v : Velocidad del fluido (m/s).

D : Diámetro de la tubería (m).

μ : Viscosidad del agua (0.001 poises a 20°C).

Cálculo del coeficiente de fricción (λ) para un valor de R_e comprendido entre 3000 y 10⁵ (éste es el caso más frecuente para instalaciones de captación solar):

$$\lambda = \frac{0,32}{R_e^{0,25}}$$

Como los cálculos se han realizado suponiendo que el fluido circulante es agua a una temperatura de 50°C y con una viscosidad de 2.717000 mPa s, los valores de la pérdida de carga se multiplican por el siguiente factor de corrección:

$$factor = \sqrt[4]{\frac{\mu_{FC}}{\mu_{agua}}}$$

2.10.3.- BOMBA DE CIRCULACIÓN.

La bomba de circulación necesaria en el circuito primario se debe dimensionar para una presión disponible igual a las pérdidas totales del circuito (tuberías, captadores e intercambiadores). El caudal de circulación tiene un valor de 240.00 l/h.

La pérdida de presión en el conjunto de captación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta P_r = \frac{\Delta P \cdot N \cdot (N + 1)}{4}$$

donde:

ΔP_r : Pérdida de presión en el conjunto de captación.

ΔP : Pérdida de presión para un captador

N : Número total de captadores

La pérdida de presión en el intercambiador tiene un valor de 0.0 Pa.

Por tanto, la pérdida de presión total en el circuito primario tiene un valor de 6232 KPa.



La potencia de la bomba de circulación tendrá un valor de 0.07 kW. Dicho valor se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$P = C \cdot \Delta p$$

donde:

P: Potencia eléctrica (kW)

C: Caudal (l/s)

Δp : Pérdida total de presión de la instalación (Pa).

En este caso, utilizaremos una bomba de rotor húmedo montada en línea.

Según el apartado 3.4.4 'Bombas de circulación' de la sección HE 4 DB-HE CTE, la potencia eléctrica parásita para la bomba de circulación no deberá superar los valores siguientes:

Tipo de sistema	Potencia eléctrica de la bomba de circulación
Sistemas pequeños	50 W o 2 % de la potencia calorífica máxima que pueda suministrar el grupo de captadores.
Sistemas grandes	1% de la potencia calorífica máxima que pueda suministrar el grupo de captadores.

Tabla I.103. Potencia eléctrica de la bomba de circulación.

2.10.4.- VASO DE EXPANSIÓN.

El valor teórico del coeficiente de expansión térmica, calculado según la norma UNE 100.155, es de 0.089. El vaso de expansión seleccionado tiene una capacidad de 5 l.

Para calcular el volumen necesario se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

donde:

V_t : Volumen útil necesario (l).

V: Volumen total de fluido de trabajo en el circuito (l).

C_e : Coeficiente de expansión del fluido.

C_p : Coeficiente de presión

El volumen total de fluido contenido en el circuito primario se obtiene sumando el contenido en las tuberías (8.07 l), en los elementos de captación (0.00 l) y en el intercambiador (10.00 l). En este caso, el volumen total es de 18.07 l.

Con los valores de la temperatura mínima (-7°C) y máxima (140°C), y el valor del porcentaje de glicol etilénico en agua (26%) se obtiene un valor de ' C_e ' igual a 0.089. Para calcular este parámetro se han utilizado las siguientes expresiones:



$$C_e = fc \cdot (-95 + 1.2 \cdot t) \cdot 10^{-3}$$

donde:

fc: Factor de correlación debido al porcentaje de glicol etilénico.

t: Temperatura máxima en el circuito.

El factor 'fc' se calcula mediante la siguiente expresión:

$$fc = a \cdot (1.8 \cdot t + 32)^b$$

donde:

$$a = -0.0134 \cdot (G^2 - 143.8 \cdot G + 1918.2) = 15.46$$

$$b = 0.00035 \cdot (G^2 - 94.57 \cdot G + 500.) = -0.45$$

G: Porcentaje de glicol etilénico en agua (26%).

El coeficiente de presión (C_p) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_{\max}}{P_{\max} - P_{\min}}$$

donde:

Pmax: Presión máxima en el vaso de expansión.

Pmin: Presión mínima en el vaso de expansión.

El punto de mínima presión de la instalación corresponde a los captadores solares, ya que se encuentran a la cota máxima. Para evitar la entrada de aire, se considera una presión mínima aceptable de 1.5 bar.

La presión mínima del vaso debe ser ligeramente inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad (aproximadamente 0.9 veces). Por otro lado, el componente crítico respecto a la presión es el captador solar, cuya presión máxima es de 10 bar (sin incorporar el kit de fijación especial).

A partir de las presiones máxima y mínima, se calcula el coeficiente de presión (C_p). En este caso, el valor obtenido es de 1.2.

2.10.5.- PURGADORES Y DESAIREADORES.

El sistema de purga está situado en la batería de captadores. Por tanto, se asume un volumen total de 100.0 cm³.



2.11.- SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL.

El sistema de regulación y control tiene como finalidad la actuación sobre el régimen de funcionamiento de las bombas de circulación, la activación y desactivación del sistema antiheladas, así como el control de la temperatura máxima en el acumulador. En este caso, el regulador utilizado es el siguiente: LMC-300, "LUMELCO".

2.12.- AISLAMIENTO.

El aislamiento térmico del circuito primario se realizará mediante coquilla flexible de espuma elastomérica. El espesor del aislamiento será de 30 mm en las tuberías exteriores y de 20 mm en las interiores.



1.15. ILUNINACIÓN.



1.15. ILUMINACIÓN.

1.15.1. EXIGENCIAS BASICAS HE-3 (EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN.

Zonas de no representación: Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas											
VEEI máximo admisible: 5.00 W/m ²											
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos aux.	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de las ventanas del local	Ángulo de sombra
		K	n	Fm	P (W)	VEEI	Em (lux)	UGR	Ra	T	θ (°)
Sótano	Sala de máquinas (Sala de máquinas)	1	15	0.80	61.00	3.30	328.60	0.0	85.0	0.46	0.0

Zonas de no representación: Aparcamientos											
VEEI máximo admisible: 5.00 W/m ²											
Planta	Recinto	Índice del local	Número de puntos considerados en el proyecto	Factor de mantenimiento previsto	Potencia total instalada en lámparas + equipos	Valor de eficiencia energética de la instalación	Iluminancia media horizontal mantenida	Índice de deslumbramiento unificado	Índice de rendimiento de color de las lámparas	Coefficiente de transmisión luminosa del vidrio de las ventanas del local	Ángulo de sombra
		K	n	Fm	P (W)	VEEI	Em (lux)	UGR	Ra	T	θ (°)
Sótano	Garaje	1	92	0.60	488.00	5.00	129.21	24.0	85.0	0.06	0.0

Tablas I.104. Eficiencia energética.



1.15.2. EXIGENCIAS BÁSICAS SUA-4 (SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA.

1.- ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN.....	211
2.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	211



1.15.2. EXIGENCIAS BÁSICAS SUA-4 (SEGURIDAD FRENTE AL RIESGO CAUSADO POR ILUMINACIÓN INADECUADA.

1.- ALUMBRADO NORMAL EN ZONAS DE CIRCULACIÓN.

Zona			NORMA	PROYECTO
			Iluminancia mínima [lux]	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	20	
		Resto de zonas	20	
	Para vehículos o mixtas		20	
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	100	
		Resto de zonas	100	
	Para vehículos o mixtas		50	86
Factor de uniformidad media			fu ≥ 40 %	67 %

Tabla I.105. Alumbrado normal en zonas de circulación.

2.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA.

Dotación:

Contarán con alumbrado de emergencia:

<input checked="" type="checkbox"/>	Recorridos de evacuación
<input checked="" type="checkbox"/>	Aparcamientos cuya superficie construida exceda de 100 m ²
<input type="checkbox"/>	Locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección
<input type="checkbox"/>	Locales de riesgo especial
<input type="checkbox"/>	Lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado
<input type="checkbox"/>	Las señales de seguridad

Tabla I.106. Alumbrado general.

Disposición de las luminarias:

	NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/> Altura de colocación	h ≥ 2 m	H = 2.79 m

Se dispondrá una luminaria en:

<input checked="" type="checkbox"/>	Cada puerta de salida.
<input checked="" type="checkbox"/>	Señalando el emplazamiento de un equipo de seguridad.
<input checked="" type="checkbox"/>	Puertas existentes en los recorridos de evacuación.
<input checked="" type="checkbox"/>	Escaleras (cada tramo recibe iluminación directa).
<input checked="" type="checkbox"/>	En cualquier cambio de nivel.
<input checked="" type="checkbox"/>	En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

Tabla I.107. Disposición de las luminarias.

**Características de la instalación:**

Será fija.
Dispondrá de fuente propia de energía.
Entrará en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en las zonas de alumbrado normal.
El alumbrado de emergencia en las vías de evacuación debe alcanzar, al menos, el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de 5 segundos y el 100% a los 60 segundos.

Tabla I.108. Características de la instalación.**Condiciones de servicio que se deben garantizar (durante una hora desde el fallo):**

		NORMA	PROYECTO	
<input checked="" type="checkbox"/>	Vías de evacuación de anchura \leq 2m	Iluminancia en el eje central	≥ 1 lux	2.95 luxes
		Iluminancia en la banda central	≥ 0.5 luxes	2.87 luxes
<input type="checkbox"/>	Vías de evacuación de anchura $>$ 2m	Pueden ser tratadas como varias bandas de anchura \leq 2m		

		NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/>	Relación entre iluminancia máxima y mínima a lo largo de la línea central	$\leq 40:1$	4:1
	Puntos donde estén situados: equipos de seguridad, instalaciones de protección contra incendios y cuadros de distribución del alumbrado.	Iluminancia ≥ 5 luxes	9.10 luxes
	Valor mínimo del Índice de Rendimiento Cromático (Ra)	Ra ≥ 40	Ra = 80.00

Tabla I.109. Condiciones de servicio.**Iluminación de las señales de seguridad:**

		NORMA	PROYECTO
<input checked="" type="checkbox"/>	Luminancia de cualquier área de color de seguridad	≥ 2 cd/m ²	3 cd/m ²
<input checked="" type="checkbox"/>	Relación entre la luminancia máxima/mínima dentro del color blanco o de seguridad	$\leq 10:1$	10:1
<input checked="" type="checkbox"/>	Relación entre la luminancia L_{blanca} , y la luminancia $L_{color} > 10$	$\geq 5:1$	
		$\leq 15:1$	10:1
<input checked="" type="checkbox"/>	Tiempo en el que se debe alcanzar cada nivel de iluminación	$\geq 50\%$	--> 5 s
		100%	--> 60 s

Tabla I.110. Iluminación de las señales de seguridad.



1.15.3. CÁLCULO: ILUMINACIÓN.

1.- ALUMBRADO INTERIOR.....	215
2.- CURVAS FOTOMÉTRICAS.....	222

1.15.3. CÁLCULO: ILUMINACIÓN.

1.- ALUMBRADO INTERIOR.

RECINTO				
Referencia:	Garaje (Garaje)	Planta:	Sótano	
Superficie:	75.1 m ²	Altura libre:	2.85 m	Volumen: 214.1 m ³

Tabla I.111. Dimensión del recinto.

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	0.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.30
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.30
Factor de mantenimiento:	0.60
Índice del local (K):	1.06
Número mínimo de puntos de cálculo:	9

Tabla I.112. Características del alumbrado de sótano.

Disposición de las luminarias

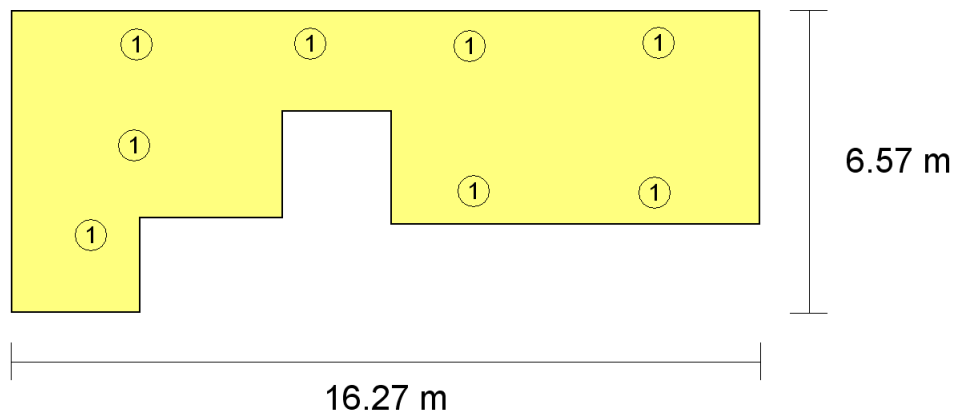


Figura I. 4. Disposición de las luminarias.

Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total(lm)	Rendimiento (%)	Potencia total(W)
1	8	Luminaria, de 1294x165x125 mm para 2 lámparas fluorescentes T5 de 28 W	5200	90	8 x 61.0
					Total = 488.0 W

Tabla I.113. Características de las luminarias del sótano.

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	86.35 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	129.21 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	24.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	5.00 W/m ²
Factor de uniformidad:	66.82 %

Tabla I.114. Valores de cálculo de las luminarias.

Valores calculados de iluminancia

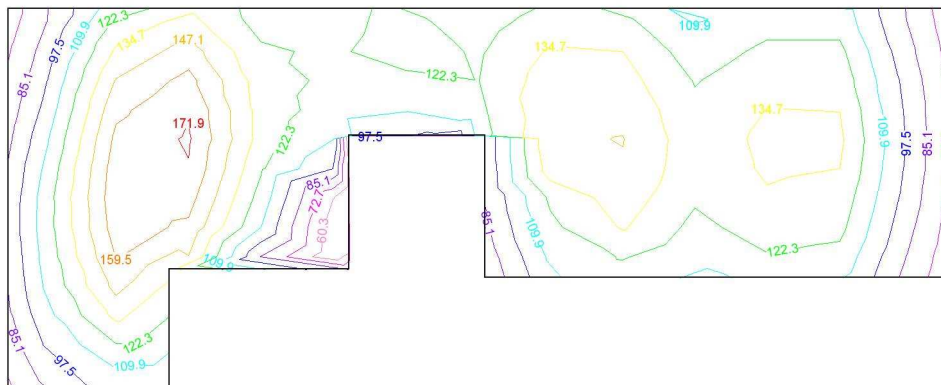
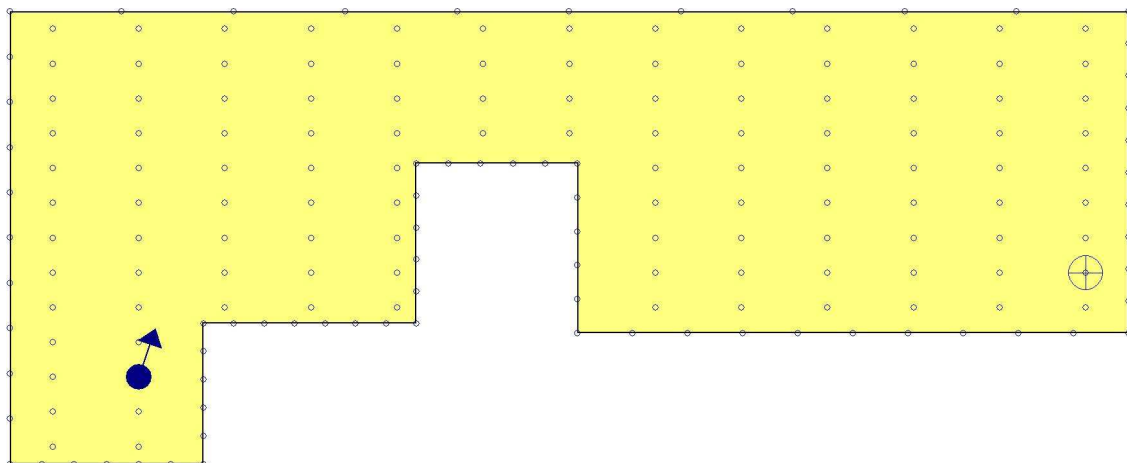


Figura I. 5. Valores calculados de iluminancia.

Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (86.35 lux)
- ←● Índice de deslumbramiento unificado (UGR = 24.00)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 188)

Figura I. 6. Posición de los valores pésimos de las luminarias.



Alumbrado de emergencia	
Coeficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coeficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coeficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.60
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Tabla I.115. Alumbrado de emergencia.

Disposición de las luminarias

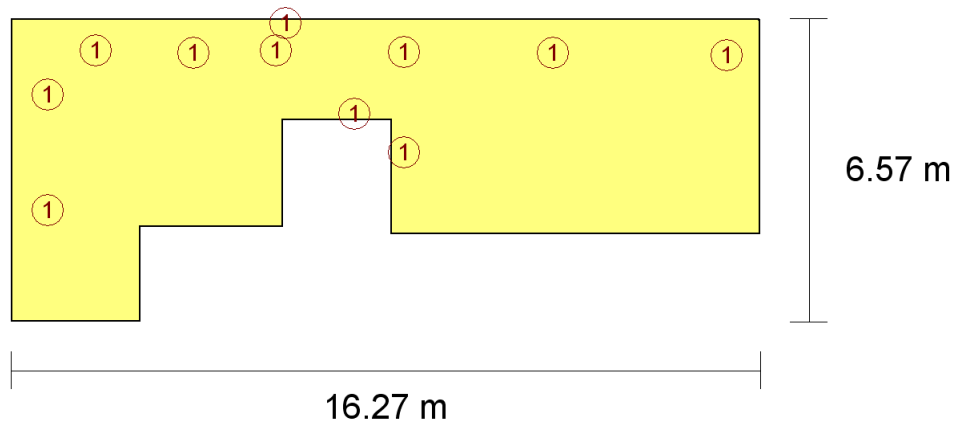


Figura I. 7. Disposición de las luminarias.

Nº	Cantidad	Descripción
1	11	Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes

Tabla I.116. Cantidad de alumbrado de emergencia.

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	2.95 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	2.87 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	4.49
Altura sobre el nivel del suelo:	2.79 m

Tabla I.117. Características del alumbrado.

Valores calculados de iluminancia

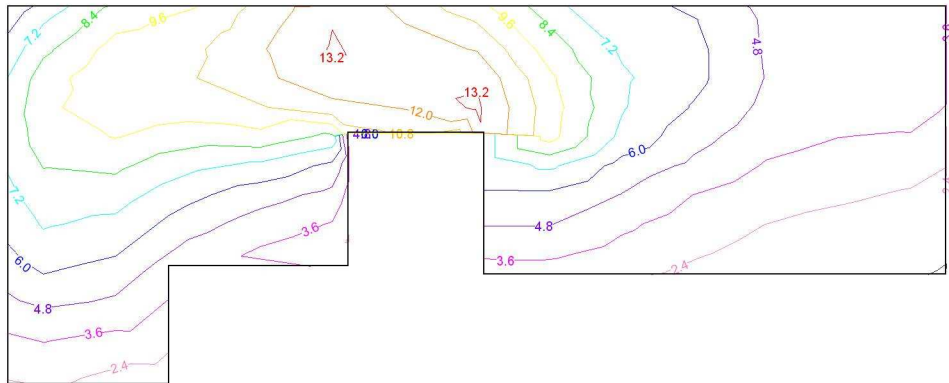
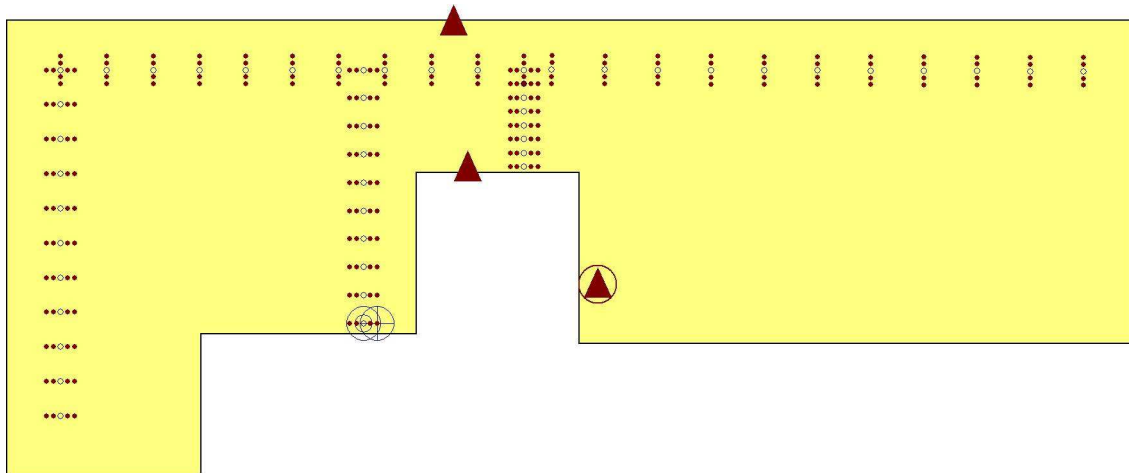


Figura I. 8. Diagrama de los valores de iluminancia.

Posición de los valores pésimos calculados



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (2.95 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (2.87 lux)
 - Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 51)
 - Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 204)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 3)
- ▲ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (9.10 lux)

Figura I. 9. Posición de los valores mínimos calculados.



RECINTO			
Referencia:	Sala de máquinas (Sala de máquinas)	Planta:	Sótano
Superficie:	5.5 m ²	Altura libre:	2.85 m
		Volumen:	15.8 m ³

Tabla I.118. Dimensión del recinto.

Alumbrado normal	
Altura del plano de trabajo:	1.00 m
Altura para la comprobación de deslumbramiento (UGR):	0.85 m
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.20
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.50
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.70
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice del local (K):	0.78
Número mínimo de puntos de cálculo:	4

Tabla I.119. Características del alumbrado.

Disposición de las luminarias

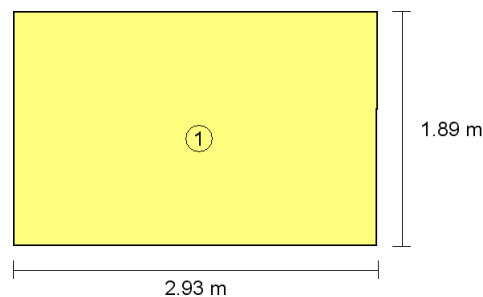


Figura I. 10. Disposición de las luminarias.

Tipo	Cantidad	Descripción	Flujo luminoso total(lm)	Rendimiento (%)	Potencia total(W)
1	1	Luminaria, de 1294x165x125 mm para 2 lámparas fluorescentes T5 de 28 W	5200	90	1 x 61.0
					Total = 61.0 W

Tabla I.120. Cantidad de luminarias en el cuarto de máquinas.

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia mínima:	276.66 lux
Iluminancia media horizontal mantenida:	328.60 lux
Índice de deslumbramiento unificado (UGR):	0.00
Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI):	3.30 W/m ²
Factor de uniformidad:	84.19 %

Tabla I.121. Características de las luminarias.

Valores calculados de iluminancia

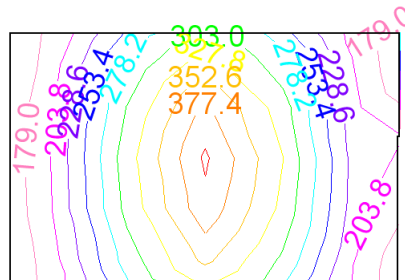
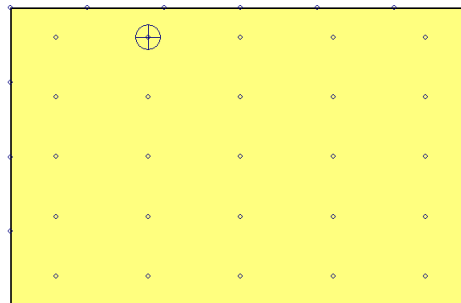


Figura I. 11. Diagrama de los valores calculados de iluminancia.

Posición de los valores pésimos calculados



- ⊕ Iluminancia mínima (276.66 lux)
- Puntos de cálculo (Número de puntos de cálculo: 46)

Figura I. 12. Posición de los valores pésimos calculados.

Alumbrado de emergencia	
Coefficiente de reflectancia en suelos:	0.00
Coefficiente de reflectancia en paredes:	0.00
Coefficiente de reflectancia en techos:	0.00
Factor de mantenimiento:	0.80
Índice de rendimiento cromático:	80.00

Tabla I.122. Características de las luminarias.

Disposición de las luminarias

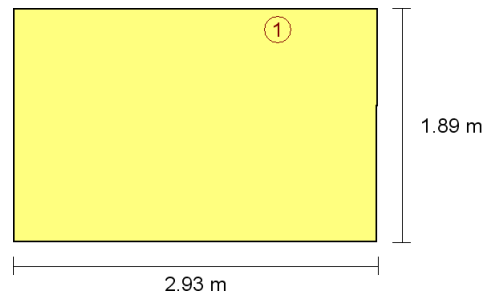


Figura I. 13. Disposición de las luminarias.

Nº	Cantidad	Descripción
1	1	Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes

Tabla I.123. Cantidad dealumbrado de emergencia.

Valores de cálculo obtenidos	
Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación:	6.95 lux
Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación:	6.82 lux
Relación iluminancia máxima/mínima (eje central vías evacuación):	1.00
Altura sobre el nivel del suelo:	2.47 m

Tabla I.124. Características de las luminarias.

Valores calculados de iluminancia

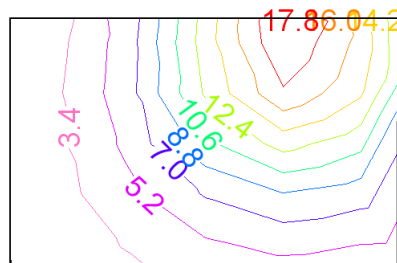
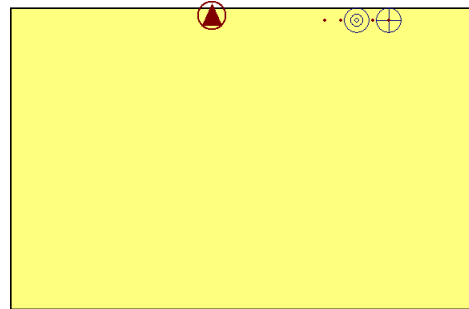


Figura I. 14. Características de la iluminancia.



Posición de los valores pésimos calculados



- ⊙ Iluminancia pésima en el eje central de las vías de evacuación (6.95 lux)
- ⊕ Iluminancia pésima en la banda central de las vías de evacuación (6.82 lux)
 - Punto de comprobación en el eje central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 1)
 - Punto de comprobación en la banda central de las vías de evacuación (Número de puntos de cálculo: 4)
- ▲ Equipos de seguridad, de protección o cuadros de distribución de alumbrado (Número de puntos de cálculo: 1)
- ⚠ Iluminancia pésima en equipos de protección/seguridad (12.60 lux)

Figura I. 15. Posición de los valores pésimos calculados.



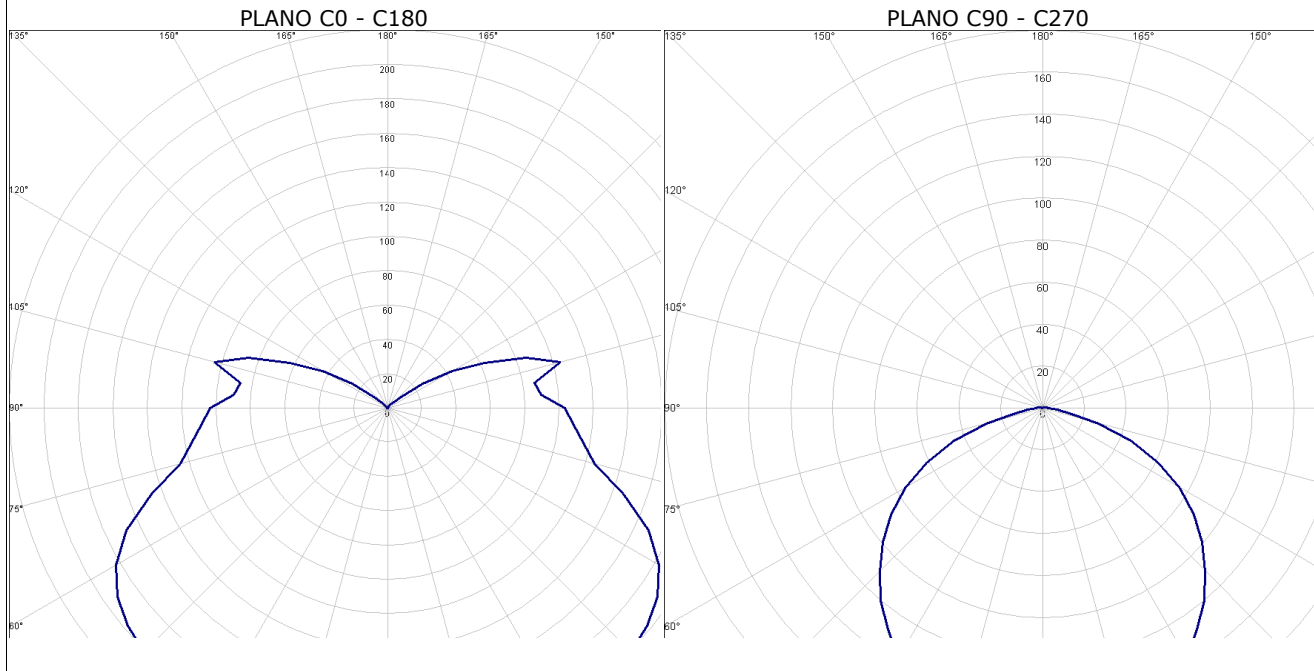
2.- CURVAS FOTOMÉTRICAS.

