

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

**DOCUMENTO Nº3**  
**PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS**

## ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DEL CONTRATO.....</b>                                       | <b>7</b>  |
| 1.1. OBJETO .....  | 7         |
| 1.2. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN.....   | 7         |
| 1.3. PLAZO DE EJECUCIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJO .....                                      | 8         |
| 1.4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA .....  | 8         |
| <b>2. CONDICIONES FACULTATIVAS .....</b>   | <b>10</b> |
| 2.1. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.....   | 10        |
| 2.2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.....   | 10        |
| 2.3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.....                                    | 11        |
| 2.4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....  | 12        |
| 2.5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.....                              | 12        |
| 2.6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.....   | 12        |
| 2.7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO..... | 13        |
| 2.8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....                   | 13        |
| 2.9. FALTAS DE PERSONAL.....   | 13        |
| 2.10. CAMINOS Y ACCESOS.....   | 14        |
| 2.11. REPLANTEO.....   | 14        |
| 2.12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....                       | 14        |
| 2.13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.....   | 14        |
| 2.14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.....   | 15        |
| 2.15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.....              | 15        |
| 2.16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.....  | 15        |
| 2.17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.....          | 15        |
| 2.18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....                            | 16        |
| 2.19. OBRAS OCULTAS.....   | 16        |
| 2.20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.....  | 16        |
| 2.21. VICIOS OCULTOS.....  | 17        |
| 2.22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.....                              | 17        |
| 2.23. MATERIALES NO UTILIZABLES.....   | 17        |
| 2.24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.....                                      | 17        |
| 2.25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.....   | 18        |
| 2.26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.....  | 18        |
| 2.27. PLAZO DE GARANTÍA.....   | 18        |
| 2.28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.....                          | 18        |
| 2.29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.....  | 18        |
| 2.30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.....  | 19        |

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|  |           |
|--|-----------|
| 2.31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA. ....                                | 19        |
| <b>3. CONDICIONES ECONÓMICAS .....</b>   | <b>20</b> |
| 3.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS. ....  | 20        |
| 3.2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA. ....   | 21        |
| 3.3. PRECIOS CONTRADICTORIOS. ....   | 21        |
| 3.4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS. ....   | 22        |
| 3.5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS. ....   | 22        |
| 3.6. ACOPIO DE MATERIALES. ....  | 22        |
| 3.7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES. ....           | 22        |
| 3.8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES. ....  | 23        |
| 3.9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS. ....  | 24        |
| 3.10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA. ....  | 24        |
| 3.11. PAGOS. ....  | 25        |
| 3.12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS. ....   | 25        |
| 3.13. DEMORA DE LOS PAGOS. ....  | 25        |
| 3.14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS. ....   | 25        |
| 3.15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES. ....   | 26        |
| 3.16. SEGURO DE LAS OBRAS. ....  | 26        |
| 3.17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA. ....  | 27        |
| 3.18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO. ....                                     | 27        |
| <b>4. CONDICIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS .....</b>   | <b>28</b> |
| 4.1. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN TÉRMICA: FRÍO .....   | 28        |
| 4.1.1. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS .....   | 28        |
| 4.2. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN TÉRMICA: CALOR .....  | 30        |
| 4.2.1. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS .....   | 30        |
| 4.3. BOMBAS CIRCULADORAS .....   | 32        |
| 4.3.1. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS .....   | 32        |
| <b>5. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN .....</b> | <b>34</b> |
| 5.1. CONDICIONES GENERALES. ....   | 34        |
| 5.2. CANALIZACIONES ELECTRICAS. ....   | 34        |
| 5.2.1. Conductores aislados bajo tubos protectores .....   | 35        |
| 5.2.2. Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes. ....                                     | 42        |
| 5.2.3. Conductores aislados enterrados. ....   | 42        |

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|  |           |
|--|-----------|
| 5.2.4. Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.....              | 43        |
| 5.2.5. Conductores aislados en el interior de la construcción.....                   | 43        |
| 5.2.6. Conductores aislados bajo canales protectoras.....                            | 43        |
| 5.2.7. Conductores aislados bajo molduras.....                                       | 45        |
| 5.2.8. Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas.....                    | 46        |
| 5.2.9. Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas..... | 46        |
| 5.2.10. Accesibilidad a las instalaciones.....                                       | 47        |
| <b>5.3. CONDUCTORES.....</b>   | <b>47</b> |
| 5.3.1. Materiales.....   | 47        |
| 5.3.2. Dimensionado.....   | 48        |
| 5.3.3. Identificación de las instalaciones.....                                      | 49        |
| 5.3.4. Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....                         | 50        |
| <b>5.4. CAJAS DE EMPALME.....</b>  | <b>50</b> |
| <b>5.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.....</b>                                     | <b>51</b> |
| <b>5.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.....</b>                                    | <b>51</b> |
| 5.6.1. Cuadros eléctricos.....   | 51        |
| 5.6.2. Interruptores automáticos.....  | 53        |
| 5.6.3. Guardamotores.....  | 53        |
| 5.6.4. Fusibles.....   | 54        |
| 5.6.5. Interruptores diferenciales.....  | 54        |
| 5.6.6. Seccionadores.....  | 56        |
| 5.6.7. Embarrados.....   | 56        |
| 5.6.8. Prensaestopas y etiquetas.....  | 56        |
| <b>5.7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.....</b>   | <b>57</b> |
| <b>5.8. RECEPTORES A MOTOR.....</b>  | <b>58</b> |
| <b>5.9. PUESTAS A TIERRA.....</b>  | <b>61</b> |
| 5.9.1. Uniones a tierra.....   | 62        |
| <b>5.10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.....</b>                                  | <b>64</b> |
| <b>5.11. CONTROL.....</b>  | <b>65</b> |
| <b>5.12. SEGURIDAD.....</b>  | <b>65</b> |
| <b>5.13. LIMPIEZA.....</b>   | <b>66</b> |
| <b>5.14. MANTENIMIENTO.....</b>  | <b>66</b> |
| <b>5.15. CRITERIOS DE MEDICION.....</b>  | <b>66</b> |
| <b>6. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE DEMOLICIONES.....</b>                | <b>68</b> |
| 6.1. DESCRIPCIÓN.....  | 68        |
| 6.2. CONDICIONES PREVIAS.....  | 68        |
| 6.3. EJECUCIÓN.....  | 68        |

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

|  |           |
|--|-----------|
| <b>6.4. NORMATIVA .....</b>  | <b>70</b> |
| <b>6.5. CONTROL .....</b>  | <b>70</b> |
| <b>6.6. SEGURIDAD.....</b>   | <b>70</b> |
| <b>6.7. MEDICIÓN .....</b>   | <b>71</b> |
| <b>7. CONDICIONES TÉCNICAS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS.....</b>                | <b>72</b> |
| <b>7.1. GENERALIDADES .....</b>  | <b>72</b> |
| <b>7.2. MATERIALES Y APLICACIONES .....</b>  | <b>72</b> |
| 7.2.1. <i>Acero galvanizado .....</i>  | 73        |
| 7.2.2. <i>Cobre .....</i>  | 74        |
| 7.2.3. <i>Fundición .....</i>  | 77        |
| 7.2.4. <i>Materiales plásticos .....</i>   | 79        |
| <b>7.3. INSTALACIÓN.....</b>   | <b>82</b> |
| 7.3.1. <i>Generalidades .....</i>  | 82        |
| 7.3.2. <i>Tuberías de circuitos cerrados y abiertos .....</i>                        | 83        |
| <b>7.4. SOPORTES .....</b>   | <b>87</b> |
| <b>7.5. PRUEBAS HIDROSTÁTICAS .....</b>  | <b>89</b> |
| <b>7.6. ORGANIZACIÓN DE COMPROBACIÓN DE ESPECIFICACIONES.....</b>                    | <b>89</b> |
| <b>8. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS VÁLVULAS.....</b>                | <b>90</b> |
| <b>8.1. GENERALIDADES .....</b>  | <b>90</b> |
| <b>8.2. CONEXIONES .....</b>   | <b>91</b> |
| <b>8.3. APLICACIONES .....</b>   | <b>91</b> |
| <b>8.4. COMPROBACIONES .....</b>   | <b>92</b> |
| <b>9. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS FILTROS.....</b>                 | <b>93</b> |
| <b>9.1. GENERALIDADES .....</b>  | <b>93</b> |
| <b>9.2. MATERIALES.....</b>  | <b>94</b> |
| <b>9.3. INSTALACIÓN.....</b>   | <b>94</b> |
| <b>9.4. COMPROBACIONES .....</b>   | <b>94</b> |
| <b>10. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE AISLADORES DE VIBRACIONES .....</b> | <b>95</b> |
| <b>10.1. GENERALIDADES .....</b>   | <b>95</b> |
| <b>10.2. MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN .....</b>   | <b>95</b> |
| 10.2.1. <i>Bancadas .....</i>  | 95        |
| 10.2.2. <i>Soportes elásticos .....</i>  | 96        |
| 10.2.3. <i>Uniones anti-vibratorias .....</i>  | 97        |
| 10.2.4. <i>Uniones anti-vibratorias y de expansión.....</i>                          | 97        |
| <b>10.3. SELECCIÓN Y MONTAJE .....</b>   | <b>98</b> |

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

|  |            |
|--|------------|
| <b>10.4. COMPROBACIONES .....</b>  | <b>98</b>  |
| <b>11. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS COMPENSADORES DE DILATACIÓN .....</b> | <b>99</b>  |
| 11.1. GENERALIDADES .....  | 99         |
| 11.2. MATERIALES.....  | 100        |
| 11.3. MONTAJE.....   | 100        |
| 11.4. COMPROBACIONES .....   | 100        |
| <b>12. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS APARATOS DE MEDIDA .....</b>          | <b>101</b> |
| 12.1. GENERALIDADES .....  | 101        |
| 12.2. MATERIALES.....  | 102        |
| 12.3. COMPROBACIONES .....   | 103        |
| <b>13. CONDICIONES DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES .....</b>                           | <b>104</b> |
| <b>14. CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y DESARROLLO DE OBRA .....</b>                             | <b>123</b> |
| 14.1. FASE 1: SUSTITUCIÓN DE GENERADOR DE CALOR ROOFTOP.....                               | 123        |
| 14.2. FASE 2: SUSTITUCIÓN DE ENFRIADORAS .....   | 126        |

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **1. DESCRIPCIÓN DEL OBJETO DEL CONTRATO**

#### **1.1. OBJETO**

El objeto del contrato es la definición de las obras del denominado: **“Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la calle Valentín Beato nº6 de Madrid”**. En base a ello tienen carácter contractual los documentos de memoria, los planos, el pliego de prescripciones técnicas y los cuadros de precios unitarios del presupuesto correspondiente o en su caso el que presente el adjudicatario, con aprobación de Dirección Facultativa, además del resto de documentos de proyecto.