TIPOS DE LUMINARIA (Alumbrado normal)

Tipo 1

Luminaria, de 1294x165x125 mm para 2 lámparas fluorescentes T5 de 28 W (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 9)

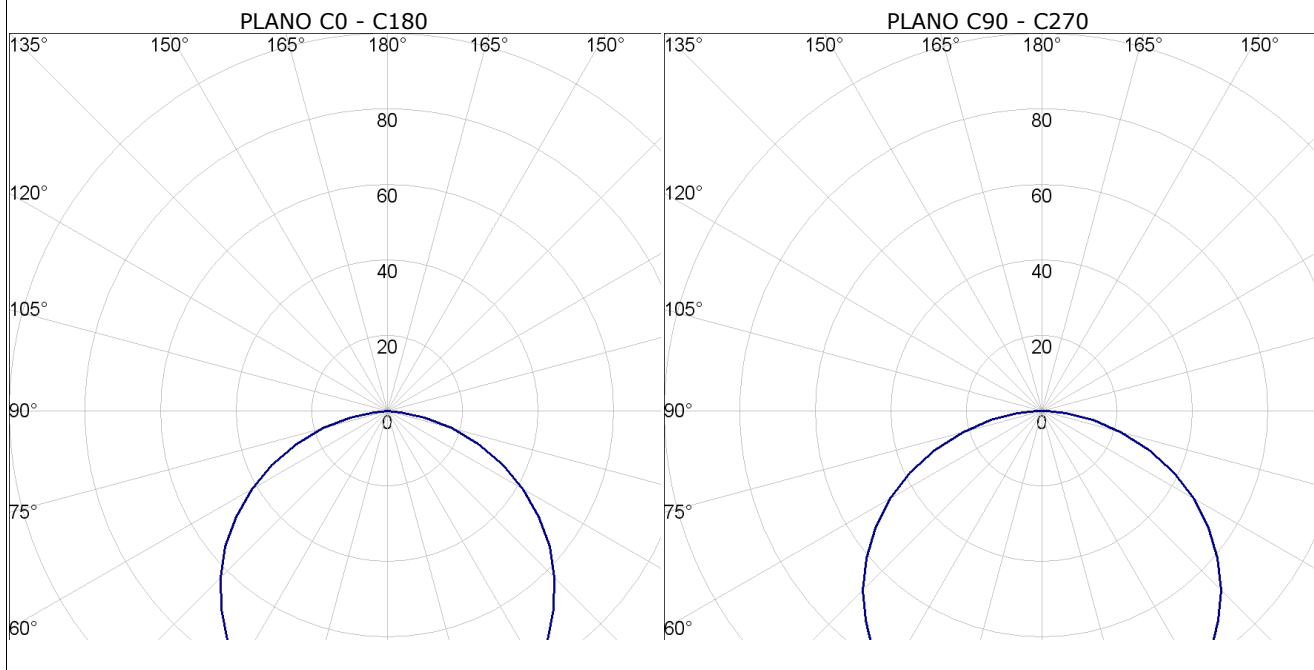
Curvas fotométricas



Tipo 2

Luminaria lineal para empotrar, de 1502x101x87 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 49 W (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 1)

Curvas fotométricas

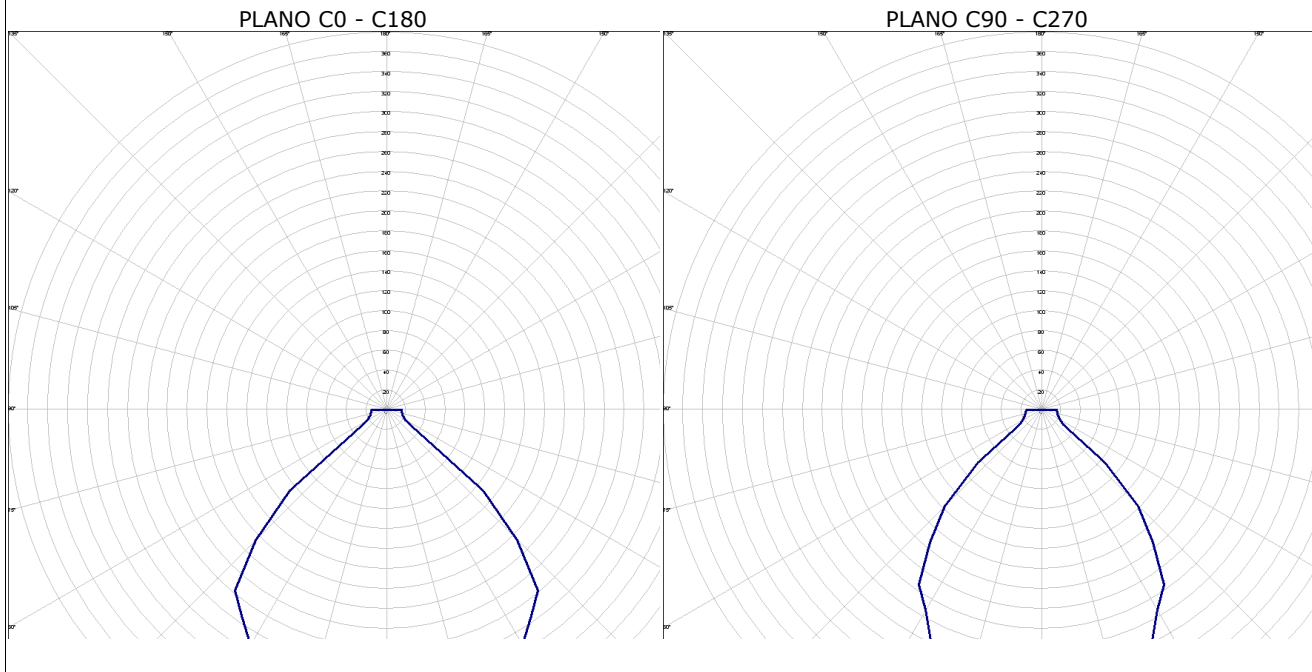




Tipo 3

Luminaria de techo Downlight, de 250 mm de diámetro, para 2 lámparas fluorescentes TC-D de 18 W (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 30)

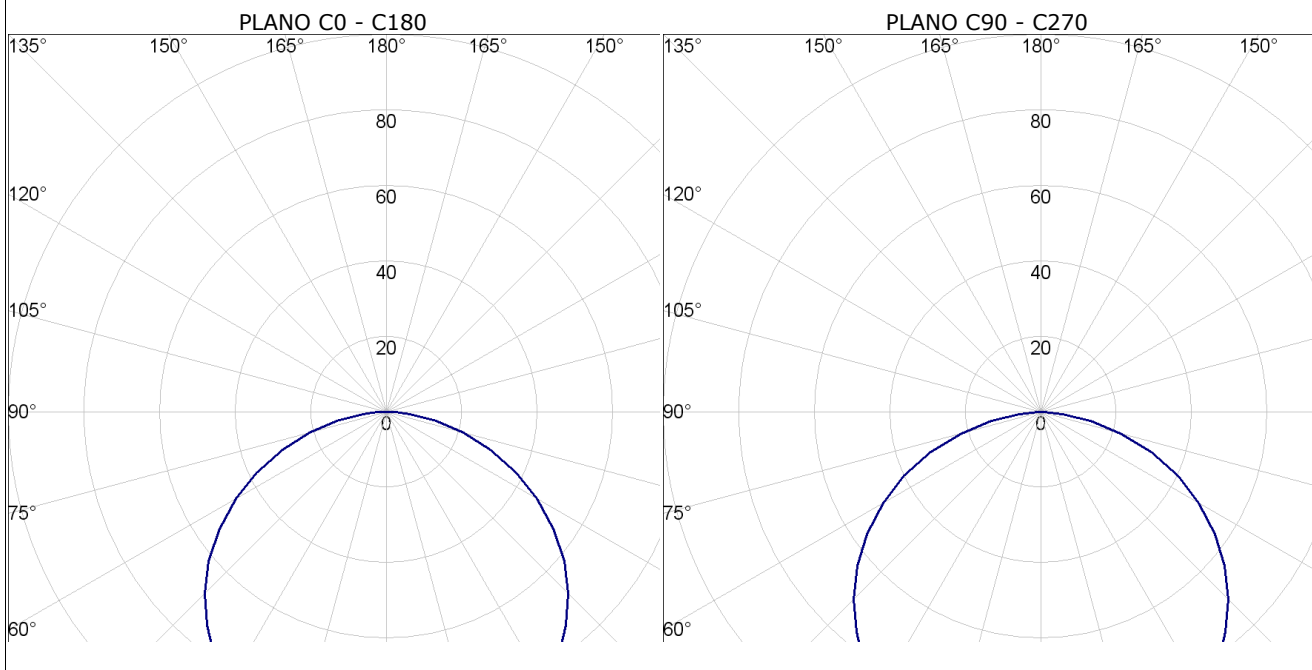
Curvas fotométricas



Tipo 4

Aplicación de pared, de 37x40x1900 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 54 W (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 5)

Curvas fotométricas

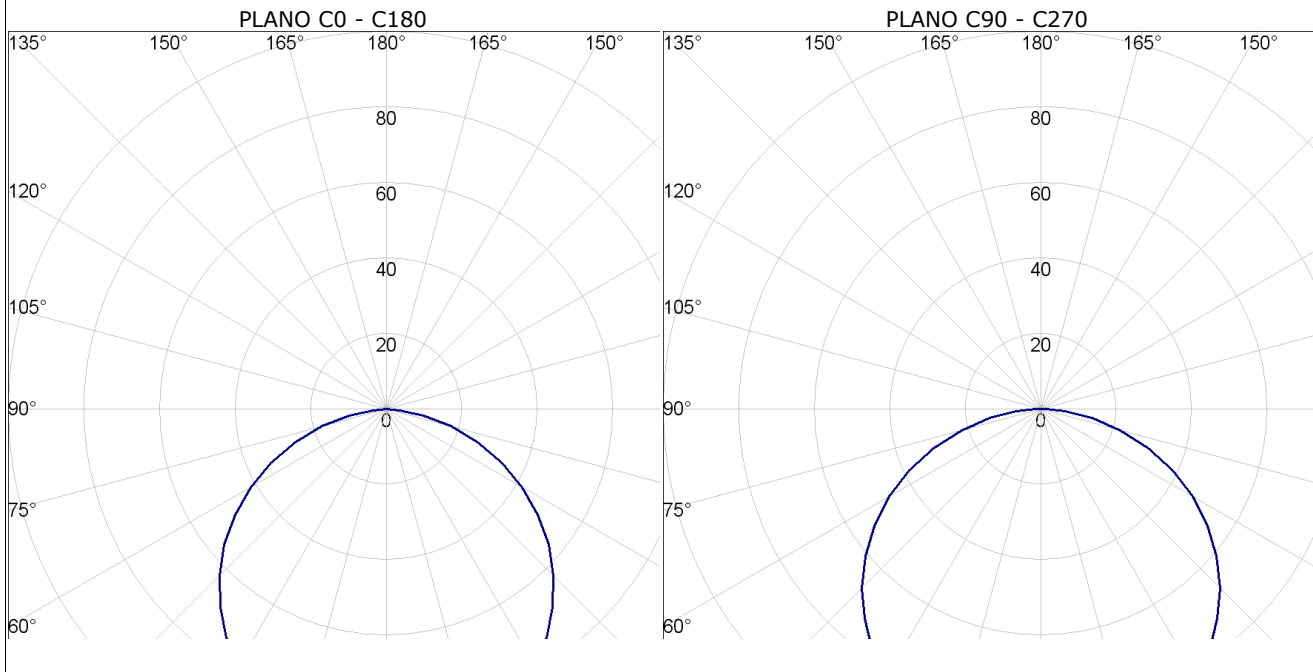




Tipo 5

Luminaria lineal, de 1486x85x85 mm, para 1 lámpara fluorescente T5 de 49 W (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 1)

Curvas fotométricas

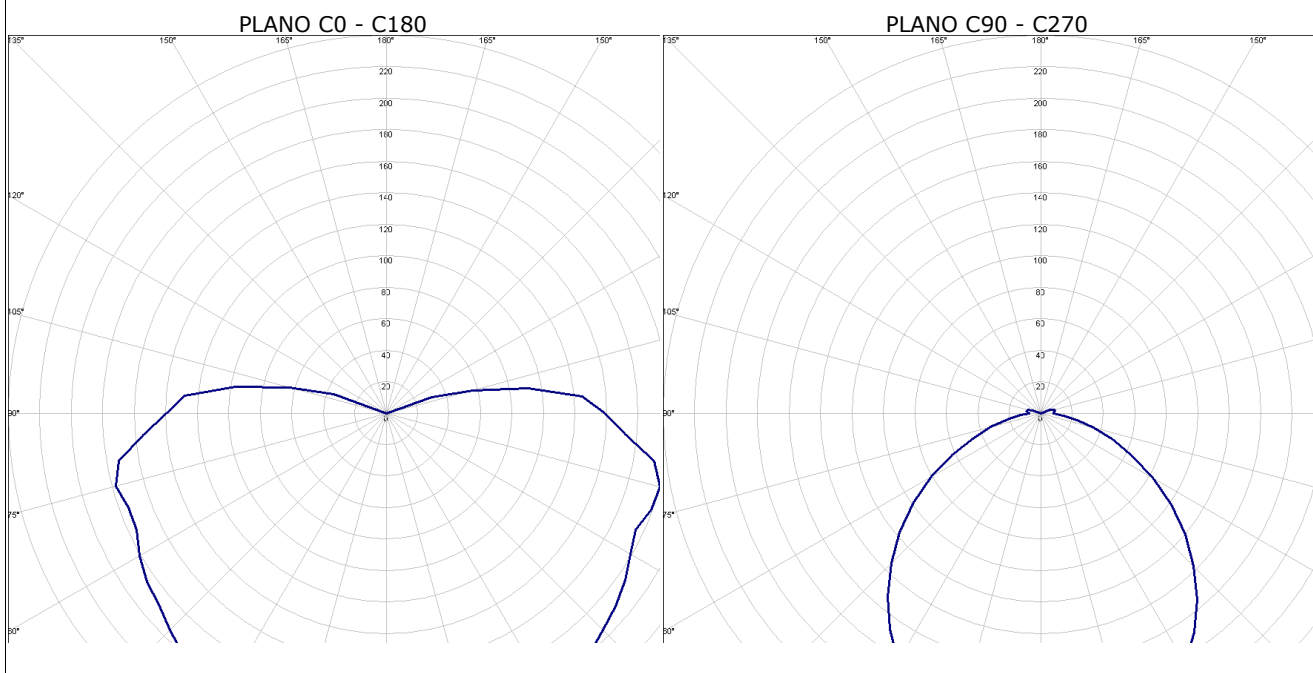


TIPOS DE LUMINARIA (Alumbrado de emergencia)

Tipo 1

Luminaria de emergencia estanca, con tubo lineal fluorescente, 8 W - G5, flujo luminoso 240 lúmenes (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 12)

Curvas fotométricas

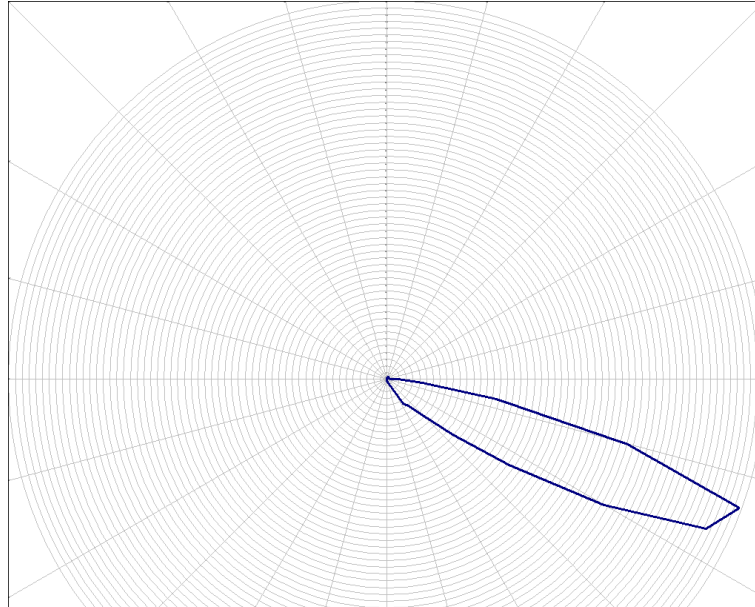


TIPOS DE LUMINARIA (Alumbrado Exterior)**Tipo 1**

Luminaria para empotrar en pared, de 175 mm de diámetro, para 1 lámpara halógena QT 12 de 60 W, modelo 2184 "BEGA" (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 3)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

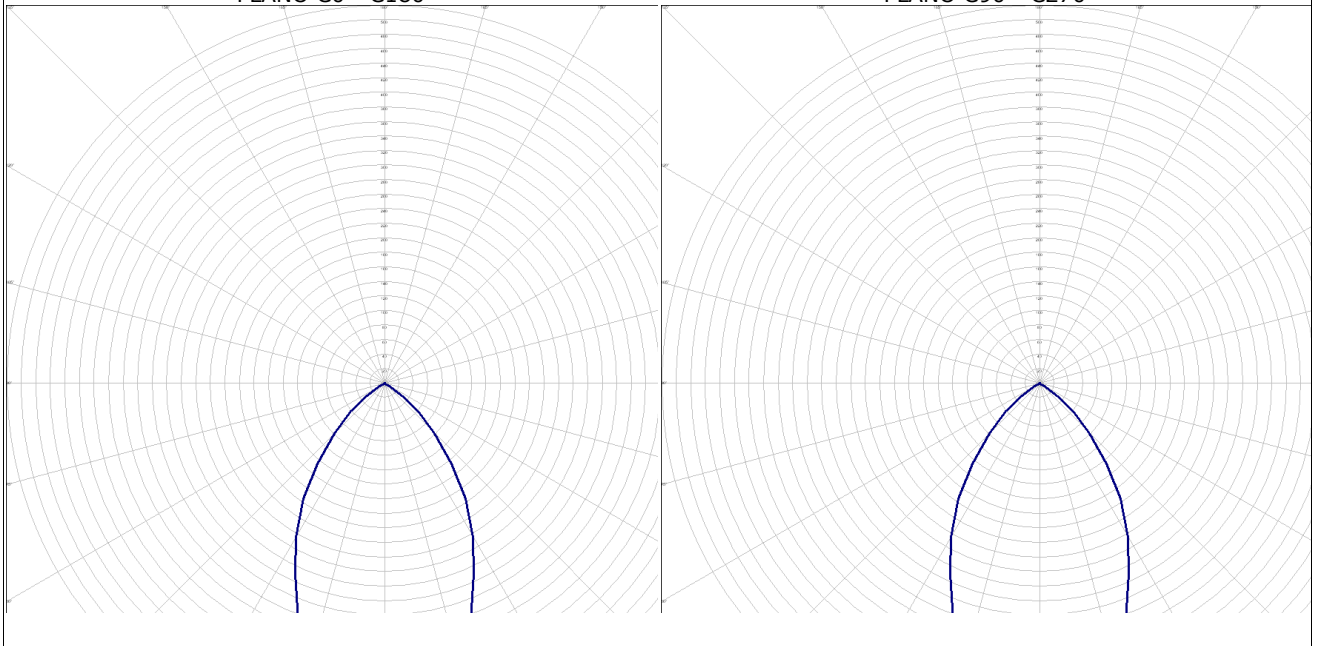
**Tipo 2**

Luminaria para empotrar en techo, de 220 mm de diámetro, para 1 lámpara fluorescente compacta triple TC-TELI de 26 W (Número total de luminarias utilizadas en el proyecto: 1)

Curvas fotométricas

PLANO C0 - C180

PLANO C90 - C270



Figuras I. 16. *Curvas fotométricas.*



1.16.- ELECTRICIDAD.



1.16.- ELECTRICIDAD.

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA.....	231
1.1.- OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	233
1.2.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	233
1.3.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN.....	233
1.4.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	234
1.4.1.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.....	234
1.4.2.- DERIVACIONES INDIVIDUALES.....	235
1.4.3.- INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.....	235
1.4.4.- AGUA CALIENTE SANITARIA Y CLIMATIZACIÓN.....	237
2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA.....	239
2.1.- BASES DE CÁLCULO.....	241
2.1.1.- SECCIÓN DE LAS LÍNEAS.....	241
2.1.1.1.- SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE O CALENTAMIENTO.....	241
2.1.1.2.- SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN.....	242
2.1.1.3.- SECCIÓN POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO	244
2.1.2.- CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.....	245
2.1.2.1.- FUSIBLES.....	245
2.1.2.2.- INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.....	247
2.1.2.3.- GUARDAMOTORES.....	248
2.1.2.4.- LIMITADORES DE SOBRETENSIÓN.....	248
2.1.2.5.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES PERMANENTES.....	248
2.1.3.- CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.....	249
2.1.3.1.- DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	249
2.1.3.2.- INTERRUPTORES DIFERENCIALES.....	249
2.2.- RESULTADOS DE CÁLCULO.....	250
2.2.1.- DISTRIBUCIÓN DE FASES.....	250
2.2.2.- CÁLCULOS.....	251
2.2.3.- SÍMBOLOS UTILIZADOS.....	256



1.- MEMORIA DESCRIPTIVA



1.1.- OBJETIVOS DEL PROYECTO.

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

1.2.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

El edificio 'Vivienda unifamiliar' se compone de:

- ▣ Viviendas
- La obra cuenta con una vivienda situada en la planta 'Planta baja'.
- ▣ Servicios generales
 - ▣ Garajes
 - ▣ Zonas exteriores

1.3.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN.

La potencia total prevista a considerar en el cálculo de los conductores de las instalaciones de enlace será:

Para viviendas:

La potencia total prevista en las viviendas se obtiene, de acuerdo a la ITC-BT-10, como producto de la potencia media aritmética por el coeficiente de simultaneidad obtenido de la tabla 1 de la citada ITC. La potencia media aritmética de las viviendas se obtiene como sigue:

$$P_m = \frac{\sum n_i \cdot P_{uni_i}}{N}$$

Dadas las características de la obra y los niveles de electrificación elegidos por el Promotor, puede establecerse la potencia total instalada y demandada por la instalación:

Potencia total prevista por instalación: CPM-1		
Concepto	P Unitaria(kW)	Número
Viviendas de electrificación elevada	17.250	1

Tabla I.125. Denominación de la electrificación.



Para el cálculo de la potencia de los cuadros y subcuadros de distribución se tiene en cuenta la acumulación de potencia de los diferentes circuitos alimentados aguas abajo, aplicando una simultaneidad a cada circuito en función de la naturaleza de las cargas y multiplicando finalmente por un factor de acumulación que varía en función del número de circuitos.

Para los circuitos que alimentan varias tomas de uso general, dado que en condiciones normales no se utilizan todas las tomas del circuito, la simultaneidad aplicada para el cálculo de la potencia acumulada aguas arriba se realiza aplicando la fórmula:

$$P_{acum} = \left(0.1 + \frac{0.9}{N}\right) \cdot N \cdot P_{toma}$$

Finalmente, y teniendo en consideración que los circuitos de alumbrado y motores se acumulan directamente (coeficiente de simultaneidad 1), el factor de acumulación para el resto de circuitos varía en función de su número, aplicando la tabla:

Número de circuitos	Factor de simultaneidad
2 - 3	0.9
4 - 5	0.8
6 - 9	0.7
>= 10	0.6

Tabla I.126. *Coficiente de simultaneidad.*

1.4.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

1.4.1.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN.

Las cajas generales de protección (CGP) alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación y marcan el principio de la propiedad de las instalaciones de los usuarios.

Se instalará una caja general de protección para cada esquema, con su correspondiente línea general de alimentación.

La caja general de protección se situará en zonas de acceso público.

Cuando las puertas de las CGP sean metálicas, deberán ponerse a tierra mediante un conductor de cobre.

Cuando el suministro sea para un único usuario o para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar, conforme a la instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, se simplifica la instalación colocando una caja de protección y medida (CPM).



1.4.2.- DERIVACIONES INDIVIDUALES.

Las derivaciones individuales enlazan cada contador con su correspondiente cuadro general de mando y protección.

Para suministros monofásicos estarán formadas por un conductor de fase, un conductor de neutro y uno de protección, y para suministros trifásicos por tres conductores de fase, uno de neutro y uno de protección.

Los conductores de protección estarán integrados en sus derivaciones individuales y conectados a los embarrados de los módulos de protección de cada una de las centralizaciones de contadores de los edificios. Desde éstos, a través de los puntos de puesta a tierra, quedarán conectados a la red registrable de tierra del edificio.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos para cada derivación:

Derivaciones individuales				
Planta	Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
1	(Cuadro de vivienda)	18.33	ES07Z1-K (AS) 5G6	Tubo superficial D=40 mm

Tabla I.127. Características de la derivación.

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se hará de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Los tubos y canales protectoras que se destinen a contener las derivaciones individuales deberán ser de una sección nominal tal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, siendo el diámetro exterior mínimo de 32 mm.

Se ha previsto la colocación de tubos de reserva desde la concentración de contadores hasta las viviendas o locales, para las posibles ampliaciones.

1.4.3.- INSTALACIONES INTERIORES RECEPTORAS. O

Viviendas

En la entrada de cada vivienda se instalará el cuadro general de mando y protección, que contará con los siguientes dispositivos de protección:

Interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.

Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.



Interruptor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Guardamotor, destinado a la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y riesgo de la falta de tensión en una de las fases en los motores trifásicos.

La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Circuitos interiores de la instalación			
Referencia	Longitud (m)	Línea	Tipo de instalación
(Cuadro de vivienda)	-		
Sub-grupo 1	-		
C13 (Climatización)	9.71	H07V-K 5G4	Tubo superficial D=20 mm
Sub-grupo 2	-		
C1 (iluminación)	424.10	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C7(2) (tomas)	21.96	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C10 (secadora)	9.89	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C8(2) (calefacción)	6.94	H07V-K 3G6	Tubo empotrado D=25 mm
C16 (ventilación interior)	24.82	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm
Sub-grupo 3	-		
C2 (tomas)	130.04	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C4.2 (lavavajillas)	8.66	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C8 (calefacción)	64.42	H07V-K 3G6	Tubo empotrado D=25 mm
C7 (tomas)	158.06	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
Sub-grupo 4	-		
C6 (iluminación)	15.77	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm
C3 (cocina/horno)	7.32	H07V-K 3G6	Tubo empotrado D=25 mm
C4.1 (lavadora)	11.23	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C4.3 (termo eléctrico)	7.34	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C5 (baño y auxiliar de cocina)	31.59	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
C14 (alumbrado de emergencia)	5.99	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm
Sub-grupo 5	-		
C15 (Climatización)	14.53	H07V-K 3G1.5	Tubo superficial D=16 mm
Subcuadro (Cuadro de vivienda).1	5.83	H07V-K 5G2.5	Tubo superficial D=20 mm



Sub-grupo 1	-		
C14 (ventilación de garaje)	8.14	RZ1-K (AS) 5G2.5	Bandeja perforada(PVC) 50x75 mm
Sub-grupo 2	-		
C13 (alumbrado de emergencia)	82.53	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm
C16 (Central de detección automática de incendios)	2.08	ES07Z1-K (AS) 3G2.5	Tubo superficial D=16 mm
Sub-grupo 3	-		
C15 (ventilación de garaje)	7.72	RZ1-K (AS) 3G2.5	Bandeja perforada(PVC) 50x75 mm
Sub-grupo 4	-		
C2 (tomas)	11.67	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm
Sub-grupo 5	-		
C1 (iluminación)	37.89	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm
Sub-grupo 6	-		
C17 (Arqueta de bombeo)	14.07	RV-K 3G6	Tubo enterrado D=50 mm

Tabla I.128. La composición del cuadro y los circuitos interiores.

1.4.4.- AGUA CALIENTE SANITARIA Y CLIMATIZACIÓN.

La instalación incluye equipos para producción de A.C.S. y climatización, siendo su descripción, ubicación y potencia eléctrica la descrita en la siguiente tabla:

Equipos para producción de A.C.S. y climatización		
Descripción	Planta	P _{calc} [W]
(Cuadro de vivienda)		
Unidad aire-agua bomba de calor reversible, para instalación en interior	0	8500.0(trif.)
Caldera a gas para calefacción y ACS	0	135.0(monof.)
Fancoil de techo, sistema de dos tubos, con distribución por conductos.	1	119.3(monof.)
Fancoil de techo, sistema de dos tubos, con distribución por conductos.	2	119.3(monof.)

Tabla I.129. Equipos para la producción de A.C.S. y climatización.



2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA



2.- MEMORIA JUSTIFICATIVA.

2.1.- BASES DE CÁLCULO.

2.1.1.- SECCIÓN DE LAS LÍNEAS.

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

a) Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no debe superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 70°C para cables con aislamientos termoplásticos y de 90°C para cables con aislamientos termoestables.

b) Criterio de la caída de tensión.

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

c) Criterio para la intensidad de cortocircuito.

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y es de 160°C para cables con aislamiento termoplásticos y de 250°C para cables con aislamientos termoestables.

2.1.1.1.- SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE O CALENTAMIENTO.

En el cálculo de las instalaciones se ha comprobado que las intensidades de cálculo de las líneas son inferiores a las intensidades máximas admisibles de los conductores según la norma UNE 20460-5-523, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.

$$I_c < I_z$$

Intensidad de cálculo en servicio monofásico:

$$I_c = \frac{P_c}{U_f \cdot \cos \theta}$$



Intensidad de cálculo en servicio trifásico:

$$I_c = \frac{P_c}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \theta}$$

siendo:

I_c : Intensidad de cálculo del circuito, en A

I_z : Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

P_c : Potencia de cálculo, en W

U_f : Tensión simple, en V

U_l : Tensión compuesta, en V

$\cos \theta$: Factor de potencia

2.1.1.2.- SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN.

De acuerdo a las instrucciones ITC-BT-14, ITC-BT-15 y ITC-BT-19 del REBT se verifican las siguientes condiciones:

En las instalaciones de enlace, la caída de tensión no debe superar los siguientes valores:

a) En el caso de contadores concentrados en un único lugar:

- Línea general de alimentación: 0,5%

- Derivaciones individuales: 1,0%

b) En el caso de contadores concentrados en más de un lugar:

- Línea general de alimentación: 1,0%

- Derivaciones individuales: 0,5%

Para cualquier circuito interior de viviendas, la caída de tensión no debe superar el 3% de la tensión nominal.

Para el resto de circuitos interiores, la caída de tensión límite es de:

- Circuitos de alumbrado: 3,0%

- Resto de circuitos: 5,0%

Para receptores monofásicos la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot L \cdot I_c \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$



Para receptores trifásicos la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_c \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

siendo:

L: Longitud del cable, en m

X: Reactancia del cable, en Ω/km . Se considera despreciable hasta un valor de sección del cable de 120 mm^2 . A partir de esta sección se considera un valor para la reactancia de 0,08 Ω/km .

R: Resistencia del cable, en Ω/m . Viene dada por:

$$R = \rho \cdot \frac{1}{S}$$

siendo:

ρ : Resistividad del material en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

S: Sección en mm^2

Se comprueba la caída de tensión a la temperatura prevista de servicio del conductor, siendo ésta de:

$$T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot \left(\frac{I_c}{I_z} \right)^2$$

siendo:

T: Temperatura real estimada en el conductor, en $^{\circ}\text{C}$

T_0 : Temperatura ambiente para el conductor (40 $^{\circ}\text{C}$ para cables al aire y 25 $^{\circ}\text{C}$ para cables enterrados)

T_{max} : Temperatura máxima admisible del conductor según su tipo de aislamiento (90 $^{\circ}\text{C}$ para conductores con aislamientos termoestables y 70 $^{\circ}\text{C}$ para conductores con aislamientos termoplásticos, según la tabla 2 de la instrucción ITC-BT-07).

Con ello la resistividad a la temperatura prevista de servicio del conductor es de:

$$\rho_T = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha \cdot (T - 20)]$$

para el cobre

$$\alpha = 0.00393^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{56} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

para el aluminio

$$\alpha = 0.00403^{\circ}\text{C}^{-1} \quad \rho_{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{35} \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$



2.1.1.3.- SECCIÓN POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.