En caso de discordancia entre el presente Pliego y cualquiera del resto de los documentos contractuales prevalecerá el Pliego de Clausulas Administrativas Particulares, en el que se contienen los derechos y obligaciones de los licitadores y del adjudicatario.

#### **1.2. PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN**

La obra se ejecutará con los siguientes presupuestos.

|   |                     |
|---|---------------------|
| Presupuesto de Ejecución Material .....     | 247.341,12 €        |
| 13% Gastos Generales de Empresa .....       | 32.154,35 €         |
| 6% Beneficio Industrial.....                | 14.840,47 €         |
| 21% Impuesto del Valor Añadido .....        | 61.810,55 €         |
| Total Presupuesto Contrata.....             | 356.146,49 €        |
| <b>Presupuesto Base de Licitación .....</b> | <b>356.146,49 €</b> |

Asciende el presupuesto base de licitación a la cantidad de **TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL CIENTO CUARENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.**

### **1.3. PLAZO DE EJECUCIÓN Y PROGRAMA DE TRABAJO**

El plazo máximo de ejecución de las obras será de cinco meses en total, distribuido en dos fases: una primera fase para la sustitución del equipo Rooftop de calefacción (2 meses) y una segunda fase para la sustitución de las enfriadoras (3 meses).

Los diferentes plazos serán, con referencia al día de iniciación de las obras, los fijados en el programa de trabajo presentado por el contratista y aprobado por el órgano de contratación entendiéndose integrados en el contrato a efectos de su exigibilidad.

El adjudicatario presentará el programa definitivo del desarrollo de los trabajos en un plazo no superior a un mes a partir del comienzo de las obras. La propiedad se reserva el derecho a modificar dicho programa.

### **1.4. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA**

La obra a ejecutar se basa en la realización de las actuaciones precisas para sustituir los equipos de producción de calor y frío del sistema de climatización del edificio de Oficinas de TRAGSATEC en la calle Valentín Beato de Madrid. La actuación se limita a la sustitución de las unidades enfriadoras y rooftop existentes y equipos asociados, adaptando el resto de elementos de las instalaciones para el correcto funcionamiento de la instalación de climatización.

El edificio de Oficinas de TRAGSATEC, ubicado en la Calle Valentín Beato nº 6, dispone en la actualidad de un sistema centralizado de producción de agua fría y caliente para climatización formado por los equipos que se describen a continuación:

- 2 uds de enfriadoras Aire-Agua marca CARRIER, modelo 30GK100, de 2 circuitos independientes y 4 compresores, capacidad mínima 22% con las siguientes características fundamentales:
  - Potencia térmica 325 KW.
  - Potencia sonora 95 db.
  - Peso de 3.553 kg.
  - Potencia eléctrica consumida: 142 kw
  - EER = 2,28
  - Dimensiones. Alto: 2297 mm, Ancho: 2254 mm, Largo: 2967 mm
  - Ubicación de la salida/entrada de agua del circuito de climatización: lateral



---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- 1 ud rooftop de Calefacción marca ADISA, formado por dos calderas convencionales de gas, modelo DUPLEX 220, 204 kw térmicos cada caldera, con potencia útil de 199 kw. Dimensiones en planta: 2900 mm (Largo) y 1900mm (Ancho). En la parte trasera tiene las salidas de las chimeneas que añaden a la dimensión de ancho 400mm adicionales. El fabricante, tomando el PCI del Gas Natural como 10,62 kW/m<sup>3</sup>, indica un consumo por caldera de 19,8 m<sup>3</sup>/h, es decir un total de 39,6 m<sup>3</sup>/h en el equipo rooftop. Actualmente se dispone de 50 m<sup>3</sup>/h de Gas natural instalado. Por tanto queda aún cierto margen para ampliar la potencia

La instalación actual presenta problemas debido a la obsolescencia de los equipos. El alcance del presente anteproyecto abarca la sustitución de los equipos de producción térmica y del resto de equipos y accesorios necesarios, con el fin de corregir la situación actual además de obtener una notable mejora en la eficiencia energética.

En el proyecto se contemplarán las siguientes actuaciones:

- Sustitución de equipos de producción térmica (enfriadoras y calderas) con aumento de potencia a fin de disponer de redundancia en la generación.
- Reforma de la instalación hidráulica de tuberías de primario, para adaptarse a las nuevas máquinas a instalar (tanto en frío como en calor)
- Sustitución de bombas de primario de frío, para conseguir la capacidad requerida según la nueva potencia térmica.
- Sustitución de vaso de expansión de 200l por uno de 600l en circuito térmico para dar servicio a la instalación reformada.
- Modificaciones en la estructura de soportación de las máquinas.
- Reubicación de las máquinas, para ajustarse a los nuevos tamaños de las mismas
- Sustitución de protecciones eléctricas para dar servicio a los nuevos equipos a instalar.
- Integración de los nuevos equipos en el sistema de control actual de climatización.

## **2. CONDICIONES FACULTATIVAS**

### **2.1. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.**

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

### **2.2. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.**

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Obligaciones de Información y Publicidad: La empresa adjudicataria estará obligada a cumplir las obligaciones de información y publicidad establecidas en el anexo XII, sección 2.2. del Reglamento (UE) 1303/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013

### **2.3. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes. El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

## **2.4. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.**

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa designado como Coordinador de Seguridad y Salud.

## **2.5. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.**

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico Director de Obra para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia. El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director de Obra en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

## **2.6. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución. El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado. El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones. Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

## **2.7. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director. Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase. El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

## **2.8. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

## **2.9. FALTAS DE PERSONAL.**

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación. El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

## **2.10. CAMINOS Y ACCESOS.**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora. Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

## **2.11. REPLANTEO.**

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta. El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

## **2.12. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato. Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

## **2.13. ORDEN DE LOS TRABAJOS.**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

#### **2.14. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### **2.15. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

#### **2.16. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### **2.17. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

## **2.18. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

## **2.19. OBRAS OCULTAS.**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

## **2.20. TRABAJOS DEFECTUOSOS.**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento. Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta. Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.



### **2.21. VICIOS OCULTOS.**

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos. Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

### **2.22. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada. Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

### **2.23. MATERIALES NO UTILIZABLES.**

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra. Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

### **2.24. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata. Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

### **2.25. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.**

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

### **2.26. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.**

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

### **2.27. PLAZO DE GARANTÍA.**

El plazo de garantía será el establecido en contrato, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza. El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

### **2.28. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

### **2.29. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

### **2.30. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.**

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

### **2.31. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.**

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

### **3. CONDICIONES ECONÓMICAS**

#### **3.1. COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.**

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

### **3.2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

### **3.3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. El Contratista estará obligado a efectuar los cambios. A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

uso más frecuente en la localidad. Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

### **3.4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

### **3.5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que faltan por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato. Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100. No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

### **3.6. ACOPIO DE MATERIALES.**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

### **3.7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.**

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director. Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

### **3.8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico. Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc. Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales". Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas. De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido. Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

### **3.9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

### **3.10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.**

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el



---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

### **3.11. PAGOS.**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

### **3.12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

### **3.13. DEMORA DE LOS PAGOS.**

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

### **3.14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas. En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas. Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### **3.15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### **3.16. SEGURO DE LAS OBRAS.**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director. En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra. Los riesgos asegurados

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

### **3.17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA.**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata. Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije. Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar. En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

### **3.18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado. En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

## 4. CONDICIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y EQUIPOS

### 4.1. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN TÉRMICA: FRÍO

#### 4.1.1. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS

En base a las características existentes en el edificio los nuevos equipos de producción térmica de frío a instalar han de cumplir una serie de requisitos mínimos los cuales se describen en el presente apartado.

Actualmente la instalación de frío se compone de dos enfriadoras de agua, condensadas por aire, de las siguientes características:

- Enfriadora de agua CARRIER, modelo 30GK100, 2 circuitos independientes, 4 compresores alternativos, 4 etapas de control, capacidad mínima 22%, control PRODIALOG PLUS, 4 ventiladores condensación refrigerante 68 kg HFC-407C, 279500 fg/h c/u.

Dados los condicionantes de carácter dimensional y de otros tipos en la zona, será preciso sustituir estos dos equipos por otros dos que tengan al menos las siguientes características:

- Condiciones técnicas dimensionales
  - o Largo total máximo: 4,13 m
  - o Ancho total máximo: 2,26 m
  - o Alto total máximo: 2,54 m
  - o Peso máximo de la unidad en funcionamiento  $\leq 4.300$  kg
- Condiciones técnicas físicas
  - o Las salidas de tuberías hidráulicas han de estar necesariamente en el lateral longitudinal de la máquina

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- Condiciones técnicas específicas de funcionamiento y propiedades de cada enfriadora:
  - o El equipo ha de tener necesariamente Certificación Eurovent
  - o Capacidad de refrigeración total mínima: 456 kW
  - o Consumo eléctrico total máximo: 164 kW
  - o EER mínimo (de acuerdo a EN14511 y Condiciones Eurovent): 2,78
  - o ESEER mínimo (de acuerdo a EN 14511): 4,44
  - o SEER mínimo (de acuerdo a EN 14511 y Condiciones Eurovent): 4,36
  - o IPLV mínimo (Valor de carga parcial integrado): 5,30
  - o El equipo tendrá ventiladores helicoidales con palas de alta eficiencia para máximo rendimiento. Los motores contarán con grado de protección mínimo IP54.
  - o El equipo dispondrá al menos de 2 compresores de tecnología Inverter con capacidad de regulación continua y tecnología con relación de volumen variable. Dos circuitos totalmente independientes.
  - o El equipo dispondrá necesariamente de variador de frecuencia de compresores montados sobre placa de aluminio en el compresor y refrigerados por el retorno de refrigerante.
  - o El equipo ha de disponer de control de condensación.
  - o El equipo ha de disponer de controlador digital que cuente con pantalla retro iluminada compatible con fuentes Unicode para más de un idioma, teclado, memoria historial y relés de alarma, con capacidad de comunicarse con un BMS mediante los protocolos más comunes (Modbus RTU (Nativo), Lonworks-LonMark, BacNet BTP (con Certificación para IP y MS/TP (clase 4)(Nativo)), Ethernet TCP/IP (Nativo).
  - o El nivel sonoro máximo del equipo medido en valores de potencia sonora en régimen de refrigeración será 93,5 dB(A), el nivel de presión sonora a 1m de distancia será como máximo de 74 dB(A) (Valores medidos para las siguientes condiciones del evaporador: 12/7°C, ambiente 35°C y a plena carga, valores medidos conforme a ISO 9614 y Eurovent 8/1).
  - o El equipo ha de disponer de válvula de expansión electrónica, baterías de microcanales, juntas en evaporador, resistencia en evaporador, válvulas de corte en succión y descarga.
  
- Condiciones técnicas del refrigerante

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- El equipo a instalar utilizará un refrigerante con PCA/GWP: 1430 o menor.
- Condiciones de garantía y/o post-venta.
  - El equipo a instalar será de una marca comercial que disponga de departamento técnico comercial con post-venta dedicado a la puesta en marcha, garantías, reparación y conservación de equipos, gestión de repuestos y formación, con personal propio ubicado en la Comunidad de Madrid. Este servicio postventa incluirá como mínimo la supervisión durante los dos primeros años del periodo de garantía realizando al menos cuatro visitas de inspección, siendo la primera de ellas la puesta en marcha. El sistema ha de incluir monitorización continua por parte del fabricante así como su asistencia remota durante al menos los dos primeros años del periodo de garantía.

## **4.2. EQUIPOS DE PRODUCCIÓN TÉRMICA: CALOR**

### **4.2.1. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS**

Dados los condicionantes existentes en el edificio el nuevo equipo de producción térmica de calor a instalar ha de cumplir una serie de requisitos mínimos los cuales se describen en el presente apartado.

Actualmente la instalación de producción de calor está compuesta de un grupo térmico (rooftop) de la marca ADISA que dispone en su interior de dos calderas convencionales DUPLEX 220 de 204 kW cada una.

Será preciso sustituir este equipo por otro que tenga al menos las siguientes características:

- Condiciones técnicas dimensionales
  - Largo total máximo: 3,40 m
  - Ancho total máximo: 0,80 m
  - Alto total máximo: 2,00 m
  - Peso máximo de la unidad en vacío: 850 kg

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- Condiciones técnicas físicas
  - Las salidas de tuberías hidráulicas han de estar necesariamente en el lateral longitudinal de la máquina (lateral delantero).
  - El rooftop ha de tener la posibilidad de ser adosado a un paramento vertical por su parte posterior.
  - El rooftop ha de tener un cerramiento envolvente que permita su transporte y apto para ser instalado en el exterior del edificio (acero galvanizado resistente a la corrosión).
  - El rooftop ha de poder ubicarse directamente a suelo y ha de disponer de puertas en el lateral delantero y de los laterales y parte trasera totalmente desmontables. Su cubierta ha de ser de una sola pieza y también desmontable.
  - El rooftop ha de tener en su interior al menos cuatro calderas modulantes con tecnología de condensación.
  - Cada caldera del rooftop ha de tener cuerpo de acero inoxidable AISI-316 y unas dimensiones máximas de 630 mm de ancho, 605 mm de profundidad y 950 mm de altura.
  
- Condiciones técnicas específicas de funcionamiento y propiedades
  - El equipo rooftop tendrá una capacidad térmica total de al menos 551 kW (40/30°C) y al menos 521 kW (80/60°C).
  - El equipo tendrá una potencia eléctrica absorbida máxima de 4,4 kW (220V).
  - Cada caldera del interior del rooftop tendrá al menos una capacidad térmica a 80/60°C: 130,4/26,2 kW y a 40/30°C: 137,8/29,3 kW.
  - Cada caldera del interior del rooftop tendrá al menos una eficiencia a 80/60°C de 98,3/97,8% y a 40/30°C de 109,8/103,4%.
  - Cada caldera del interior del rooftop tendrá un consumo máximo de gas G20 (10,9 kWh/m<sup>3</sup>) de 12,2/2,4 m<sup>3</sup>/h y consumo máximo de gas G31 (12,8 kWh/m<sup>3</sup>) de 10,4/2,1 kg/h.
  - El rooftop dispondrá de instalación hidráulica interior que al menos conste de: una aguja de equilibrado, 4 bombas aceleradoras, 4 vasos de expansión, 4 válvulas de seguridad, purgador, 4 manómetros, 2 termómetros, 8 válvulas de corte, 4 filtros, 4 válvulas antirretorno, desagües de condensados, válvulas de seguridad, dispositivo de llenado, caja de recogida de condensados, contaje de energía.

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- El rooftop dispondrá de instalación de gas interior que conste al menos de los siguientes elementos: detector de fugas con sonda, colector de gas con llaves de corte, manómetro de gas, electroválvula de gas de seguridad.
  - El rooftop dispondrá de instalación eléctrica interior dotada de armario eléctrico cableado con interruptor general, protección térmica para cada caldera, protección diferencial para iluminación y toma de corriente y maniobra, protección térmica para iluminación, protección térmica para maniobra, centralita para control de electroválvula de gas, pilotos de indicación de avería, conexionado de elementos, iluminación interior convencional y de emergencia, contador de energía eléctrica e instalación de telegestión.
- Condiciones de garantía y/o post-venta del fabricante
- El equipo a instalar será de una marca comercial que garantice que tendrá al menos 2 años de garantía en las calderas, y al menos un año en el resto de componentes.

### **4.3. BOMBAS CIRCULADORAS**

#### **4.3.1. CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS**

Dados los condicionantes existentes en el edificio y en particular en el interior de la sala de bombas y en las instalaciones existentes en su interior, los nuevos equipos de trasiego de fluidos (bombas de primario de frío) a instalar han de cumplir una serie de requisitos mínimos los cuales se describen en el presente apartado.

- Se instalarán al menos tres unidades (una para cada enfriadora y otra de reserva)
- Han de ser bombas circuladoras tipo monobloc de rotor seco en línea
- Han de tener un grado de protección mínimo IP54 y aislamiento clase F
- Han de tener un consumo eléctrico máximo de 4,51 kW cada una y un rendimiento mínimo del motor de 88.1%.
- Han de tener unas dimensiones tales que quepan en la antigua ubicación disponible (espacio de las bombas a desmontar: dimensiones máximas 450x300x645 mm).



---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- Ha de cumplir con los requerimientos estipulados en la IT1.2.4.2.5 de eficiencia energética de equipos de transporte de fluidos del R.I.T.E.

## **5. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN**

### **5.1. CONDICIONES GENERALES.**

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión RD 842/2002 y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción. Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación. Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas. Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

### **5.2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.**

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones. Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas,

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

### 5.2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos. La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios. Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

#### Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

a continuación:

| <u>Característica</u>  | <u>Código</u> | <u>Grado</u>                 |
|--|---------------|------------------------------|
| - Resistencia a la compresión  | 4             | Fuerte                       |
| - Resistencia al impacto   | 3             | Media                        |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio   | 2             | - 5 °C                       |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio   | 1             | + 60 °C                      |
| - Resistencia al curvado   | 1-2           | Rígido/curvable              |
| - Propiedades eléctricas<br>eléctrica/aislante   | 1-2           | Continuidad                  |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos  | 4             | Contra objetos $D \geq 1$ mm |
| - Resistencia a la penetración del agua<br>cayendo verticalmente<br>cuando el sistema de tubos está inclinado 15 ° | 2             | Contra gotas de agua         |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos<br>exterior media<br>y compuestos                                  | 2             | Protección interior y        |
| - Resistencia a la tracción  | 0             | No declarada                 |
| - Resistencia a la propagación de la llama   | 1             | No propagador                |
| - Resistencia a las cargas suspendidas   | 0             | No declarada                 |

#### Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º/ Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

| <u>Característica</u>                          | <u>Código</u> | <u>Grado</u> |
|--|---------------|--------------|
| - Resistencia a la compresión                  | 2             | Ligera       |
| - Resistencia al impacto                       | 2             | Ligera       |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | 2             | - 5 °C       |

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

|  |         |   |
|--|---------|---|
| - Temperatura máxima de instalación y servicio                             | 1       | + 60 °C   |
| - Resistencia al curvado   | 1-2-3-4 | Cualquiera de las especificadas   |
| - Propiedades eléctricas   | 0       | No declaradas   |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos                          | 4       | Contra objetos $D \geq 1$ mm  |
| - Resistencia a la penetración del agua                                    | 2       | Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 ° |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior mediay compuestos | 2       | Protección interior y exterior  |
| - Resistencia a la tracción  | 0       | No declarada  |
| - Resistencia a la propagación de la llama                                 | 1       | No propagador   |
| - Resistencia a las cargas suspendidas                                     | 0       | No declarada  |

2º/ Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

| <u>Característica</u>   | <u>Código</u> | <u>Grado</u>                                |
|---|---------------|---|
| - Resistencia a la compresión                                       | 3             | Media                                       |
| - Resistencia al impacto  | 3             | Media                                       |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio                      | 2             | - 5 °C                                      |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio precabl. ordinarias) | 2             | + 90 °C (+ 60 °C canal.                     |
| - Resistencia al curvado  | 1-2-3-4       | Cualquiera de las especificadas             |
| - Propiedades eléctricas  | 0             | No declaradas                               |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos                   | 5             | Protegido contra el polvo                   |
| - Resistencia a la penetración del agua forma de lluvia             | 3             | Protegido contra el agua en forma de lluvia |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos mediay compuestos   | 2             | Protección interior y exterior              |
| - Resistencia a la tracción   | 0             | No declarada                                |
| - Resistencia a la propagación de la llama                          | 1             | No propagador                               |
| - Resistencia a las cargas suspendidas                              | 0             | No declarada                                |

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

### Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

| <u>Característica</u>   | <u>Código</u> | <u>Grado</u>                 |
|---|---------------|------------------------------|
| - Resistencia a la compresión   | 4             | Fuerte                       |
| - Resistencia al impacto  | 3             | Media                        |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio  | 2             | - 5 °C                       |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio  | 1             | + 60 °C                      |
| - Resistencia al curvado  | 4             | Flexible                     |
| - Propiedades eléctricas  | 1/2           | Continuidad/aislado          |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos   | 4             | Contra objetos $D \geq 1$ mm |
| - Resistencia a la penetración del agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15° | 2             | Contra gotas de agua         |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos mediana y exterior elevaday compuestos                      | 2             | Protección interior          |
| - Resistencia a la tracción   | 2             | Ligera                       |
| - Resistencia a la propagación de la llama  | 1             | No propagador                |
| - Resistencia a las cargas suspendidas  | 2             | Ligera                       |

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

### Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

| <u>Característica</u>                          | <u>Código</u> | <u>Grado</u>             |
|--|---------------|--------------------------|
| - Resistencia a la compresión                  | NA            | 250 N / 450 N / 750 N    |
| - Resistencia al impacto                       | NA            | Ligero / Normal / Normal |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio | NA            | NA                       |

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

|  |         |                              |
|--|---------|------------------------------|
| - Temperatura máxima de instalación y servicio                             | NA      | NA                           |
| - Resistencia al curvado especificadas                                     | 1-2-3-4 | Cualquiera de las            |
| - Propiedades eléctricas   | 0       | No declaradas                |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos                          | 4       | Contra objetos $D \geq 1$ mm |
| - Resistencia a la penetración del agua de lluvia                          | 3       | Contra el agua en forma      |
| - Resistencia a la corrosión de tubos metálicos exterior mediay compuestos | 2       | Protección interior y        |
| - Resistencia a la tracción  | 0       | No declarada                 |
| - Resistencia a la propagación de la llama                                 | 0       | No declarada                 |
| - Resistencia a las cargas suspendidas                                     | 0       | No declarada                 |

Notas:

- NA: No aplicable.

- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

### Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Quando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra



---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

### 5.2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

### 5.2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

#### 5.2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de -5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

#### 5.2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCIÓN

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama. Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire. La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros. Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles. Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones. Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

#### 5.2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V. Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

| <u>Característica</u>                                     | <u>Grado</u>  |                  |
|---|---------------|------------------|
| <u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u> | <u>≤16 mm</u> | <u>&gt;16 mm</u> |
| - Resistencia al impacto                                  | Muy ligera    | Media            |
| - Temperatura mínima de instalación y servicio            | + 15 °C       | - 5 °C           |
| - Temperatura máxima de instalación y servicio            | + 60 °C       | + 60 °C          |
| - Propiedades eléctricas eléctrica/aislante               | Aislante      | Continuidad      |
| - Resistencia a la penetración de objetos sólidos         | 4             | No inferior a 2  |
| - Resistencia a la penetración de agua                    | No declarada  |                  |
| - Resistencia a la propagación de la llama                | No propagador |                  |

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua,

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### 5.2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.
- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

#### 5.2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

#### 5.2.9. NORMAS DE INSTALACIÓN EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELÉCTRICAS

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas. Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

#### 5.2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc. En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

### 5.3. CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

#### 5.3.1. MATERIALES

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre.
  - Formación: unipolares.
  - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
  - Tensión de prueba: 2.500 V.

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
  - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
  - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
  - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
  - Tensión de prueba: 4.000 V.
  - Instalación: al aire o en bandeja.
  - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V. Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

### 5.3.2. DIMENSIONADO

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.



---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

### 5.3.3. IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

#### 5.3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RÍGIDEZ DIELECTRICA

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

| <u>Tensión nominal instalación de aislamiento (MΩ)</u> | <u>Tensión ensayo corriente continua (V)</u> | <u>Resistencia</u> |
|--|--|--------------------|
| MBTS o MBTP  | 250  | ≥ 0,25             |
| ≤ 500 V  | 500  | ≥ 0,50             |
| > 500 V  | 1000   | ≥ 1,00             |

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de  $2U + 1000$  V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

#### 5.4. CAJAS DE EMPALME.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso,

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

## **5.5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.**

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de toma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

## **5.6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.**

### **5.6.1. CUADROS ELÉCTRICOS**

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán 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

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

Electrotécnica Internacional (CEI). Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24. Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable. Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente. Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo. Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada. La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros. Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente. El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior. Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación. La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en

particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

### 5.6.2. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro. La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión. El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él. Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

### 5.6.3. GUARDAMOTORES

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras. La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro. En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

#### 5.6.4. FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores. Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo. No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

#### 5.6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

##### Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

##### Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

#### Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

Se cumplirá la siguiente condición:

$$Ra \times Ia \leq U$$

donde:

- Ra es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

#### 5.6.6. SECCIONADORES

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

#### 5.6.7. EMBARRADOS

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

#### 5.6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.



---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible. En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

### **5.7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.**

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9. En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos. Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

Las Luminarias LED tendrán como mínimo 5 años de garantía emitido por el fabricante. Las horas mínimas de vida útil, tanto del LED como del driver serán de 50.000 horas.

### **5.8. RECEPTORES A MOTOR.**

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas. Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás. Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45. Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones. En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor. Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea. La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección). Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C. El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las solicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.

- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión. Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superiores a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro. El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada. En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

### **5.9. PUESTAS A TIERRA.**

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados. La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico. La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

### 5.9.1. UNIONES A TIERRA

#### Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022. El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

#### Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo

Protegido mecánicamente

No protegido mecánicamente

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

|                                  |  |   |
|----------------------------------|--|---|
| Protegido contra la corrosión    | Igual a conductores protección apdo. 7.7.1         | 16 mm <sup>2</sup> Cu<br>16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado |
| No protegido contra la corrosión | 25 mm <sup>2</sup> Cu<br>50 mm <sup>2</sup> Hierro | 25 mm <sup>2</sup> Cu<br>50 mm <sup>2</sup> Hierro            |

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

#### Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

#### Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)

Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)

$S_f \leq 16$

$S_f$

$16 < S_f \leq 35$

16

$S_f > 35$

$S_f/2$

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

#### **5.10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.**

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos. En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.



---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- Se inspeccionarán visulamente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma. Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

### **5.11. CONTROL.**

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata. Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

### **5.12. SEGURIDAD.**

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

### **5.13. LIMPIEZA.**

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

### **5.14. MANTENIMIENTO.**

Quando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

### **5.15. CRITERIOS DE MEDICION.**

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte,

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio. Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones. En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapasp, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción. Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexionadas.

## **6. CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE DEMOLICIONES**

### **6.1. DESCRIPCIÓN**

Demolición de elementos constructivos existentes, incluso equipamientos de instalaciones

### **6.2. CONDICIONES PREVIAS**

Antes del inicio de las actividades de demolición o desmontaje se comprobará que los medios auxiliares a utilizar, mecánicos o manuales, reúnen las condiciones de cantidad y calidad especificadas en el plan de demolición.

Esta comprobación se extenderá a todos los medios disponibles constantemente en la obra, especificados o no en la normativa aplicable de higiene y seguridad en el trabajo, que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Se comprobará, si es el caso, la distancia a los tendidos eléctricos aéreos y la tensión de los mismos, así como la existencia de redes de abastecimiento (agua, aire, vapor...) próximas y que puedan verse afectadas.

### **6.3. EJECUCIÓN**

Se suspenderán los trabajos con vientos superiores a 50 km/h.

El orden y medios a emplear se ajustarán a las prescripciones establecidas, para cada caso particular, en el proyecto y a las órdenes de la Dirección Técnica.

Demolición de elementos de instalaciones:

Se levantarán las instalaciones habiendo asegurado previamente su inutilización mediante desvíos y cortes correspondientes. Se extraerán todos los enseres y maquinaria, que serán

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

almacenados adecuadamente o depositados en un contenedor para su correcta gestión. Los elementos precedentes de instalaciones (cables, cajas, armarios, tuberías y conductos...) se separarán de manera clasificada.

Levantado de carpinterías:

Las carpinterías se levantarán cuidadosamente antes de proceder a la demolición de cerramientos y particiones.

Demolición de estructuras metálicas:

Antes del inicio de las actividades de demolición de la estructura se comprobará que los medios auxiliares a utilizar, mecánicos o manuales, reúnen las condiciones de cantidad y calidad especificadas en el plan de demolición. Esta comprobación se extenderá a todos los medios disponibles constantemente en la obra, especificados o no en la normativa aplicable de higiene y seguridad en el trabajo, que puedan servir para eventualidades o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.

Es indispensable realizar una inspección para comprobar el estado y resistencia de las diferentes partes de la estructura a fin de tomar las medidas que se consideren oportunas (apuntalamientos, ubicación de maquinaria o medios auxiliares, etc.).

Se apuntalarán los elementos que pudieran quedar en voladizo.

Para acometer la demolición de los soportes se habrán demolido previamente todos los elementos que acometan a ellos por su parte superior, tales como vigas, cargaderos, etc.

Se suspenderá o atirantará el soporte y, posteriormente, se cortará o desmontará inferiormente. Se cortará la base tras haberlo atirantado y suspendido con medios adecuados..

No se permitirá volcarlos bruscamente sobre el suelo. Se prohíbe la estancia de personas en la zona de posible caída de elementos.

#### **6.4. NORMATIVA**

Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95) y reglamentos que la desarrollan

NTE/ADD: (Demoliciones)

Ordenanzas Municipales que, en cada caso, sean de aplicación

#### **6.5. CONTROL**

Serán objeto de control el orden, la forma de ejecución y los medios a emplear, no aceptándose que estos puedan diferir de lo especificado o de las instrucciones impartidas por la Dirección Técnica.

Se prestará especial atención sobre los siguientes puntos críticos:

Protección y sellado de la zona de producción situada en la proximidad del tajo.

Acumulación de materiales sobre superficies y zonas transitables.

Deformaciones y oscilaciones durante la suspensión de elementos.

Apeo de piezas antes de cortarlas.

La Dirección Técnica dejará constancia expresa de cualquier anomalía o incidencia que detecte en el correspondiente índice de control y vigilancia y trazará, a continuación, las pautas de corrección necesarias.

#### **6.6. SEGURIDAD**

Prioritariamente son recomendadas las medidas de protección colectiva, como barandillas perimetrales; en su ausencia, será necesario proveer a los operarios de cinturón de seguridad asido a lugar firme de la cubierta.

Se tomarán las medidas de protección personal relativas a trabajos en altura y a los trabajos con empleo de oxicorte.

No se realizarán trabajos sobre cubiertas en días lluviosos.

El manejo de los paneles de cubierta se llevará a cabo, al menos, por 2 operarios.

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

Para evitar el vuelco hacia el exterior de aleros o cornisas que puedan estar contrapesados por la cubierta, se apearán siempre previo al desmantelamiento de la propia cubierta.

## **6.7. MEDICIÓN**

La medición se hará por m<sup>3</sup> de volumen edificado realmente demolido, incluyendo los elementos interiores definidos anteriormente.

Para lo no definido, se estará a lo dispuesto en los criterios de medición de la NTE/ADD.

## **7. CONDICIONES TÉCNICAS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS**

### **7.1. GENERALIDADES**

Las tuberías se identifican por la clase de material, el tipo de unión, el diámetro nominal DN (en mm o pulgadas), el diámetro interior (en mm) y la presión nominal de trabajo PN (en bar), de la que depende el espesor del material. Las tuberías llevarán marcadas de forma indeleble y a distancias convenientes el nombre del fabricante, así como la norma según la cual están fabricadas. Antes del montaje deberá comprobarse que las tuberías no estén rotas, fisuradas, dobladas, aplastadas, oxidadas o de cualquier manera dañadas. Las tuberías se almacenarán en lugares donde estén protegidas contra los agentes atmosféricos. En su manipulación se evitarán roces, rodaduras, y arrastre que podrían dañar la resistencia mecánica, las superficies calibradas de las extremidades o las protecciones anticorrosión. Las piezas especiales, manguitos, gomas de estanquidad, lubricantes, líquidos limpiadores, adhesivos, etc, se guardarán en locales cerrados.