Se calculan las intensidades de cortocircuito máximas y mínimas, tanto en cabecera 'I_{ccc}' como en pie 'I_{ccp}', de cada una de las líneas que componen la instalación eléctrica, teniendo en cuenta que la máxima intensidad de cortocircuito se establece para un cortocircuito entre fases, y la mínima intensidad de cortocircuito para un cortocircuito fase-neutro.

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

siendo:

U_l: Tensión compuesta, en V

U_f: Tensión simple, en V

Z_t: Impedancia total en el punto de cortocircuito, en mΩ

I_{cc}: Intensidad de cortocircuito, en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtiene a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red aguas arriba del punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

siendo:

R_t: Resistencia total en el punto de cortocircuito.

X_t: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

La impedancia total en cabecera se ha calculado teniendo en cuenta la ubicación del transformador y de la acometida.



En el caso de partir de un transformador se calcula la resistencia y reactancia del transformador aplicando la formulación siguiente:

$$R_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{R_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

$$X_{cc,T} = \frac{\varepsilon_{X_{cc,T}} \cdot U_l^2}{S_n}$$

siendo:

$R_{cc,T}$: Resistencia de cortocircuito del transformador, en $m\Omega$

$X_{cc,T}$: Reactancia de cortocircuito del transformador, en $m\Omega$

$\varepsilon_{R_{cc,T}}$: Tensión resistiva de cortocircuito del transformador

$\varepsilon_{X_{cc,T}}$: Tensión reactiva de cortocircuito del transformador

S_n : Potencia aparente del transformador, en kVA

En el caso de introducir la intensidad de cortocircuito en cabecera, se estima la resistencia y reactancia de la acometida aguas arriba que genere la intensidad de cortocircuito indicada.

2.1.2.- CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.

2.1.2.1.- FUSIBLES.

Los fusibles protegen a los conductores frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

siendo:

I_c : Intensidad que circula por el circuito, en A

I_n : Intensidad nominal del dispositivo de protección, en A

I_z : Intensidad máxima admisible del conductor, en las condiciones de instalación, en A

I_2 : Intensidad de funcionamiento de la protección, en A. En el caso de los fusibles de tipo gG se toma igual a 1,6 veces la intensidad nominal del fusible.



Frente a cortocircuito se verifica que los fusibles cumplen que:

a) El poder de corte del fusible "Icu" es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse.

Cualquier intensidad de cortocircuito que puede presentarse se debe interrumpir en un tiempo inferior al que provocaría que el conductor alcanzase su temperatura límite (160°C para cables con aislamientos termoplásticos y 250°C para cables con aislamientos termoestables), comprobándose que:

$$I_{cc,5s} > I_f$$

$$I_{cc} > I_f$$

siendo:

I_{cc} : Intensidad de cortocircuito en la línea que protege el fusible, en A

I_f : Intensidad de fusión del fusible en 5 segundos, en A

$I_{cc,5s}$: Intensidad de cortocircuito en el cable durante el tiempo máximo de 5 segundos, en A. Se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{k \cdot S}{\sqrt{t}}$$

siendo:

S: Sección del conductor, en mm²

t: tiempo de duración del cortocircuito, en s

k: constante que depende del material y aislamiento del conductor

	PVC	XLPE
Cu	115	143
Al	76	94

La longitud máxima de cable protegida por un fusible frente a cortocircuito se calcula como sigue:

$$L_{\max} = \frac{U_f}{I_f \cdot \sqrt{(R_f + R_n)^2 + (X_f + X_n)^2}}$$

siendo:

R_f : Resistencia del conductor de fase, en Ω/km

R_n : Resistencia del conductor de neutro, en Ω/km

X_f : Reactancia del conductor de fase, en Ω/km

X_n : Reactancia del conductor de neutro, en Ω/km



2.1.2.2.- INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.

Al igual que los fusibles, los interruptores automáticos protegen frente a sobrecargas y cortocircuito.

Se comprueba que la protección frente a sobrecargas cumple que:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

siendo:

I_c : Intensidad que circula por el circuito, en A

I_2 : Intensidad de funcionamiento de la protección. En este caso, se toma igual a 1,45 veces la intensidad nominal del interruptor automático.

Frente a cortocircuito se verifica que los interruptores automáticos cumplen que:

- a) El poder de corte del interruptor automático ' I_{cu} ' es mayor que la máxima intensidad de cortocircuito que puede presentarse en cabecera del circuito.

La intensidad de cortocircuito mínima en pie del circuito es superior a la intensidad de regulación del disparo electromagnético ' I_{mag} ' del interruptor automático según su tipo de curva.

	I_{mag}
Curva B	$5 \times I_n$
Curva C	$10 \times I_n$
Curva D	$20 \times I_n$

El tiempo de actuación del interruptor automático es inferior al que provocaría daños en el conductor por alcanzarse en el mismo la temperatura máxima admisible según su tipo de aislamiento. Para ello, se comparan los valores de energía específica pasante ($I^2 \cdot t$) durante la duración del cortocircuito, expresados en $A^2 \cdot s$, que permite pasar el interruptor, y la que admite el conductor.

Para esta última comprobación se calcula el tiempo máximo en el que debería actuar la protección en caso de producirse el cortocircuito, tanto para la intensidad de cortocircuito máxima en cabecera de línea como para la intensidad de cortocircuito mínima en pie de línea, según la expresión ya reflejada anteriormente:

$$t = \frac{k^2 \cdot S^2}{I_{cc}^2}$$



Los interruptores automáticos cortan en un tiempo inferior a 0,1 s, según la norma UNE 60898, por lo que si el tiempo anteriormente calculado estuviera por encima de dicho valor, el disparo del interruptor automático quedaría garantizado para cualquier intensidad de cortocircuito que se produjese a lo largo del cable. En caso contrario, se comprueba la curva i^2t del interruptor, de manera que el valor de la energía específica pasante del interruptor sea inferior a la energía específica pasante admisible por el cable.

$$I^2 \cdot t_{\text{interruptor}} \leq I^2 \cdot t_{\text{cable}}$$

$$I^2 \cdot t_{\text{cable}} = k^2 \cdot S^2$$

2.1.2.3.- GUARDAMOTORES.

Una alternativa al empleo de interruptores automáticos para la protección de motores monofásicos o trifásicos frente a sobrecargas y cortocircuitos es la utilización de guardamotores. Se diferencian de los magnetotérmicos en que se trata de una protección regulable capaz de soportar la intensidad de arranque de los motores, además de actuar en caso de falta de tensión en una de sus fases.

2.1.2.4.- LIMITADORES DE SOBRETENSIÓN.

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

2.1.2.5.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES PERMANENTES.

La protección contra sobretensiones permanentes requiere un sistema de protección distinto del empleado en las sobretensiones transitorias. En vez de derivar a tierra para evitar el exceso de tensión, se necesita desconectar la instalación de la red eléctrica para evitar que la sobretensión llegue a los equipos.

El uso de la protección contra este tipo de sobretensiones es indispensable en áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica.



En áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica la instalación se protegerá contra sobretensiones permanentes, según se indica en el artículo 16.3 del REBT.

La protección consiste en una bobina asociada al interruptor automático que controla la tensión de la instalación y que, en caso de sobretensión permanente, provoca el disparo del interruptor asociado.

2.1.3.- CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.

2.1.3.1.- DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.

Red de toma de tierra para estructura de hormigón compuesta por 62 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea principal de toma de tierra del edificio, enterrado a una profundidad mínima de 80 cm y 8 m de cable conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm² de sección para la línea de enlace de toma de tierra de los pilares a conectar.

2.1.3.2.- INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

Los interruptores diferenciales protegen frente a contactos directos e indirectos y deben cumplir los dos requisitos siguientes:

Debe actuar correctamente para el valor de la intensidad de defecto calculada, de manera que la sensibilidad 'S' asignada al diferencial cumpla:

$$S \leq \frac{U_{seg}}{R_T}$$

siendo:

U_{seg} : Tensión de seguridad, en V. De acuerdo a la instrucción ITC-BT-18 del reglamento REBT la tensión de seguridad es de 24 V para los locales húmedos y viviendas y 50 V para el resto.

R_T : Resistencia de puesta a tierra, en ohm. Este valor debe ser inferior a 15 ohm para edificios con pararrayos y a 37 ohm en edificios sin pararrayos, de acuerdo con GUIA-BT-26.

b) Debe desconectar en un tiempo compatible con el exigido por las curvas de seguridad.

Por otro lado, la sensibilidad del interruptor diferencial debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.



2.2.- RESULTADOS DE CÁLCULO.

2.2.1.- DISTRIBUCIÓN DE FASES.

La distribución de las fases se ha realizado de forma que la carga está lo más equilibrada posible.

CPM-1					
Planta	Esquema	P _{calc} [W]	Potencia Eléctrica [W]		
			R	S	T
1	CPM-1	-	5750.0	5750.0	5750.0
1	(Cuadro de vivienda)	17250.0	5750.0	5750.0	5750.0

(Cuadro de vivienda)						
Nº de circuito	Tipo de circuito	Recinto	Potencia Eléctrica [W]			
			R	S	T	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	3481.2	-	-	
C6 (iluminación)	C6 (iluminación)	-	-	-	182.2	
C13 (Climatización)	C13 (Climatización)	-	3541.7	3541.7	3541.7	
C4.3 (termo eléctrico)	C4.3 (termo eléctrico)	-	-	-	3450.0	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	2900.0	-	
C14 (alumbrado de emergencia)	C14 (alumbrado de emergencia)	-	-	-	14.4	
C4.2 (lavavajillas)	C4.2 (lavavajillas)	-	-	3450.0	-	
C5 (baño y auxiliar de cocina)	C5 (baño y auxiliar de cocina)	-	-	-	1500.0	
C3 (cocina/horno)	C3 (cocina/horno)	-	-	-	5400.0	
C8 (calefacción)	C8 (calefacción)	-	-	5750.0	-	
C7 (tomas)	C7 (tomas)	-	-	2900.0	-	
C15 (Climatización)	C15 (Climatización)	-	-	-	268.3	
C4.1 (lavadora)	C4.1 (lavadora)	-	-	-	3450.0	
C10 (secadora)	C10 (secadora)	-	3450.0	-	-	
C8(2) (calefacción)	C8(2) (calefacción)	-	5750.0	-	-	
C7(2) (tomas)	C7(2) (tomas)	-	1100.0	-	-	
C16 (ventilación interior)	C16 (ventilación interior)	-	495.0	-	-	
Subcuadro (Cuadro de vivienda).1	Subcuadro (Cuadro de vivienda).1	-	3151.4	3151.4	3151.4	
C1 (iluminación)	C1 (iluminación)	-	-	-	448.0	
C13 (alumbrado de emergencia)	C13 (alumbrado de emergencia)	-	158.4	-	-	
C2 (tomas)	C2 (tomas)	-	-	1200.0	-	
C14 (ventilación de garaje)	C14 (ventilación de garaje)	-	229.2	229.2	229.2	
C15 (ventilación de garaje)	C15 (ventilación de garaje)	-	343.8	-	-	
C16 (Central de detección)	C16 (Central de detección)	-	2300.0	-	-	
C17 (Arqueta de bombeo)	C17 (Arqueta de bombeo)	-	-	-	1237.5	

Tabla I.130. Distribución de fases.



2.2.2.- CÁLCULOS.

Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes tablas:

Derivaciones individuales

Datos de cálculo								
Planta	Esquema	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t. (%)	c.d.tac (%)
1	(Cuadro de vivienda)	17.25	18.33	ES07Z1-K (AS) 5G6	24.90	32.00	0.68	0.68

Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	I _z (A)	F _{cagrup}	R _{inc} (%)	I' _z (A)
(Cuadro de vivienda)	ES07Z1-K (AS) 5G6	Tubo superficial D=40 mm	32.00	1.00	-	32.00

Sobrecarga y cortocircuito											
Esquema	Línea	I _c (A)	Protecciones Fusible(A)	I ₂ (A)	I _z (A)	I _{cu} (kA)	I _{ccc} (kA)	I _{ccp} (kA)	t _{iccp} (s)	t _{ficcp} (s)	L _{max} (m)
(Cuadro de vivienda)	ES07Z1-K (AS) 5G6	24.90	25	40.00	32.00	100	12.000	1.361	0.26	0.05	230.67

Tabla I.131. Características de las derivaciones individuales.

Instalación interior

Viviendas

En la entrada de cada vivienda se instalará el cuadro general de mando y protección, que contará con los siguientes dispositivos de protección:

Interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.

Interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o varios interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos de cada uno de los circuitos o grupos de circuitos en función del tipo o carácter de la instalación.

Interruptor automático de corte omnipolar, destinado a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

Para cumplir con ITC-BT-47 en el caso particular de motores trifásicos, la protección contra sobrecargas y cortocircuitos se lleva a cabo mediante guardamotors, protección que cubre además el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.



La composición del cuadro y los circuitos interiores será la siguiente:

Datos de cálculo de (Cuadro de vivienda)							
Esquema (Cuadro de vivienda)	P _{calc} (kW)	Longitud (m)	Línea	I _c (A)	I' _z (A)	c.d.t(%)	c.d.tac (%)
Sub-grupo 1							
C13 (Climatización)	10.63	9.71	H07V-K 5G4	18.13	24.00	0.33	1.01
Sub-grupo 2							
C1 (iluminación)	3.48	424.10	H07V-K 3G2.5	15.14	17.50	1.66	2.33
C7(2) (tomas)	3.45	21.96	H07V-K 3G2.5	15.00	17.50	1.60	2.28
C10 (secadora)	3.45	9.89	H07V-K 3G2.5	15.79	17.50	1.08	1.76
C8(2) (calefacción)	5.75	6.94	H07V-K 3G6	25.00	30.00	0.52	1.20
C16 (ventilación interior)	0.50	24.82	H07V-K 3G1.5	2.59	13.00	0.18	0.86
Sub-grupo 3							
C2 (tomas)	3.45	130.04	H07V-K 3G2.5	15.00	17.50	1.17	1.85
C4.2 (lavavajillas)	3.45	8.66	H07V-K 3G2.5	15.79	17.50	0.95	1.62
C8 (calefacción)	5.75	64.42	H07V-K 3G6	25.00	30.00	0.88	1.56
C7 (tomas)	3.45	158.06	H07V-K 3G2.5	15.00	17.50	1.23	1.91
Sub-grupo 4							
C6 (iluminación)	0.18	15.77	H07V-K 3G1.5	0.79	13.00	0.08	0.76
C3 (cocina/horno)	5.40	7.32	H07V-K 3G6	24.71	30.00	0.52	1.19
C4.1 (lavadora)	3.45	11.23	H07V-K 3G2.5	15.79	17.50	1.23	1.91
C4.3 (termo eléctrico)	3.45	7.34	H07V-K 3G2.5	15.79	17.50	0.80	1.48
C5 (baño y auxiliar de cocina)	3.45	31.59	H07V-K 3G2.5	15.00	17.50	0.69	1.37
C14 (alumbrado de emergencia)	0.01	5.99	H07V-K 3G1.5	0.06	13.00	-	0.68
Sub-grupo 5							
C15 (Climatización)	0.27	14.53	H07V-K 3G1.5	1.37	15.00	0.06	0.73
Subcuadro (Cuadro de vivienda).1	9.45	5.83	H07V-K 5G2.5	14.94	18.50	0.28	0.96
Sub-grupo 1							
C14 (ventilación de garaje)	0.69	8.14	RZ1-K (AS) 5G2.5	1.87	29.00	0.03	0.99
Sub-grupo 2							
C13 (alumbrado de emergencia)	0.16	82.53	H07V-K 3G1.5	0.69	13.00	0.08	1.04
C16 (Central de detección automática de incendios)	2.30	2.08	ES07Z1-K (AS) 3G2.5	10.00	21.00	0.14	1.10
Sub-grupo 3							
C15 (ventilación de garaje)	0.34	7.72	RZ1-K (AS) 3G2.5	1.49	34.00	0.08	1.04
Sub-grupo 4							
C2 (tomas)	3.45	11.67	H07V-K 3G2.5	15.00	17.50	0.51	1.47
Sub-grupo 5							
C1 (iluminación)	0.45	37.89	H07V-K 3G1.5	1.95	13.00	0.31	1.27
Sub-grupo 6							
C17 (Arqueta de bombeo)	1.24	14.07	RV-K 3G6	9.98	53.00	0.06	1.02



Descripción de las instalaciones						
Esquema	Línea	Tipo de instalación	Iz (A)	Fcagr up	Rinc (%)	I'z (A)
C13 (Climatización)	H07V-K 5G4	Tubo superficial D=20 mm	24.00	1.00	-	24.00
C1 (iluminación)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C7(2) (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C10 (secadora)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C8(2) (calefacción)	H07V-K 3G6	Tubo empotrado D=25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C16 (ventilación interior)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm	13.00	1.00	-	13.00
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C4.2 (lavavajillas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C8 (calefacción)	H07V-K 3G6	Tubo empotrado D=25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C7 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C6 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm	13.00	1.00	-	13.00
C3 (cocina/horno)	H07V-K 3G6	Tubo empotrado D=25 mm	30.00	1.00	-	30.00
C4.1 (lavadora)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C4.3 (termo eléctrico)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C5 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C14 (alumbrado de emergencia)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm	13.00	1.00	-	13.00
C15 (Climatización)	H07V-K 3G1.5	Tubo superficial D=16 mm	15.00	1.00	-	15.00
Subcuadro (Cuadro de vivienda).1	H07V-K 5G2.5	Tubo superficial D=20 mm	18.50	1.00	-	18.50
C14 (ventilación de garaje)	RZ1-K (AS) 5G2.5	Bandeja perforada(PVC) 50x75 mm	29.00	1.00	-	29.00
C13 (alumbrado de emergencia)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm	13.00	1.00	-	13.00
C16 (Central de detección automática de incendios)	ES07Z1-K (AS) 3G2.5	Tubo superficial D=16 mm	21.00	1.00	-	21.00
C15 (ventilación de garaje)	RZ1-K (AS) 3G2.5	Bandeja perforada(PVC) 50x75 mm	34.00	1.00	-	34.00
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	Tubo empotrado D=20 mm	17.50	1.00	-	17.50
C1 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	Tubo empotrado D=16 mm	13.00	1.00	-	13.00
C17 (Arqueta de bombeo)	RV-K 3G6	Tubo enterrado D=50 mm	53.00	1.00	-	53.00

Tabla I.132. Composición del cuadro y los circuitos interiores.



Sobrecarga y cortocircuito ' (cuadro de vivienda)'										
Esquema	Línea	Ic (A)	ProteccionesICP: InGuard: InAut: In, curvaDif: In, sens, nº polos Telerruptor: In, nº polos	I2 (A)	Iz (A)	Icu (kA)	Iccc (kA)	Iccp (kA)	ticcc (s)	ticc p (s)
(Cuadro de vivienda)			ICP: 25IGA: 25							
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 4							
C13 (Climatización)	H07V-K 5G4	18.13	Guard: 23	33.35	24.00	15	2.733	0.843	0.06	0.30
Sub-grupo 2			Dif: 25, 30, 2							
C1 (iluminación)	H07V-K 3G2.5	15.14	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	2.733	0.538	0.06	0.29
C7(2) (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	2.733	0.546	0.06	0.28
C10 (secadora)	H07V-K 3G2.5	15.79	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	2.733	0.680	0.06	0.18
C8(2) (calefacción)	H07V-K 3G6	25.00	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	30.00	6	2.733	1.053	0.06	0.43
C16 (ventilación interior)	H07V-K 3G1.5	2.59	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	13.00	6	2.733	0.413	0.06	0.17
Sub-grupo 3			Dif: 25, 30, 2							
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	2.733	0.651	0.06	0.19
C4.2 (lavavajillas)	H07V-K 3G2.5	15.79	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	2.733	0.725	0.06	0.16
C8 (calefacción)	H07V-K 3G6	25.00	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	30.00	6	2.733	0.910	0.06	0.57
C7 (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	2.733	0.634	0.06	0.21
Sub-grupo 4			Dif: 25, 30, 2							
C6 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	0.79	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	13.00	6	2.733	0.520	0.06	0.11
C3 (cocina/horno)	H07V-K 3G6	24.71	Aut: 25 {C',B',D'}	36.25	30.00	6	2.733	1.040	0.06	0.44
C4.1 (lavadora)	H07V-K 3G2.5	15.79	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	2.733	0.637	0.06	0.20
C4.3 (termo eléctrico)	H07V-K 3G2.5	15.79	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	2.733	0.781	0.06	0.14
C5 (baño y auxiliar de cocina)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	2.733	0.828	0.06	0.12
C14 (alumbrado de emergencia)	H07V-K 3G1.5	0.06	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	13.00	6	2.733	0.677	0.06	0.06
Sub-grupo 5			Dif: 25, 30, 2							
C15 (Climatización)	H07V-K 3G1.5	1.37	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	15.00	6	2.733	0.588	0.06	0.09
Subcuadro (Cuadro de vivienda).1	H07V-K 5G2.5	14.94	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	18.50	6	2.733	0.856	0.06	0.11
Sub-grupo 1			Dif: 25, 30, 4							
C14 (ventilación de garaje)	RZ1-K (AS) 5G2.5	1.87	Guard: 3	3.63	29.00	15	1.719	0.552	0.03	0.42
Sub-grupo 2			Dif: 25, 30, 2							
C13 (alumbrado de emergencia)	H07V-K 3G1.5	0.69	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	13.00	6	1.719	0.404	0.03	0.18
C16 (Central de detección automática de	ES07Z1-K (AS)	10.00	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	21.00	6	1.719	0.756	0.03	0.14
Sub-grupo 3			Dif: 25, 30, 2							
C15 (ventilación de garaje)	RZ1-K (AS) 3G2.5	1.49	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	34.00	6	1.719	0.562	0.03	0.40
Sub-grupo 4			Dif: 25, 30, 2							
C2 (tomas)	H07V-K 3G2.5	15.00	Aut: 16 {C',B',D'}	23.20	17.50	6	1.719	0.660	0.03	0.19
Sub-grupo 5			Dif: 25, 30, 2							
C1 (iluminación)	H07V-K 3G1.5	1.95	Aut: 10 {C',B',D'}	14.50	13.00	6	1.719	0.343	0.03	0.25
Sub-grupo 6			Dif: 25, 30, 2							
C17 (Arqueta de bombeo)	RV-K 3G6	9.98	Aut: 10 {C,B,D}	14.50	53.00	6	1.719	0.707	0.03	1.47

**Leyenda**

c.d.t	caída de tensión (%)
c.d.t _{ac}	caída de tensión acumulada (%)
I _c	intensidad de cálculo del circuito (A)
I _z	intensidad máxima admisible del conductor en las condiciones de instalación (A)
F _{cagrup}	factor de corrección por agrupamiento
R _{inc}	porcentaje de reducción de la intensidad admisible por conductor en zona de riesgo de incendio o explosión (%)
I' _z	intensidad máxima admisible corregida del conductor en las condiciones de instalación (A)
I ₂	intensidad de funcionamiento de la protección (A)
I _{cu}	poder de corte de la protección (kA)
I _{ccc}	intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (kA)
I _{ccp}	intensidad de cortocircuito al final de la línea (kA)
L _{max}	longitud máxima de la línea protegida por el fusible a cortocircuito (A)
P _{calc}	potencia de cálculo (kW)
t _{iccc}	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al inicio de la línea (s)
t _{iccp}	tiempo que el conductor soporta la intensidad de cortocircuito al final de la línea (s)
t _{ficcp}	tiempo de fusión del fusible para la intensidad de cortocircuito (s)

Tabla I.133. *Sobrecarga y cortocircuito.*

2.2.3.- SÍMBOLOS UTILIZADOS.

A continuación se muestran los símbolos utilizados en los planos del proyecto:

	Luminaria de emergencia, estanca		Toma de uso general, estanca
	Pulsador estanco		Lámpara fluorescente con dos tubos
	Subcuadro		Toma para ventilador de garaje (extracción)
	Toma para ventilador de garaje (impulsión)		Climatización
	Toma de termo eléctrico		Detector óptico de humos
	Bomba de circulación		Interruptor estanco
	Central de detección automática de incendios		Arqueta de bombeo
	Lavavajillas doméstico		Bañera de 1,40 m o más
	Lámpara fluorescente		Salida para lámpara incandescente, vapor de mercurio o similar, empotrada en pared
	Caja de protección y medida (CPM)		Zumbador
	Toma de interfono		Interruptor
	Conmutador		Conmutador doble
	Interruptor doble		Toma de uso general
	Toma de lavavajillas		Toma de baño / auxiliar de cocina
	Registro para toma de cables coaxiales para RTV		Registro para toma de cables coaxiales para TBA
	Registro para toma de cables de pares trenzados		Toma de uso general triple
	Toma de cocina		Toma de calefacción
	Cuadro individual		Toma de extractor
	Climatización		Lavadora doméstica
	Toma de lavadora		Toma de secadora
	Aspirador para ventilación mecánica		Bomba de circulación

Figura I.17. Leyenda de electricidad



CAPÍTULO II.

CYPECAD-MEP. Ce2.

PROCEDIMIENTO

SIMPLIFICADO PARA LA

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA



CAPÍTULO II.

CYPECAD-MEP. Ce2. PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

1.- DATOS DE PARTIDA.....	261
1.1.- DATOS RELATIVOS AL DB-HE1 DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....	261
1.1.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	261
1.1.2.- ÁREAS Y PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE MUROS Y HUECOS.....	261
1.1.3.- ÁREAS Y PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE SUELOS, CUBIERTAS (INCLUIDOS LUCERNARIOS) Y CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.....	262
1.2.- DATOS RELATIVOS AL DB-HE4 DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....	262
1.2.1.- FRACCIÓN DE LA DEMANDA DE ACS CUBIERTA POR ENERGÍAS RENOVABLES, PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DEL DB-HE4 DEL CTE.....	262
1.3.- DATOS RELATIVOS AL DB-HS3 DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.....	262
1.3.1.- CAUDAL DE VENTILACIÓN TOTAL DEL EDIFICIO, PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DEL DB-HS3 DEL CTE.....	262
1.4.- DATOS RELATIVOS A LAS INSTALACIONES.....	263
1.4.1.- INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....	263
1.4.2.- INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN.....	263
1.4.3.- INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA.....	263
1.5.- DATOS RELATIVOS A LA CAPTACIÓN SOLAR DE LOS HUECOS.....	264
1.5.1.- TABLA DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES DE CAPTACIÓN SOLAR. SUR.....	264
1.5.2.- TABLA DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES DE CAPTACIÓN SOLAR. SURESTE.....	266
1.5.3.- TABLA DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES DE CAPTACIÓN SOLAR. SUROESTE.....	267
2.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN.....	268
3.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN.....	270
4.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS.....	271
5.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL.....	272



CAPÍTULO II.

CYPECAD-MEP. Ce2. PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO PARA LA CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

1.- DATOS DE PARTIDA.

1.1.- DATOS RELATIVOS AL DB-HE1 DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

1.1.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES.

Zona climática	Latitud (grados)	S _u Superficie útil (m ²)	VVolumen (m ³)	Nº de plantas sobre rasante(encerradas por la envolvente térmica)
B3	37.86	146.71	399.73	2

Tabla II.1. Características generales.

1.1.2.- ÁREAS Y PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE MUROS Y HUECOS.

Orientación fachada	AM Área muros (m ²)	UMm Transmitancia media muros W/m ² K	AM x UMm W/K	AH Área huecos (m ²)	UHm Transmitancia media huecos W/m ² K	AH x UHm W/K	FHm Factor solar modificado medio de huecos
Norte	92.40	0.40	37.13	2.16	1.34	2.90	N/A
Este	47.17	0.40	18.98	---	---	---	---
Oeste	34.66	0.44	15.17	10.50	1.36	14.27	0.29
Sur	77.30	0.44	33.93	16.93	1.46	24.71	0.23
Sureste	---	---	---	---	---	---	---
Sudoeste	---	---	---	---	---	---	---
ATM = ΣAM Área total muros edificio (m ²)		ΣAM x UMm W/K		ATH = ΣAH Área total huecos edificio (m ²)		ΣAH x UHm W/K	
251.52		105.21		29.59		41.89	
UMme = ΣAM x UMm / ATM Transmitancia térmica media de muros del edificio W/m ² K				UHme = ΣAH x UHm / ATH Transmitancia térmica media de huecos del edificio W/m ² K			
0.42				1.42			

Tabla II.2. Parámetros característicos de muros y huecos.



1.1.3.- ÁREAS Y PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DE SUELOS, CUBIERTAS (INCLUIDOS LUCERNARIOS) Y CERRAMIENTOS EN CONTACTO CON EL TERRENO.

ATS Área total de suelos	USm Transmitancia térmica media de suelos	ATC Área total de cubiertas	UCm Transmitancia térmica media de cubiertas	ACT Área total de cerramientos en contacto con el terreno	UTm Transmitancia térmica media de cerramientos en contacto con el terreno
(m ²)	W/m ² K	(m ²)	W/m ² K	(m ²)	W/m ² K
75.44	0.50	81.54	0.34	---	---

Tabla II.3. *Parámetros característicos de suelos, cubiertas y cerramientos.*

1.2.- DATOS RELATIVOS AL DB-HE4 DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

1.2.1.- FRACCIÓN DE LA DEMANDA DE ACS CUBIERTA POR ENERGÍAS RENOVABLES, PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DEL DB-HE4 DEL CTE.

81.06	En %
-------	------

1.3.- DATOS RELATIVOS AL DB-HS3 DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN.

1.3.1.- CAUDAL DE VENTILACIÓN TOTAL DEL EDIFICIO, PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DEL DB-HS3 DEL CTE.

318.79	(m ³ /h)
--------	---------------------



1.4.- DATOS RELATIVOS A LAS INSTALACIONES.

1.4.1.- INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.

Grado de centralización del sistema:

Centralizado Bloque Centralizado Vivienda Equipos individuales

Equipo: Caldera mixta, de condensación Combustible: Gas natural

Rendimiento o COP nominal: 1.20 % calefactado de la superficie útil: 96.77

1.4.2.- INSTALACIÓN DE REFRIGERACIÓN.

Grado de centralización del sistema:

Centralizado Bloque Centralizado Vivienda Equipos individuales

Equipo: EER nominal: 5.00 % refrigerado de la superficie útil: 86.77

1.4.3.- INSTALACIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA.

Equipo de producción: Caldera mixta, de condensación Combustible: Gas natural Rendimiento o COP nominal: 1.20



1.5.- DATOS RELATIVOS A LA CAPTACIÓN SOLAR DE LOS HUECOS.

1.5.1.- TABLA DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES DE CAPTACIÓN SOLAR. SUR.