### **7.2. MATERIALES Y APLICACIONES**

La calidad de los distintos materiales para tuberías y accesorios queda definida por las normas que se indican a continuación y que deben considerarse como parte integrante de este PCT. Los colores para tuberías, según el fluido que transporten, vienen recogidos en la norma DIN 2.403. Para los fluidos principales, los colores son los siguientes:

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



---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- Gas-oil: marrón-amarillo-marrón.
- Gasolina: marrón-rojo-marrón.
- Fuel-oil: marrón-negro-marrón.
- Alquitrán: negro.

#### 7.2.1. Acero galvanizado

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

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

Las uniones podrán realizarse de tres formas diferentes:

1/ Por medio de manguitos roscados. Los extremos de los tubos se roscan mediante unas terrajas manuales o eléctricas, sobre estos extremos roscados se introducen los manguitos o piezas que tienen rosca interior y que, comercialmente, se encuentran en forma de tes, codos, curvas, manguitos rectos, etc, para resolver todos los problemas de empalmes.

Para evitar las fugas y conseguir una hermeticidad total se utiliza estopa (fibras vegetales), lo que hace de empaquetadura y produce el cierre total a través de los filetes de la rosca, o bien se utiliza cinta de teflón (politetrafluoreileno) que es químicamente inerte a casi todos los ácidos, gases y disolventes, siendo además muy flexible, autolubrificante y antiadhesiva, permitiendo fácilmente el roscado, por tener un bajo coeficiente de fricción.

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

Todas las instalaciones emplazadas bajo el forjado deben estar fijadas y terminadas. Se habrán obtenido todos los niveles, marcándolos en forma indeleble en todos los paramentos y elementos singulares del local.

### 7.2.2. Cobre

La materia prima para la fabricación este tipo de tuberías es el cobre desoxidado al fósforo, con una pureza del 99,9 %, encontrándose en dos estados de suministro: el duro y el recocido. Las características principales son las siguientes:

| Características                                   | Cobre duro  | Cobre recocido |
|---|-------------|----------------|
| Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )              | 8,9         | 8,9            |
| Temperatura de fusión (°C)                        | 1.083       | 1.083          |
| Conductividad térmica (cal/cm <sup>2</sup> /cm/s) | 0,923       | 0,923          |
| Coefficiente dilatación lineal                    | 16,5 x 10-6 | 16,5 x 10-6    |
| Temperatura de recocido (°C)                      | 500         |                |

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

|                                       |         |         |
|---------------------------------------|---------|---------|
| Temperatura de forja (°C)             | 750-900 | 750-900 |
| Carga de rotura (kg/mm <sup>2</sup> ) | 32      | 22      |
| Alargamiento (%)                      | 3 a 5   | 28 a 30 |

Todas las características vienen recogidas en la norma UNE-EN 1057, que sustituye a la anteriormente vigente UNE 37.141-76. El cobre duro se suministra en tiras rectas de 4 a 6 m sin tratamiento térmico, y con la rigidez adquirida en las últimas operaciones de estirado, siendo un tubo de buen aspecto y acabado, así como excelentes resistencias mecánicas, muy apropiado para instalaciones vistas. El tubo recocido consiste en calentarlo hasta unos 500 °C (rojo sombra), y enfriarlo bruscamente, obteniendo un material más maleable, que sigue sin embargo manteniendo sus características más importantes. Se suministra en rollos de hasta 50 m, y son aptos para instalaciones empotradas, de gran longitud y recorridos sinuosos, adaptándose perfectamente a cualquier trazado. Podrá usarse solamente hasta diámetros exteriores de 18 mm. El tubo de cobre tiene unas excelentes características para su utilización en las instalaciones de fontanería, calefacción, gases, etc, pues presenta:

- Gran resistencia a la corrosión, pues se oxida rápidamente al contacto en el aire o con el agua, formándose una finísima capa de óxido que lo autoprotege de la posterior oxidación.
- Pérdidas de carga sumamente reducidas, ya que tiene un acabado interior totalmente liso, considerándose un tubo hidráulico de gran calidad.
- Material de fácil instalación y fácil mecanizado, siendo un tubo que en sus dos calidades resuelve toda la problemática de instalación, en cuanto a trazado y tendido, facilitando un montaje rápido, tanto en plan definitivo como en instalaciones desmontables.
- Su facilidad de manipulación permite unirse sin problemas, pudiéndose cortar con facilidad, desbarbar, unir y curvar, pudiéndose realizar esta operación por medio de máquinas en frío sin relleno, con o sin mandril interior, por medio de resortes, o con relleno interior de arena, resina o aleación de bajo punto de fusión.
- Suministro del tubo en rollos, con lo cual se disminuye al máximo el número de uniones.
- Seguridad de funcionamiento, ya que sus empalmes son de gran calidad y duración.

Los tubos de cobre se pueden unir de dos formas principalmente, por medio de soldadura y por manguitos mecánicos. La unión por soldadura se puede hacer por dos sistemas:

1/ Mediante manguitos para soldar, por capilaridad. Consiste en unos manguitos prefabricados obtenidos por deformación en frío de un trozo de tubo de cobre, perfectamente calibrados y

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

adaptables a los tubos a unir (también los hay de latón y de bronce mecanizados), los cuáles se unen mediante soldadura al tubo por efecto de capilaridad, penetrando la soldadura en estado líquido por el pequeño huelgo que queda entre el manguito y el tubo, siendo este efecto más acusado cuanto menor sea el huelgo entre ellos. El ajuste es de fundamental importancia para la obtención de una unión bien soldada. El proceso es sencillo y se indica a continuación:

- Limpiar la superficie del tubo, con estropajo de aluminio.
- Aplicar una capa de decapante.
- Introducir el tubo y los manguitos entre sí.
- Calentar el conjunto, mediante soldador o lamparilla.
- Aplicar el metal de aportación.

Las aleaciones utilizadas como metal de aportación suelen ser:

|  |                                 |
|--|---------------------------------|
| Soldadura blanda (para bajas presiones)    | 50% Sn - 50 % Pb (Estaño-Plomo) |
| Soldadura fuerte (para elevadas presiones) | 95 % Sn - 5 % Ag (Estaño-Plata) |
|  | Soldadura con latón             |

La utilización de un desoxidante facilita el mojado de la soldadura y su uniforme distribución.

2/ Mediante enchufe soldado. Consiste en practicar, en un extremo del tubo a unir, un abocardado, que se realiza calentando el tubo o introduciendo un mandril con la forma de copa, golpeándole con un martillo hasta conseguir el abocardado. Seguidamente se introduce el otro extremo del tubo y se suelda, con soldadura blanda o soldadura fuerte. La unión mediante manguitos mecánicos es la forma más adecuada para unir los tubos en instalaciones prefabricadas o provisionales, teniendo la ventaja de poderse unir con cierta rapidez y hacer el desmontaje igualmente de una forma rápida. No son adecuados para tuberías empotradas. Existe una gran variedad de manguitos de unión, siendo los más utilizados los de compresión, los de ajuste cónico y los de pestañas. Los manguitos de unión, tanto por capilaridad como por presión, responderán a los requisitos marcados en la recomendación ISO 335 E o en la norma inglesa BS 864. El tubo de cobre no necesita ninguna protección especial contra el agua, ni contra los materiales clásicos de construcción (cemento, yeso, etc), ya que es perfectamente compatible con ellos. El único material que puede atacarle es el que contenga sustancias amoniacales, en

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

cuyo caso se debe proteger el tubo con papeles o protecciones que impidan el contacto (pinturas bituminosas o fundas de plástico).

El mayor problema de incompatibilidad de la tubería de cobre se encuentra en los circuitos mixtos, es decir, cuando en una misma instalación se combinan el cobre con el hierro. En estos casos, como el cobre es un material electropositivo (+0,35 V de potencial) y el hierro es electronegativo (-0,44 V), se produce un efecto de oxidación-corrosión al formarse una pila elemental, donde el hierro hace el papel de ánodo, el cobre de cátodo y el agua de electrolito, produciéndose una transposición iónica del ánodo al cátodo, que finaliza picando la tubería de hierro, aunque esté galvanizada. El efecto es tanto más activo cuanto mayor sea el contenido en sales de las aguas y se activa también con la temperatura. Este problema se agrava si colocamos, en el circuito mixto, primeramente la tubería de cobre y seguidamente la de hierro. En estas condiciones, los iones de cobre, que viajan con el agua, al depositarse sobre las paredes del tubo de acero, forman una pila elemental en cada punto donde se deposita un ión de cobre y allí se produce la corrosión. Por todo ello, se precisan unas reglas que hay que observar, para evitar estos procesos de oxidación-corrosión:

- Interposición de un manguito aislante (plástico) en el punto de unión de los tubos de cobre y de hierro.
- Colocación primeramente de la tubería de hierro y después la de cobre, en sentido de circulación del agua.
- Recubrimiento interno de depósitos, etc, mediante algún elemento que aisle de contacto con el agua (resinas epoxi, poliéster, etc).
- Colocación de ánodos de sacrificio, de otro material (manganeso) más electronegativo que el hierro.
- Echando algún dispersante, que haga que los iones de cobre floculen y no precipiten.

Aplicaciones: agua para usos sanitarios, fría y caliente, agua caliente, gasóleo, vacío, fluidos refrigerantes y aire comprimido.

### 7.2.3. Fundición

La materia prima para la fabricación de este tipo de tuberías es la fundición gris (> 3 %), con grafito laminar o esferoidal, presentando en su fractura grano fino, regular, homogéneo y compacto. Deberá ser dulce, tenaz y dura, no obstante será susceptible de cortar y taladrar fácilmente. Los tubos de fundición moldeada se funden en moldes de arena y los de fundición

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

centrifugada en coquillas metálicas con centrifugación en la colada del hierro fundido, obteniendo una estructura granulométrica más compacta, coherente y uniforme que los primeros. Las características de las tuberías responderán a lo exigido en las siguientes normas UNE:

- 19.020 (52). Tubos de fundición con bridas. Presión nominal 10.
- 19.031 (64). Acoplamiento de enchufe y cordón.
- 19.464 (58). Accesorios de fundición. Empalme de enchufe y brida (pieza E). Presión nominal 10.
- 19.465 (58). Accesorios de fundición. Empalme de brida y cordón (pieza F). Presión nominal 10.
- 19.471 (58). Accesorios de fundición. Codos con dos bridas (90°). Presión nominal 10.
- 19.472 (58). Accesorios de fundición. Tes de tres bridas iguales. Cruces de cuatro bridas iguales. Presión nominal 10.

El tubo de fundición presenta una gran resistencia mecánica y durabilidad, pero es quebradizo por impacto o golpe, sin embargo, tiene una gran rigidez, por lo que es un tubo muy resistente a las sobrecargas. Las uniones más generalizadas son las juntas de enchufe y cordón o la junta de bridas. En la primera los tramos de tubo terminan, en uno de los extremos, en una copa o campana, donde se enchufa el extremo siguiente del otro tramo, sellando la junta con estopa embreada y plomo derretido en frío o en caliente, todo ello convenientemente retacado. La segunda requiere que los tubos terminen, por ambos extremos, en dos bridas que se unen por medio de pernos con tuerca, interponiendo una junta de sellado de material elástico que realiza la unión estanca. Esta junta suele ser de goma, de papel o cartón alquitranado.

Este tipo de tubería soporta muy bien la corrosión, debido a su porcentaje elevado de carbono, pero no obstante, en ambiente o medios muy agresivos se protegen tanto interior como exteriormente con asfalto, betún, minio, alquitrán, resinas vinílicas o epoxi y cemento. Es atacado por las aguas ácidas, en cuyo caso será protegido interiormente. Además, se debe evitar el contacto con el yeso húmedo.

Para canalizaciones de evacuación de aguas usadas, residuales y pluviales, así como para redes de ventilación, podrán utilizarse también tuberías de fundición que cumplan con la norma ISO 6594-1983, con junta de fleje de acero y guarnición de estanquidad de elastómero, apta para resistir presiones hasta 5 bar como mínimo. Aplicaciones: aguas fecales, pluviales y mixtas, redes exteriores o interiores de agua para usos sanitarios.

#### 7.2.4. Materiales plásticos

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

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

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

|                                 | Baja densidad            | Alta densidad            |
|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Peso específico                 | 0,930 g/ml               | 0,940 g/ml               |
| Temperatura de reblandecimiento | 87 °C                    | 100 °C                   |
| Módulo de elasticidad a 20 °C   | 1.200 kg/cm <sup>2</sup> | 9.000 kg/cm <sup>2</sup> |
| Tensión de rotura a tracción    | 100 kg/cm <sup>2</sup>   | 190 kg/cm <sup>2</sup>   |

Los tubos de plástico se obtienen, por lo general, por inyección-presión, es decir, haciendo pasar el material, reblandecido por el calor, a través de una tobera calibrada al diámetro del tubo a obtener y también por extrusión como variante del anterior procedimiento (una hélice impulsa de modo continuo el material reblandecido a través de una hilera). También se construyen por colada en moldes y tubos estratificados, obtenidos a partir de una banda de papel o tejido impregnado en el material plástico, en varias capas enrolladas en espiral. Los tubos de PVC, por lo general, son

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

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

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

Como características negativas se encuentran:

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

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

Los tubos flexibles de polietileno también se pueden unir mediante acoplamientos elásticos a presión o bien, en las series reforzadas, por rosca. El tubo de plástico suele ser muy resistente a todos los materiales de obra normales: cal, cemento, yeso, etc. Tampoco tiene los problemas de los tubos metálicos (fenómenos electrolíticos, agresividad de las tierras, etc) no precisando protecciones especiales; sin embargo, le atacan los aldehidos, los éteres y los hidrocarburos, debiéndose evitar el contacto con estos productos.



*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

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

| Material   | Norma UNE | Utilización          | Uniones y accesorios                                      |
|--|-----------|----------------------|---|
| Polietileno metálicas                              | 53-394-92 | Agua fría            | Soldadura, piezas de plástico o metálicas                 |
| PVC  | 53-399-93 | Agua fría            | Adhesivo, junta elástica y piezas de plástico o metálicas |
| Polietileno reticulado                             | 53-381-89 | Agua fría y caliente | Piezas metálicas  |
| Polipropileno cop.                                 | 53-495-95 | Agua fría y caliente | Soldadura por polifusión                                  |
| Polibutileno (roscadas y soldadas por termofusión) | 53-415    | Agua fría y caliente | Piezas metálicas y de plástico                            |

#### Polipropileno

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

Las características principales son:

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

El tubo de polipropileno tiene unas características muy importantes, que lo hacen idóneo para su utilización como tubería para instalaciones de fontanería (agua fría), y también para su utilización con agua caliente, tanto en instalaciones de agua caliente sanitaria, como para calefacción por suelo radiante, pudiendo trabajar con garantía hasta temperaturas de 90 °C. Es muy resistente a la absorción, lo cual le permite trabajar con altas velocidades del agua (hasta 7

m/s).

Las uniones más corrientes son de dos tipos:

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

### **7.3. INSTALACIÓN**

#### **7.3.1. Generalidades**

Antes del montaje, deberá comprobarse que la tubería no está rota, doblada, aplastada, oxidada o de cualquier manera dañada. Las tuberías serán instaladas de forma ordenada, utilizando, siempre que sea posible, tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a los elementos estructurales del edificio, salvo las pendientes que deban darse a las tuberías. Las tuberías se instalarán lo más próximo posible a los paramentos, dejando únicamente el espacio suficiente para manipular el aislamiento térmico, si existe, y válvulas, purgadores, etc. La distancia mínima entre tuberías y elementos estructurales u otras tuberías será de 5 cm. Las tuberías, cualquiera que sea el fluido que transportan, correrán siempre por debajo de las canalizaciones eléctricas. Según el tipo de tubería empleada y la función que ésta debe cumplir, las uniones podrán realizarse por soldadura, eléctrica u oxiacetilénica, encolado, rosca, brida o por juntas de compresión o mecánicas. Los extremos de la tubería se prepararán en la forma adecuada al tipo de unión que se debe realizar.

Antes de efectuar una unión, se repararán y limpiarán los extremos de las tuberías para eliminar las rebabas que pudieran haberse formado al cortar o aterrajar los tubos, así como cualquier otra impureza que pueda haberse depositado, en el interior y al exterior, utilizando eventualmente productos recomendados por el fabricante. Particular cuidado deberá prestarse a la limpieza de las superficies de las tuberías de cobre y de materiales plásticos de la cual dependerá la estanquidad de la unión. Las tuberías se instalarán siempre con el menor número posible de uniones. No se permitirá el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

Las uniones entre tubos de acero y cobre se harán por medio de juntas dieléctricas. El sentido de flujo del agua deberá ser siempre del acero al cobre.

### 7.3.2. Tuberías de circuitos cerrados y abiertos

#### 7.3.2.1. Conexiones

Las conexiones de equipos y aparatos a redes de tuberías se harán siempre de forma que la tubería no transmita ningún esfuerzo mecánico al equipo, debido al peso propio, ni el equipo a la tubería, debido a vibraciones. Las conexiones a equipos y aparatos deben ser fácilmente desmontables por medio de acoplamiento por bridas o roscadas, a fin de facilitar el acceso al equipo en caso de sustitución o reparación. Los elementos accesorios del equipo, como válvulas de interceptación, válvulas de regulación, instrumentos de medida y control, manguitos amortiguadores de vibraciones, etc, deberán instalarse antes de la parte desmontable de la unión hacia la red de distribución. Las conexiones de tuberías a equipos o aparatos se harán por bridas para diámetros iguales o superiores a DN 65. Se admite la unión por rosca para diámetros inferiores o iguales a DN 50.

#### 7.3.2.2. Uniones

En las uniones roscadas se interpondrá el material necesario para la obtención de una perfecta y duradera estanquidad. Cuando las uniones se hagan por bridas, se interpondrá entre ellas una junta de estanquidad, que será de amianto para tuberías que transporten fluidos a temperaturas superiores a 80 grados. Al realizar la unión de dos tuberías, directamente o a través de una válvula, dilatador, etc, éstas no deberán forzarse para llevarlas al punto de acoplamiento, sino que deberán haberse cortado y colocado con la debida exactitud. No se podrán realizar uniones en el interior de los manguitos pasamuros, en el cruce de muros, forjados, etc. El cintrado de las tuberías, en frío o caliente, es recomendable por ser más económico, fácil de instalar, reducir el número de uniones y disminuir las pérdidas por fricción. Las curvas pueden hacerse corrugadas para conferir mayor flexibilidad. Cuando una curva haya sido efectuada por cintrado, no se presentarán deformaciones de ningún género, ni reducción de la sección transversal.

Las curvas que se realicen por cintrado de los tubos se harán en frío hasta DN 50 y en caliente para diámetros superiores, o bien utilizando piezas especiales. El radio de curvatura será lo más grande posible, dependiendo del espacio disponible. El uso de codos a 90º será permitido

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

solamente cuando el espacio disponible no deje otra alternativa. En los tubos de acero soldado el cintrado se hará de forma que la soldadura longitudinal quede siempre en correspondencia de la fibra neutra de la curva. Las derivaciones se efectuarán siempre con el eje del ramal a 45° con respecto al eje de la tubería principal antes de la unión, salvo cuando el espacio disponible lo impida o cuando se necesite equilibrar el circuito.

En los cambios de sección en tuberías horizontales los manguitos de reducción serán excéntricos y los tubos se enrasarán por la generatriz superior para evitar formación de bolsas de aire. Igualmente, en las uniones soldadas en tramos horizontales las generatrices superiores del tubo principal y del ramal estarán enrasadas. No se permitirá la manipulación en caliente a pié de obra de tubos de PVC, salvo para la formación de abocardados.

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

#### 7.3.2.3. Pendientes

La colocación de la red de distribución del fluido caloportador se hará siempre de manera que se evite la formación de bolsas de aire. Los tramos horizontales tendrá una pendiente mínima del 0,2 % hacia el purgador más cercano (0,5 % en caso de circulación natural); esta pendiente se mantendrá en frío y caliente. Cuando, debido a las características de la obra, haya que reducir la pendiente, se utilizará el diámetro de la tubería inmediatamente superior. La pendiente será ascendente hacia el purgador más cercano y/o hacia el vaso de expansión, cuando éste sea de tipo abierto, y preferiblemente en el sentido de circulación del fluido.

#### 7.3.2.4. Purgas

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

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

acumule. Cuando se usen purgadores automáticos, éstos serán de tipo de flotador de DN 15, adecuados para la presión de ejercicio del sistema. Los purgadores deberán ser accesibles y, salvo cuando estén instalados sobre ciertas unidades terminales, la salida de la mezcla aire-agua deberá conducirse a un lugar visible. Sobre la línea de purga se instalará una válvula de esfera o de cilindro DN 15 (preferible al grifo macho). En salas de máquinas los purgadores serán, preferiblemente, de tipo manual con válvulas de esfera o de cilindro como grifos de purga; su descarga deberá conducirse a un colector común, de tipo abierto, donde se situarán las válvulas de purga, en un lugar visible y accesible.