Huecos a Sur Descripción	A_H Área de huecos orientados a Sur (m ²)	Condición 1		Condición 2		Factor de corrección por obstrucción vertical FC			$A_{HCS} = A_H \cdot FC$ (m ²)
		Latitud	β_0	Latitud	β_1	Latitud	K	β_2	
		> 41°	< 22°	> 41°	> 65°	> 41°	0,73	36°	
		$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	< 23°	$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	> 60°	$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	0,78	38°	
< 38°	< 25°	< 38°	> 60°	< 38°	0,84	40°			
		Sección		Planta		Sección			
		β_0		β_1		a) $FC = \frac{hc}{h}$ b) $FC = 1 + \frac{H}{L} - \frac{L}{L} \cdot K$			
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar	6.37	---		---		0.91			5.78
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar	0.88	---		---		0.89			0.78



Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 6+6/16/8 low.s	1.28	---	---	0.85	1.09
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 6+6/16/8 low.s	2.52	---	---	0.94	2.38
Ventana de doble acristalamiento low.s baja emisividad térmica + aislamiento acústico "unión vidriera aragonesa", sonor 10+10/20/8+8 low.s laminar	5.88	47.73	---	---	---
ΣA_{HCS} , Área de huecos captadores a Sur					10.03

Tabla II.4. Justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar, sur.



1.5.2.- TABLA DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES DE CAPTACIÓN SOLAR. SURESTE.

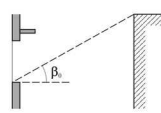
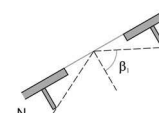
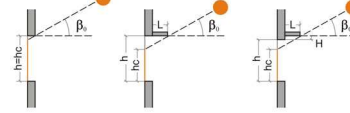
		Condición 1		Condición 2		Factor de corrección por obstrucción vertical FC			
		Latitud	β_0	Latitud	β_1	Latitud	K	β_2	
		$> 41^\circ$	$< 10^\circ$	$> 41^\circ$	$> 65^\circ$	$> 41^\circ$	0,73	36°	
		$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	$< 12^\circ$	$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	$> 60^\circ$	$38^\circ \leq L \leq 41^\circ$	0,78	38°	
		$< 38^\circ$	$< 15^\circ$	$< 38^\circ$	$> 60^\circ$	$< 38^\circ$	0,84	40°	
Huecos a Sureste Descripción	A_H Área de huecos orientados a Sureste (m^2)								$A_{HCSE} = A_H \cdot FC$ (m^2)
		Sección		Planta		Sección			
		β_0		β_1		a) $FC = \frac{hc}{h}$ b) $FC = 1 + \frac{H}{L} - \frac{L}{L} \cdot K$			
ΣA_{HCSE} , Área de huecos captadores a Sureste									---

Tabla II.5. Justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar, sureste.



1.5.3.- TABLA DE JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE CONDICIONES DE CAPTACIÓN SOLAR. SUROESTE.

Huecos a Sudoeste Descripción	A _H Área de huecos orientados a Sudoeste (m ²)	Condición 1		Condición 2		Factor de corrección por obstrucción vertical FC			A _{HCSO} = A _H · FC (m ²)
		Latitud	β ₀	Latitud	β ₁	Latitud	K	β ₂	
		> 41°	< 10°	> 41°	> 65°	> 41°	0,73	36°	
		38° ≤ L ≤ 41°	< 12°	38° ≤ L ≤ 41°	> 60°	38° ≤ L ≤ 41°	0,78	38°	
< 38°	< 15°	< 38°	> 60°	< 38°	0,84	40°			
		Sección	Planta	Sección					
		β ₀	β ₁	a) $FC = \frac{hc}{h}$ b) $FC = 1 + \frac{H}{L} - \frac{L}{L} \cdot K$					
				ΣA _{HCSO} , Área de huecos captadores a Sudoeste				---	

Tabla II.6. Justificación del cumplimiento de condiciones de captación solar, suroeste.



2.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN.

F_{DC} -Bu	FICHA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN IEE_{DC}	ZONA	B
		TIPO	UNIFAMILIAR

$$IEE_{DC} = IEE_{opaco} \times f_{pt} + IEE_{vent} + \Delta IEE_{huecos}$$

PROYECTO	Vivienda unifamiliar
UBICACIÓN	Alhama de Murcia

1. INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL EDIFICIO OPACO, IEE_{opaco}

$\frac{A_T}{A_{TM} + A_{TH} + A_{TS} + A_{TC} + A_{CT}}$ (m ²)	$\frac{U_{opaco}}{U_{Mme} \times (A_{TM} + A_{TH}) + U_{Sm} \times A_{TS} + U_{Cm} \times A_{TC} + U_{Hme}}$ (W/m ² K)	V / A _T (m)	IEE _{opaco}
438.09	0.42	0.91	0.59

2. FACTOR CORRECTOR DE PUENTES TÉRMICOS, f_{pt}

f _{pt}	1.19
-----------------	------

3. INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEBIDO A LA VENTILACIÓN, IEE_{vent}

Caudal de ventilación	IEE _{vent}
Renovaciones / hora = (litros / segundo) x 3,6 / Volumen = 0.80	0.40

4. MODIFICACIÓN DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DEBIDO A LA SUPERFICIE ACRISTALADA, ΔIEE_{huecos}

A _{TH} / S _U	$\frac{A_{THC}}{A_{HCS} + A_{HCSE} + A_{HCSE}}$ Área total de huecos captore (m ²)	A _{THC} / A _{TH} (%)	U _{Hme} - U _{Mme} (W/m ² K)	ΔIEE _{huecos}
0.20	10.03	33.88	1.00	0.07

5. INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE CALEFACCIÓN

IEE _{DC} = IEE _{opaco} × f _{pt} + IEE _{vent} + ΔIEE _{huecos}	1.17
---	------



6. CALIFICACIÓN PARCIAL

Indicador de eficiencia energética de demanda de calefacción	Valor	Calificación parcial
IEE _{DC}	1.17	D

A	IEE < 0.29
B	0.29 ≤ IEE < 0.55
C	0.55 ≤ IEE < 0.93
D	0.93 ≤ IEE < 1.49
E	1.49 ≤ IEE

Tablas II.7. Calificación energética en calefacción.



3.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN.

F_{DR} -3u	FICHA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN IEE_{DR}	ZONA	3
		TIPO	UNIFAMILIAR

PROYECTO	Vivienda unifamiliar
UBICACIÓN	Alhama de Murcia

$$IEE_{DR} = 0,47 + \sum IEE_{SE/E/O/SO} + IEE_S$$

1. HUECOS ORIENTADOS A SURESTE/ESTE/OESTE/SUDOESTE

Orientación de la fachada	A _H / S _U	F _{Hm}	IEE _{SE/E/O/SO}
Este	---	---	---
Oeste	0.07	0.29	0.22
Sureste	---	---	---
Sudoeste	---	---	---
∑IEE_{SE/E/O/SO}			0.22

2. HUECOS ORIENTADOS A SUR

Orientación de la fachada	A _H / S _U	F _{Hm}	IEE _S
Sur	0.12	0.23	0.33
∑IEE_S			0.33

3. INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE DEMANDA DE REFRIGERACIÓN

IEE_{DR} = 0,47 + ∑IEE_{SE/E/O/SO} + IEE_S	1.02
---	-------------

4. CALIFICACIÓN PARCIAL

Indicador de eficiencia energética de demanda de refrigeración	Valor	Calificación parcial
IEE _{DR}	1.02	D

A	IEE < 0.46
B	0.46 ≤ IEE < 0.66
C	0.66 ≤ IEE < 0.94
D	0.94 ≤ IEE < 1.37
E	1.37 ≤ IEE

Tabla II.8. Calificación energética en refrigeración.



4.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS.

F sis	FICHA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE SISTEMAS IEE _{SC} IEE _{SR} IEE _{SACS}
--------------	--

PROYECTO	Vivienda unifamiliar
UBICACIÓN	Alhama de Murcia

IEE SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Sistemas de calefacción	Rendimiento o COP nominal	Factor de ponderación	Rendimiento o COP medio estacional	IEE	Superficie (m ²)	IEE x Superficie
Tipo / Combustible	(a)	(b)	(c) = (a) x (b)	(d)	(e)	(f) = (d) x (e)
Caldera mixta, de condensación Gas natural	1.20	1.06	1.27	0.58	141.97	82.34
Sin sistema de calefacción	---	---	---	1.20	4.74	5.69
Σ IEE x Superficie =						88.03

$\frac{IEE_{SC}}{(\Sigma IEE \times Superficie) / S_u}$	0.60
---	------

IEE SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Sistemas de refrigeración	EER nominal	Factor de ponderación	EER medio estacional	IEE	Superficie (m ²)	IEE x Superficie
	(a)	(b)	(c) = (a) x (b)	(d)	(e)	(f) = (d) x (e)
	5.00	0.66	3.30	0.74	127.30	94.20
Sin sistema de refrigeración	---	---	---	1.07	19.41	20.77
Σ IEE x Superficie =						114.97

$\frac{IEE_{SR}}{(\Sigma IEE \times Superficie) / S_u}$	0.78
---	------

IEE SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

Sistemas de ACS	Rendimiento o COP nominal	Factor de ponderación	Rendimiento o COP medio estacional	IEE _{SACS}
Tipo / Combustible	(a)	(b)	(c) = (a) x (b)	(d)
Caldera mixta, de condensación Gas natural	1.20	1.06	1.27	0.49

Tabla II.9. Calificación energética en agua sanitaria.

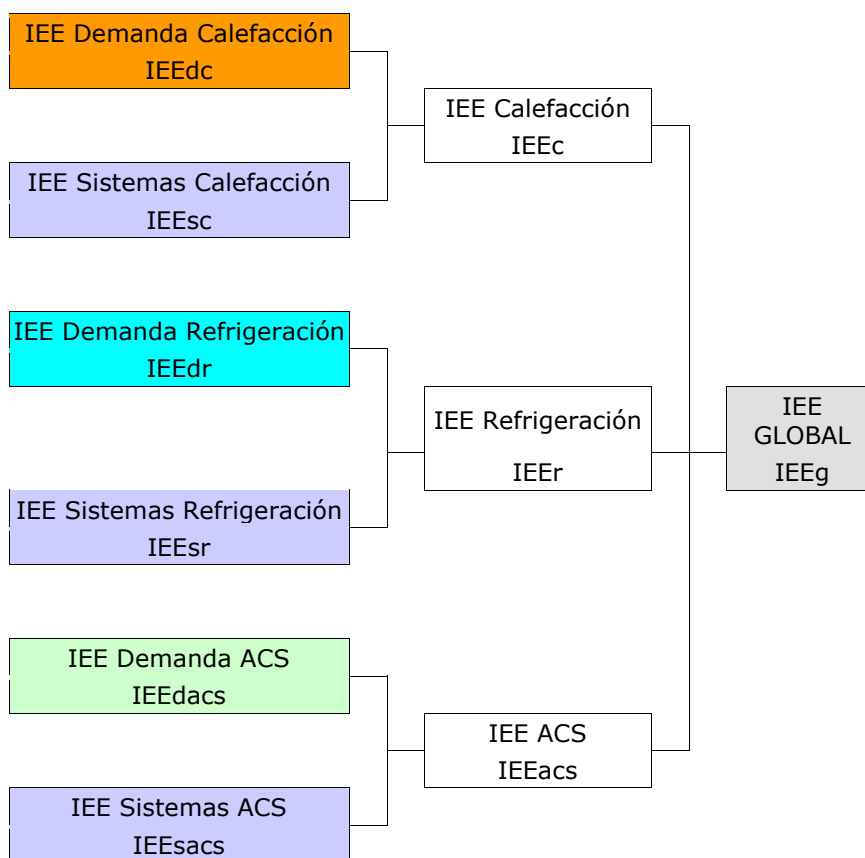


5.- CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL.

F _G -B3u	FICHA PARA EL CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE _G	ZONAINVIERN O	B
		ZONAVERANO	3
		TIPOLOGÍA	UNIFAMILIAR

PROYECTO	Vivienda unifamiliar
UBICACIÓN	Alhama de Murcia

SITUACIÓN EN EL ESQUEMA GENERAL



CÁLCULO DEL INDICADOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA GLOBAL IEE_G

	IEE demanda(a)	IEE sistemas(b)	IEE(c) = (a) x (b)	Coefficientes de reparto(d)	(e) = (c) x (d)
Calefacción	IEE _{DC} = 1.17	IEE _{SC} = 0.60	IEE _C = 0.70	0.57	0.40
Refrigeración	IEE _{DR} = 1.02	IEE _{SR} = 0.78	IEE _R = 0.80	0.26	0.21
ACS	IEE _{DACS} = 0.38 (100-contribución solar) / 50)=	IEE _{SACS} = 0.49	IEE _{ACS} = 0.19	0.17	0.03
IEE Global Σ (f)					0.64



CALIFICACIÓN ENERGÉTICA

Indicador de eficiencia energética global	Valor	CALIFICACIÓN ENERGÉTICA
IEE _G	0.64	C

A	IEE < 0.29
B	0.29 ≤ IEE < 0.55
C	0.55 ≤ IEE < 0.93
D	0.93 ≤ IEE < 1.49
E	1.49 ≤ IEE

Tabla II.10. *Calificación energética global.*



CAPÍTULO III.

CE3x CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA



CAPÍTULO III.

CE3x CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	188	0.31	Conocido
Muro de fachada norte	Fachada	99.61	0.61	Conocido
Muro de fachada sur	Fachada	88.17	0.61	Conocido
Muro de fachada este	Fachada	47.37	0.61	Conocido
Muro de fachada oeste	Fachada	40.28	0.61	Conocido
Partición superior cubierta	Partición Interior	103.71	0.24	Estimado
Partición inferior porche	Partición Interior	1.06	0.52	Por defecto
Suelo con aire 1	Suelo	17.60	0.71	Conocido

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco 1	Hueco	2.47	1.40	0.51	Conocido	Conocido
Hueco 2	Hueco	3.9	1.40	0.51	Conocido	Conocido
Hueco 3	Hueco	2.4	1.40	0.51	Conocido	Conocido
Hueco 4	Hueco	7.56	1.40	0.58	Conocido	Conocido
Hueco 5	Hueco	5.88	1.40	0.51	Conocido	Conocido
Hueco 6	Hueco	2.4	1.40	0.51	Conocido	Conocido
Hueco 7	Hueco	8.82	1.40	0.51	Conocido	Conocido

Tabla III. 1. *Envolvente térmica.*

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración y	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		133.30	Electricidad	Estimado
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	24.0	92.80	Gas Natural	Estimado

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción refrigeración y	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		101.00	Electricidad	Estimado

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Condensación	24.0	92.80	Gas Natural	Estimado

Tabla III. 2. *Instalaciones térmicas.*



CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Unifamiliar
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	28.12 E	CALEFACCIÓN	ACS	
			E	E
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	
		17.68	4.97	
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN	
	D	-		
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	
28.12		5.47	-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

2. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN				
	50.05 D		8.52 A			
			<i>Demanda global de calefacción [kWh/m² año]</i>		<i>Demanda global de refrigeración [kWh/m² año]</i>	
			50.05		8.52	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA

Por energía primaria se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes renovables y no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES		
	122.83 E	CALEFACCIÓN	ACS	
			D	E
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	
		76.23	24.59	
		REFRIGERACIÓN	ILUMINACIÓN	
	D	-		
<i>Consumo global de energía primaria [kWh/m² año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i>	
122.83		22.01	-	

Tabla III. 3. Calificación Energética.



CAPÍTULO IV.

CONCLUSIONES



CAPÍTULO IV.