#### 7.3.2.5. Dilatación

Las dilataciones que sufren las tuberías al variar la temperatura del fluido deben compensarse a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos, donde suelen concentrarse los esfuerzos de dilatación y contracción. En salas de máquinas se aprovecharán los frecuentes cambios de dirección, con curvas de largo radio para que la red de tuberías tenga la suficiente flexibilidad y pueda soportar las variaciones de longitud. Sin embargo, en los tendidos de tuberías de gran longitud, horizontales o verticales, habrá que compensar los movimientos de la tubería por medio de dilatadores axiales. Los compensadores de dilatación han de ser instalados donde se indique en los Planos y, en su defecto, donde se requiera, según la experiencia de la Empresa Instaladora.

#### 7.3.2.6. Filtración

Todas las bombas y válvulas automáticas deberán protegerse, aguas arriba, por medio de la instalación de un filtro de malla o tela metálica. Una vez terminada de modo satisfactorio la limpieza del circuito y después de algunos días de funcionamiento, los filtros que estén para protección de las bombas podrán ser retirados.

#### 7.3.2.7. Relación con otros servicios

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

- Tensión < 1.000 v

    cable sin protección: 30 cm

    cable bajo tubo: 5 cm

- Tensión  $\geq$  1.000 v: 50 cm

Las tuberías no se instalarán nunca encima de equipos eléctricos, como cuadros o motores, salvo casos excepcionales que deberán ser llevados a conocimiento de la DO. En ningún caso se permitirá la instalación de tuberías en huecos y salas de máquinas de ascensores o en centros de transformación. Con respecto a tuberías de distribución de gases combustibles, la distancia mínima será de 3 cm. Las tuberías no atravesarán chimeneas ni conductos de aire acondicionado o ventilación, no admitiéndose ninguna excepción.

#### 7.3.2.8. Golpe de ariete

Para prevenir los efectos de golpes de ariete provocados por la rápida apertura o cierre de elementos como válvulas de retención instaladas en impulsión de bombas y, en circuitos de agua sanitaria, de grifos, deben instalarse elementos amortiguadores en los puntos cercanos a las causas que los provocan. Cabe recordar que los vasos de expansión, de tipo abierto o cerrado, con o sin membrana, y los depósitos hidro-neumáticos son, de por sí, amortiguadores de golpes de ariete. En circuitos de agua para usos sanitarios, el dispositivo se colocará al final de las columnas o de ramales importantes y estará constituido por un botellín de pocos centenares de cm<sup>3</sup> de capacidad, con aire en contacto directo con el agua. El colchón de aire del botellín se estará alimentando automáticamente por el aire disuelto en el agua. Cuando en la red de agua sanitaria estén instaladas llaves de paso rápido o fluxores, el volumen del botellín deberá ser calculado. En los circuitos en los que el golpe de ariete pueda ser provocado por válvulas de retención, deberá evitarse el uso de válvulas de clapetas y, en circuitos de diámetros superiores a 200 mm, deberán sustituirse las válvulas de retención por válvulas de mariposa motorizadas con acción todo-nada.

#### 7.3.2.9. Expansión

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

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

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

#### 7.3.2.10. Protecciones

Todos los elementos metálicos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el fabricante, como tuberías, soportes y accesorios de acero negro, serán recubiertos por dos manos de pintura anti-oxidante a base de resinas sintéticas acrílicas multipigmentadas con minio de plomo, cromados de cinc y óxidos de hierro. La primera mano se dará antes del montaje del elemento metálico, previa una cuidadosa limpieza y sucesivo secado de la superficie a proteger. La segunda mano se dará con el elemento metálico colocado en el lugar definitivo de emplazamiento, usando una pintura de color netamente diferente de la primera. Los circuitos de distribución de agua caliente para usos sanitarios se protegerán contra la corrosión por medio de ánodos de sacrificio de magnesio, cinc, aluminio o aleaciones de los tres metales. Pueden utilizarse también equipos que suministren corriente de polarización, junto con un estabilizados de corriente y un ánodo auxiliar.

#### 7.4. SOPORTES

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

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

| DN | PN4 | PN6 | PN10 |
|----|-----|-----|------|
| 40 |     | 75  | 75   |
| 50 |     | 80  | 80   |
| 63 |     | 90  | 95   |
| 75 | 100 | 100 | 110  |
| 90 | 100 | 115 | 130  |

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 110 | 115 | 130 | 150 |
| 125 | 125 | 140 | 165 |
| 140 | 135 | 150 | 175 |
| 160 | 145 | 165 | 195 |
| 180 | 155 | 180 | 210 |
| 200 | 165 | 190 | 225 |
| 250 | 185 | 215 | 260 |
| 315 | 210 | 245 | 295 |
| 400 | 240 | 280 | 320 |
| 500 | 280 | 320 | 360 |

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

| DN  | PE.50 | PE.32 |
|-----|-------|-------|
| 16  | 50    | 35    |
| 20  | 55    | 35    |
| 25  | 60    | 40    |
| 32  | 65    | 45    |
| 40  | 75    | 50    |
| 50  | 80    | 60    |
| 63  | 90    | 65    |
| 75  | 100   | 70    |
| 90  | 110   | 80    |
| 110 | 120   | 90    |

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



## **7.5. PRUEBAS HIDROSTÁTICAS**

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

Las pruebas podrán hacerse, si así lo requiere la planificación de la obra, subdividiendo la red en partes. Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, cuando no estén instaladas las unidades terminales. Estos tapones deberán instalarse en el curso del montaje de la red, de tal manera que sirvan al mismo tiempo para evitar la entrada de suciedades. Antes de la realización de las pruebas de estanquidad, la red se habrá limpiado, llenándola y vaciándola el número de veces que sea necesario, utilizando, eventualmente, productos detergentes (el uso de estos productos para la limpieza de tuberías está permitido solamente cuando la red no esté destinada a la distribución de agua para usos sanitarios).

## **7.6. ORGANIZACIÓN DE COMPROBACIÓN DE ESPECIFICACIONES**

La DO comprobará, al momento de la recepción de los materiales en la obra, la conformidad de éstos con las normas nacionales o extranjeras arriba mencionadas. En caso de dudas sobre la calidad de los mismos, la DO podrá hacer efectuar pruebas en un laboratorio de su elección. Los gastos relativos correrían a cargo del Contratista. Durante el curso del montaje, la DO irá comprobando paso a paso que el Contratista cumple con las buenas reglas del arte exigidas en este PCT (uniones, soportes, pendientes, etc).

Cuando se trate de grandes redes de distribución de fluidos caloportadores con presiones de ejercicio superiores a 10 bar, la DO podrá exigir, a expensas del Contratista, el examen radiográfico de algunas soldaduras, aparte del certificado de cualificación de la mano de obra empleada. Por último, la DO presenciara, directamente o a través de persona delegada, todas las pruebas hidráulicas de estanquidad de las redes, comprobando el procedimiento seguido y los resultados obtenidos. La DO hará repetir todas las pruebas cuyos resultados no hayan sido satisfactorios, una vez eliminadas por parte del Contratista las causas que han provocado el fallo.

## **8. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS VÁLVULAS**

### **8.1. GENERALIDADES**

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

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

Los distintos tipos de válvulas se diferencian por la pérdida de presión a obturador abierto, a paridad de caudal y diámetro, y por la hermeticidad a obturador cerrado, a paridad de presión diferencial máxima.

La importancia de estas características depende de la función que debe ejercer la válvula en el circuito. En cualquier caso, el acabado de las superficies de asiento y obturador debe asegurar la estanquidad al cierre de las válvulas para las condiciones de servicio especificadas. El volante y palanca deben ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual con la aplicación de una fuerza razonable, sin la ayuda de medios auxiliares. Además, el órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento térmico de la tubería y del cuerpo de válvula. Las superficies del asiento y del obturador deben ser recambiables. La empaquetadura debe ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla. Las válvulas roscadas y las válvulas de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre la tubería y el obturador. En el cuerpo de las válvulas irán troquelados la presión nominal PN, expresada en bar (o kg/cm<sup>2</sup>), y el diámetro nominal DN, expresado en mm (o pulgadas), por lo menos cuando el diámetro sea igual o superior a 25 mm.

## **8.2. CONEXIONES**

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

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

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

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

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

## **8.3. APLICACIONES**

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

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

Se hará un uso limitado de las válvulas para el equilibrado de los circuitos, debiéndose concebir, en la fase de diseño, un circuito de por sí equilibrado. Salvo expresa autorización del

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

DO, se evitarán las aplicaciones que se describen a continuación:

- válvulas de compuerta de simple cuña para el aislamiento de tramos del circuito en los que la presión diferencial sea superior a 1 bar.
- válvulas de asiento para la interceptación en circuitos con agua en circulación forzada.
- válvulas de compuerta para llenado y vaciado de la instalación.
- válvulas de seguridad del tipo de palanca y contra-peso, por la posibilidad de un desajuste accidental.
- grifos de macho sin prensa-estopas.
- válvulas de retención del tipo de clapeta, por lo menos para diámetros iguales o superiores a DN 25.
- válvulas de retención de cualquier tipo, cuando los diámetros sean superiores a 300 mm. Para estos casos, podrán utilizarse las mismas válvulas de aislamiento, debidamente motorizadas y enclavadas con los contactores de las respectivas bombas, con un tiempo de actuación de 30 a 90 segundos, según el diámetro.

#### **8.4. COMPROBACIONES**

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

## **9. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS FILTROS**

### **9.1. GENERALIDADES**

Todas las bombas y las válvulas automáticas de circuitos de agua deberán estar protegidas por filtros de malla metálica o chapa perforada. Los filtros deberán situarse aguas arriba del elemento a proteger y podrán ser retirados una vez terminada de modo satisfactorio la eliminación de todos los residuos sólidos arrastrados por el fluido. Los filtros se dejarán instalados cuando protejan todo tipo de válvulas automáticas y purgadores, válvulas reductoras de presión, contadores, etc. Los filtros serán del tipo inclinado en Y o tipo cesta. Las conexiones serán roscadas o por bridas. Las mallas o chapas perforadas tendrán un tamiz de las siguientes características:

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

La superficie total de paso del filtro deberá ser tal que la velocidad del fluido, a filtro limpio, no sea superior a la velocidad en las tuberías de acometida y salida, para limitar la pérdida de presión a valores aceptables. El tamiz será accesible por medio de una tapa. Los filtros tendrán, además, un tapón roscado para poder efectuar, en funcionamiento, una purga de la materia acumulada.

Los filtros se identifican por las siguientes características:

- el tipo, inclinado o de cesta.
- el grado de filtración de la malla.
- la pérdida de carga con el caudal de funcionamiento.
- la presión de trabajo a la temperatura de funcionamiento.

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- el tipo y diámetro de las conexiones.
- las dimensiones físicas.