CONCLUSIONES.

El 18 de Noviembre de 2009 publicó el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio "El Procedimiento Simplificado para la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios de Vivienda", dentro del Registro Oficial de Documentos Reconocidos para la Certificación de Eficiencia Energética.

Además del Procedimiento, se ha publicado una hoja de cálculo asociado al Procedimiento que facilita la obtención y cumplimentación de las fichas justificativas para calificar el edificio.

El Procedimiento se llama "**Ce2 Simplificado Viviendas**" y es el primer documento reconocido publicado que no proviene directamente de la Administración. Con este nuevo método se pueden alcanzar calificaciones energéticas D, C y B en proyecto sin necesidad de introducir el edificio en CALENER-VYP.

El Ce2 es aplicable a edificios de viviendas y permite la asignación de una clase de eficiencia energética a partir del cumplimiento por parte de los edificios afectados de unos requisitos relativos tanto a la envolvente del edificio, como a los sistemas térmicos de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria.

El Ce2 es muy sencillo de utilizar, ya que es directamente aplicable a partir de exactamente las variables y parámetros que se solicitan para justificar los requisitos de los diversos apartados del CTE-HE (requisitos mínimos de la certificación) y del CTE-HS.

El Ce2 no se limita al cumplimiento estricto de los requisitos del CTE-HE sino que permite mejoras sustanciales, **fundamentalmente de las calidades constructivas de la envolvente** y de las prestaciones de los equipos y sistemas de producción de calor y frío. Como consecuencia directa de lo anterior, no se limita a la obtención de clases de eficiencia D o E. Conceptualmente, no existen límites en cuanto a la clase de eficiencia energética que se puede obtener, aunque está especialmente diseñado para la obtención de clases D, C y B, lo que permite al prescriptor absoluta libertad a la hora de diseñar el edificio.

El Ce2 ha sido financiado por la Consejería de Obras Públicas y Transporte de la Junta de Andalucía y **ANDIMAT**; el Equipo de investigación lo formaron el Grupo de Termotecnia (AICIA) de la Universidad de Sevilla, Universidad de Cádiz, Equipo de Arquitectura de Margarita de Luxán y el Instituto Eduardo Torroja. Han colaborado en su elaboración EPSA, AOGLP, SEDIGAS, AFEC.

CYPECAD MEP permite verificar el cumplimiento del documento reconocido **Procedimiento simplificado para la certificación de Eficiencia Energética de edificios de vivienda - Ce2 Simplificado Viviendas**.

La certificación energética mediante la opción simplificada es aplicable a todos los edificios destinados a viviendas situados en territorio peninsular español que puedan justificar el cumplimiento de la exigencia básica HE 1 mediante la opción simplificada. Por tanto, no se podría aplicar este procedimiento a viviendas situadas en Islas Baleares, Islas Canarias, Ceuta o Melilla; ni tampoco a viviendas en las que no se pueda aplicar el cumplimiento de la exigencia básica DB HE.



CE3x

CE3x es, desde el 4 de Julio de 2012, "*Documento Reconocido para la Certificación Energética de Edificios Existentes*".

Ha sido desarrollado por Efinovatic y el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER). Actualmente estamos impartiendo el "*Plan de formación e información sobre el Real Decreto de certificación energética de edificios existentes*" organizado por IDAE y nos encargamos del mantenimiento de CE³X y la asistencia técnica.

El programa es propiedad de los Ministerios, mediante este programa se puede certificar de una forma simplificada cualquier tipo de edificio: residencial, pequeño terciario o gran terciario, pudiéndose obtener cualquier calificación desde "A" hasta "G".

CE³x se adapta a la gran variedad de situaciones a las que tiene que hacer frente el técnico certificador, permitiendo distintas posibilidades de entrada de los datos del edificio. De esta manera, tanto la envolvente térmica como las instalaciones se pueden introducir mediante:

- Valores Conocidos
- Valores Estimados
- Valores Por defecto.

Como se puede observar con Cypecad mep se ha obtenido una calificación C (consumo de energía bajo 75-90%) y con CE3x una calificación E. (consumo de energía medio 100-110%).

Con el CE3x se podría mejorar la calificación energética parcial de la calefacción al exportarlo al CALENER- VIP para conseguir una mejora en la demanda del edificio, mejorando los rendimientos de los equipos introducidos para cubrir la demanda de calefacción. Así como, la instalación de un suelo radiante para calefactar y refrigerar y la instalación de unos radiadores tradicionales para cubrir la demanda energética.

Hay que intentar prescindir de los emisores electricos ya que nos castigara notablemente en la calificación de la vivienda por emitir calor basándose en el efecto Joule (calor que genera una corriente eléctrica al pasar por una resistencia).

Durante el proceso de cálculo con el CE3x en la permeabilidad del hueco, el programa considera por defecto una permeabilidad del hueco CLASE 1 con 50m³/hm², y Cypecad mep considera la clase 4 como la más estanca, así es lo que se refleja en la NORMA UNE-EN 12207 (Permeabilidad del aire) en la clasificación basada en la permeabilidad al aire de las juntas de apertura considera la clase 4 como la más estanca con 3.0m³/hm².

El CE3x tiene limitaciones en comparación con Cypecad-mep, ya que éste último permite elegir los equipos adecuados (Fancoils, radiadores, suelo radiante,...). en funcion de sus rendimientos, cambio de parámetros y una adecuada distribución de la instalación para obtener una mejora en la eficiencia energética.

La correcta ejecución de obra asi como un buen mantenimiento y uso es primordial para obtener la calificación energetica C obtenida por Cypecad-mep ya que nuestra vivienda unifamiliar es aislada con las cuatro fachadas expuestas a la intemperie.



Ejecución y diseño

- Correcta ejecución de la envolvente térmica (cerramientos de la vivienda que separan los recintos habitables del ambiente exterior y las particiones interiores que separan los recintos habitables de los no habitables que a su vez están en contacto con el ambiente exterior).
- Con un sellado correcto entre el marco de la carpintería y la fábrica de ladrillo.
- La junta vertical (llaga) en la fábrica de ladrillo se ejecutará rehundida quedando el mortero a una profundidad menor de 3 cm.
- Utilización de protecciones solares para evitar la radiación solar directa sobre los huecos (conseguir una disminución en el consumo de energía).
- Correcta ejecución de la cubierta y de los forjados con sus correspondientes aislamientos térmicos.
- Correcta ejecución de la caja de persiana (evitar los puentes térmicos y la estanqueidad al aire).
- Correcta ejecución de puertas y ventanas para su correcto cierre.
- Evitar los pasos de instalaciones posteriores a la finalización de la obra para evitar un sellado incorrecto.



CAPÍTULO V.

BIBLIOGRAFÍA



CAPÍTULO V.

BIBLIOGRAFÍA.

- El objeto del apartado **“cumplimiento del documento básico HE-1 (ahorro de energía, limitación de la demanda energética)”**: Consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable. La vivienda dispondrá de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad.
- El objeto del apartado **“cumplimiento del documento básico HR (protección frente al ruido)”**: Consiste en limitar, dentro de la vivienda y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
- El objeto del apartado **“cumplimiento del documento básico HS-4 (suministro de agua)”**: Consiste en disponer de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto, agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua.
- El objeto del apartado **“cumplimiento del documento básico HE-2 (ahorro de energía, rendimiento de las instalaciones térmicas)”**: Consiste en disponer de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto de la vivienda.
- El objeto del apartado **“cumplimiento del documento básico HE-3 (ahorro de energía, eficiencia energética de las instalaciones de iluminación)”**: Consiste en disponer en la vivienda de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y, a la vez, eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.
- El objeto del apartado **“cumplimiento del documento básico HE-4 (ahorro de energía, contribución solar mínima de agua caliente sanitaria)”**: Consiste en disponer en la vivienda de una previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda, se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente de la vivienda.



- El objeto del apartado "**cumplimiento del Reglamento Técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus Instrucciones Técnicas complementarias ICG 01**": Consiste en disponer en la vivienda de una instalación de gas en nuestro proyecto "gas natural" para un uso de energía para agua sanitaria, horno y calefacción.

- **REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TENSIÓN E INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS.** Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto. Así como:

- **UNE 20460-5-523 2004:** Intensidades admisibles en sistemas de conducción de cables.

- **UNE 20-434-90:** Sistema de designación de cables.

- **UNE 20-435-90 Parte 2:** Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.

- **UNE 20-460-90 Parte 4-43:** Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobreintensidades.

- **UNE 20-460-90 Parte 5-54:** Instalaciones eléctricas en edificios. Puesta a tierra y conductores de protección.

- **EN-IEC 60 947-2:1996:** Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.

- **EN-IEC 60 947-2:1996 Anexo B:** Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.

- **EN-IEC 60 947-3:1999:** Aparata de baja tensión. Interruptores, seccionadores, interruptores-seccionadores y combinados fusibles.

- **EN-IEC 60 269-1:** Fusibles de baja tensión.

- **EN 60 898:** Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.



NORMA UNE-EN 1264.

El flujo de calor procedente de las tuberías se calcula mediante la siguiente expresión:

$$q = B \cdot \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot \Delta\theta_H$$

$$q = B \cdot a_B \cdot a_T \cdot a_T^{m_T} \cdot a_U^{m_U} \cdot a_D^{m_D} \cdot \Delta\theta_H$$

La expresión anterior es válida para una separación máxima entre tuberías que cumpla $T < 0.375$ m.

La siguiente expresión es válida para una separación mínima entre tuberías que cumpla $T > 0.375$ m.

$$q = q_{0.375} \frac{0.375}{T}$$

a_B: Factor de revestimiento del suelo

$$a_B = \frac{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_{u,0}}}{\frac{1}{\alpha} + \frac{S_{u,0}}{\lambda_E} + R_{\lambda,B}}$$

α = Coeficiente de transmisión térmica: (8.92) W/m²·K

$\lambda_{u,0}$ = 1 W/m·K

$S_{u,0}$ = 0.045 m

$R_{\lambda,B}$ = Resistencia térmica del revestimiento

λ_E = Conductividad térmica del revestimiento

a_T: Factor de paso

$R_{\lambda,B}$ (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
a _T	1.23	1.188	1.156	1.134

**a_U: Factor de recubrimiento**

R _{λ,B} (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _U			
0.05	1.069	1.056	1.043	1.037
0.075	1.066	1.053	1.041	1.035
0.1	1.063	1.05	1.039	1.0335
0.15	1.057	1.046	1.035	1.0305
0.2	1.051	1.041	1.0315	1.0275
0.225	1.048	1.038	1.0295	1.026
0.3	1.0395	1.031	1.024	1.021
0.375	1.03	1.022	1.018	1.015

a_D: Factor adimensional en función del diámetro exterior de la tubería.

R _{λ,B} (m ² K/W)	0	0.05	0.10	0.15
T(m)	a _D			
0.05	1.013	1.013	1.012	1.011
0.075	1.021	1.019	1.016	1.014
0.1	1.029	1.025	1.022	1.018
0.15	1.04	1.034	1.029	1.024
0.2	1.046	1.04	1.035	1.03
0.225	1.049	1.043	1.038	1.033
0.3	1.053	1.049	1.044	1.039
0.375	1.056	1.051	1.046	1.042

Tabla V.1. Factor adimensional en función del diámetro exterior de la tubería.

$$m_T = 1 - \frac{T}{0.075}$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición 0.050 m ≤ T ≤ 0.375 m, donde T es la separación entre tuberías.

$$m_u = 100(0.045 - S_u)$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición S_u ≥ 0.015 m, donde S_u es el espesor de la capa por encima de la tubería.

$$m_D = 250(D - 0.020)$$

La expresión anterior es válida si se cumple la condición 0.010 m ≤ D ≤ 0.030 m, donde D es el diámetro exterior de la tubería, incluido el revestimiento, si procede.

$$B = B_0$$



Tipo de superficie	B ₀ (W/(m ² ·K))
Suelo radiante para calefacción	6.7
Suelo radiante para refrigeración	5.2

Tabla V.2. Tipos de suelo radiante.

Cuando la tubería tiene las siguientes propiedades:

Conductividad térmica

$$\lambda_{R,0} = \lambda_{R,0} = 0.35 \quad (W / mK)$$

Espesor de la capa

$$s_{R,0} = s_{R,0} = (d_a - d_i) / 2 = 0.002m$$

Si las tuberías no cumplen las condiciones anteriores, debe utilizarse la siguiente expresión:

$$\frac{1}{B} = \frac{1}{B_0} + \frac{1.1}{\pi} \cdot \prod_i (a_i^{m_i}) \cdot T \cdot \left[\frac{1}{2\lambda_R} \ln \frac{d_a}{d_a - 2s_R} - \frac{1}{2\lambda_{R,0}} \ln \frac{d_a}{d_a - 2s_{R,0}} \right]$$

donde:

λ_R = Conductividad de la capa de la tubería

$$\lambda_{R,0} = 0.35 \text{ W/m}\cdot\text{K}$$

s_R = Espesor de pared de la tubería

$$s_{R,0} = (d_a - d_i) / 2 = 0.002 \text{ m}$$

$$\Delta\theta_H = \frac{\theta_V - \theta_R}{\ln \frac{\theta_V - \theta_i}{\theta_R - \theta_i}}$$

donde:

θ_R = Temperatura de retorno

θ_V = Temperatura de impulsión

θ_i = Temperatura del recinto



CAPÍTULO VI.

PLANOS



CAPÍTULO VI.

PLANOS.

- 1.- SITUACIÓN.
- 2.- ESTUDIO TÉRMICO.
 - 2.1.- PLANTA SÓTANO - PLANTA BAJA.
 - 2.2.- PLANTA PRIMERA - PLANTA TABIQUILLOS.
- 3.- ESTUDIO ACÚSTICO.
 - 3.1.- PLANTA SÓTANO - PLANTA BAJA.
 - 3.2.- PLANTA PRIMERA - PLANTA TABIQUILLOS.
- 4.- SALUBRIDAD (ABASTECIMIENTO DEL AGUA).
 - 4.1.- PLANTA SÓTANO.
 - 4.2.- PLANTA BAJA.
 - 4.3.- PLANTA PRIMERA.
 - 4.4.- ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN INTERIOR.
 - 4.5.- ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.
- 5.- CLIMATIZACIÓN.
 - 5.1.- CLIMATIZACIÓN (REFRIGERACIÓN). PLANTA BAJA - PLANTA PRIMERA.
 - 5.2.- CLIMATIZACIÓN (SUELO RADIANTE). PLANTA SÓTANO - PLANTA BAJA.
 - 5.3.- CLIMATIZACIÓN (SUELO RADIANTE). PLANTA PRIMERA.
 - 5.4.- CLIMATIZACIÓN (ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y SUELO RADIANTE).
- 6.- GAS.
 - 6.1.- PLANTA SÓTANO.
 - 6.2.- PLANTA BAJA.
 - 6.3.- ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN.
- 7.- ENERGÍA SOLAR.
 - 7.1.- PLANTA SÓTANO - PLANTA CUBIERTA.
 - 7.2.- ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.
 - 7.3.- ESQUEMA ISOMÉTRICO DE LA INSTALACIÓN.
- 8.- ILUMINACIÓN.
 - 8.1.- PLANTA SÓTANO - PLANTA BAJA.
 - 8.2.- PLANTA PRIMERA.
- 9.- ELECTRICIDAD.
 - 9.1.- PLANTA SÓTANO.
 - 9.2.- PLANTA BAJA.
 - 9.3.- PLANTA PRIMERA.
 - 9.4.- PLANTA CUBIERTA.
 - 9.5.- ESQUEMA UNIFILAR.