## **9.2. MATERIALES**

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

## **9.3. INSTALACIÓN**

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

## **9.4. COMPROBACIONES**

La DO comprobará que el material llegue a obra con certificado de origen industrial. Se verificarán las características del filtro de acuerdo a las Mediciones.

Una vez instalados, se procederá a una limpieza periódica, cuya frecuencia dependerá del estado de suciedad del circuito, hasta tanto se compruebe que el circuito está completamente limpio.

## **10. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE AISLADORES DE VIBRACIONES**

### **10.1. GENERALIDADES**

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

### **10.2. MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN**

#### **10.2.1. Bancadas**

##### **10.2.1.1. Bancada de hormigón**

Una bancada de hormigón consiste en un marco rectangular de perfiles normalizados de acero en forma de U, soldados entre sí, de altura igual al 8 % de la distancia máxima entre puntos de apoyo, con un mínimo de 150 mm. Soldadas al marco se dispondrán varillas de acero, a distancia de 200 mm en los dos sentidos. La bancada estará dotada de ménsulas para el acoplamiento de los soportes elásticos, soldadas al marco de manera que la altura total de montaje sea la menor posible.

La bancada estará provista de manguitos para el alojamiento de los pernos de fijación del equipo, en forma de ranura de longitud suficiente para permitir ligeros ajustes de posición. Las dimensiones de la bancada en planta serán por lo menos 100 mm superiores a la proyección en planta del polígono delimitado por la posición de los pernos de fijación. El marco de la bancada tendrá un acabado resistente a la corrosión. El hormigón de relleno se echará "in situ".

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

Estará construida con perfiles normalizados de acero, soldados entre sí, de dimensiones y forma

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

adecuadas al equipo que debe soportar, diseñada para proporcionar un marco rígido y libre de distorsiones. La altura de la bancada deberá ser igual, por lo menos, al 8 % de la distancia máxima entre puntos de apoyo, con un mínimo de 150 mm. La bancada estará equipada de ménsulas para el acoplamiento de los soportes elásticos, soldadas a la base de manera que la altura total de montaje sea la menor posible, y provista de taladros en forma de ranura para el paso de los pernos de fijación del equipo. La bancada tendrá un acabado resistente a la corrosión

### 10.2.2. Soportes elásticos

#### 10.2.2.1. De muelle de acero

Soporte elástico constituido, esencialmente, por un muelle de acero especial soldado a dos placas terminales. El muelle tendrá las siguientes características:

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

La superficie inferior de la placa de apoyo estará recubierta por una almohadilla amortiguadora de neopreno nervado de al menos 6 mm de espesor o de fibra de vidrio de al menos 12 mm de espesor. Cada aislador incluirá un perno de fijación, equipado de tuerca y arandelas. Cuando el equipo a soportar esté sujeto a cargas externas o cuando su propio peso varíe (debido, p.e. a drenaje del contenido de agua), el soporte elástico tendrá un dispositivo para limitar la carrera vertical, constituido por una placa de acero fijada al muelle y guiada por medio de pernos aislados con fundas de neopreno. El fabricante suministrará, para cada tamaño de soporte elástico, la máxima carga admisible (en kg) y la deflexión (en mm), así como las dimensiones en planta y sección.

#### 10.2.2.2. Almohadillas de neopreno

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



---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

aceites y capaz de soportar una carga permanente de al menos 40 N/cm<sup>2</sup> y de 20 N/cm<sup>2</sup> bajo impacto. El fabricante suministrará la carga que pueda soportar la almohadilla (en kg o kg/cm<sup>2</sup>), la deflexión máxima, las dimensiones en planta y el espesor.

#### 10.2.2.3. Almohadillas de fibra de vidrio

Estará constituida por fibra de vidrio precomprimida, protegida por una membrana elastomérica impermeable a la humedad, que, al mismo tiempo, permita contener el movimiento del aire entre las fibras; la almohadilla actúa, de esta manera, como un amortiguador viscoso. El fabricante indicará, para cada modelo, la carga máxima admisible (en kg o kg/cm<sup>2</sup>), deflexión estática, frecuencia natural, dimensiones en planta y espesor.

#### 10.2.2.4. Soportes colgantes

Los soportes elásticos para conducciones están constituidos por un marco metálico y un elemento amortiguador. El elemento de amortiguación podrá ser un muelle de acero, una almohadilla de fibra de vidrio o neopreno o ambos. Las características técnicas de los materiales serán las indicadas anteriormente.

El marco deberá resistir una sobrecarga igual a 5 veces la carga máxima del elemento elástico, sin romperse o deformarse, y permitir una desalineación del perno de hasta 15 grados sin que tenga lugar el contacto metal con metal.

#### 10.2.3. Uniones anti-vibratorias

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

#### 10.2.4. Uniones anti-vibratorias y de expansión

Cuando en el punto de colocación del aislador de vibraciones sea de temer la presencia de deformaciones térmicas, el aislador deberá estar en condiciones de absorberlas. Las juntas de

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

expansión que cumplen esta doble función están constituidas por un cuerpo de elastómero, que recubre un alma de tejido metálico de alta resistencia, y de dos bridas o manguitos roscados de acoplamiento.

### **10.3. SELECCIÓN Y MONTAJE**

Para la elección del número de soportes amortiguadores y su situación se seguirán las instrucciones del fabricante del equipo. La selección del soporte amortiguador dependerá de la frecuencia perturbadora de la máquina, el tipo y el peso de la misma y la rigidez del elemento estructural que soporta la máquina. Las uniones anti-vibratorias no deberán hacerse trabajar a tracción o torsión, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Para evitar estos esfuerzos, es necesario conducir los tramos de tubería conectados a la unión por medio de soportes deslizantes. Si la junta fuera del tipo de expansión, deberán instalarse, además, puntos fijos que limiten el recorrido de dilatación y contracción que absorbe la junta. Deberá cuidarse que los tornillos de unión entre bridas y contrabridas tengan las cabezas por el lado de la junta, para no dañar el tejido. La selección de la unión se hará en base al diámetro nominal de la tubería, la presión máxima de trabajo y las deformaciones máximas admisibles en compresión, tracción y desalineación. Cuando una máquina esté montada sobre soportes elásticos, las conexiones eléctricas deberán efectuarse por medio de conducciones flexibles.

### **10.4. COMPROBACIONES**

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

## **11. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS COMPENSADORES DE DILATACIÓN**

### **11.1. GENERALIDADES**

Los compensadores de dilatación deben instalarse en los lugares indicados en los planos y, en su defecto, donde se requiera, según la experiencia del Contratista. Los dilatadores deberán siempre situarse entre dos anclajes de fijación y deberán ser calculados de tal manera que puedan absorber la dilatación debida a la máxima variación de temperatura previsible. El esfuerzo que, provocado por la reacción de los anclajes, se genere en las fibras del material de la tubería no podrá ser superior a 80 N/m<sup>2</sup>. Los soportes incluidos entre los puntos fijos deberán permitir el libre movimiento de la tubería, bien porque ésta pueda correr sobre el soporte por medio de un patín, bien por la flexibilidad del mismo soporte. Si el dilatador es apto para absorber solamente esfuerzos en sentido axial, a los dos lados del mismo deberán situarse soportes que guíen la tubería a moverse exclusivamente en el sentido antes mencionado. Los compensadores de dilatación podrán ser del tipo de lira, o de fuelle, guiado o no, con o sin movimientos angulares, según se indica en los Planos o en las Mediciones. Un compensador de dilatación se identifica por las siguientes características:

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

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

## **11.2. MATERIALES**

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

## **11.3. MONTAJE**

Los compensadores de dilatación de fuelle deben montarse con un pretensado previo si están al servicio de redes recorridas por un fluido caliente. En algunos tipos de dilatadores la membrana se encuentra pretensada de fábrica y para poner el compensador en condiciones de trabajar habrá que soltar el anillo de retención. De lo contrario, habrá que proceder a un pretensado en obra, que deberá efectuarse bajo la supervisión del responsable del Contratista, previo cálculo y siguiendo las instrucciones del fabricante. Los compensadores de dilatación se montarán entre dos puntos de anclajes, o puntos fijos. De un lado y otro del compensador, si éste no admite más que movimientos axiales, deberán instalarse soportes de guiado, uno de los cuales podrá eliminarse si, como es recomendable en la mayoría de los casos, el dilatador se sitúa cerca de un punto fijo. Los compensadores en forma de lira o Z se instalarán en el mismo plano que las tuberías que unen.

## **11.4. COMPROBACIONES**

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

## **12. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS APARATOS DE MEDIDA**

### **12.1. GENERALIDADES**

Los instrumentos de medida se instalarán en todos los puntos indicados en los esquemas hidráulicos de principio. En cualquier caso, deberán instalarse termómetros en los lugares que se indican a continuación:

- a la entrada y salida del agua de generadores de calor.
- a la entrada y salida del agua de evaporadores y condensadores de máquinas frigoríficas.
- en cada uno de los ramales de retorno que lleguen a un colector.
- en el colector de impulsión cuando existan generadores trabajando en paralelo.
- a la salida de válvulas de mezcla para la preparación de agua de circuitos secundarios como ventilosconvectores, paneles radiantes, etc.
- a la entrada y salida de los circuitos primario y secundario de intercambiadores de calor.
- a la entrada y salida de acumuladores de agua para usos sanitarios.
- en el retorno de agua caliente sanitaria.

La vainas de termómetros o sondas termométricas deberán rellenarse con aceite mineral para mejorar el contacto térmico con el fluido caloportador.

La escala del termómetro deberá ser adecuada a la temperatura del fluido que circula en la tubería. Los límites mínimo y máximo de la escala del termómetro no podrán rebasar los siguientes valores, según la temperatura del fluido.

- agua sobrecalentada: 0 °C hasta un máximo de 40 °C por encima de la temperatura máxima de funcionamiento.
- agua caliente de 60 °C a 100 °C: de 0° C a 120 °C.
- agua caliente a baja temperatura y agua caliente para usos sanitarios: 0 °C a 60 °C.
- agua fría para usos sanitarios y agua refrigerada o de torre: 0 °C a 40 °C.
- salmueras: -20 °C o -40 °C a +40 °C.

La medida de presión en los circuitos hidráulicos se efectuará siempre en los siguientes puntos:

- en la aspiración e impulsión de bombas de potencia superior a 2 kW.
- a la entrada y salida de agua de evaporadores y condensadores acoplados a compresores con motores de potencia superior a 30 kW.
- a la entrada y salida de válvulas reductoras de presión.

La graduación máxima de la escala del manómetro será igual a 1,5 a 2,5 veces la presión máxima de servicio. Las medidas de presión diferencial en bombas y aparatos se efectuarán siempre con el mismo instrumento, utilizando bien un manómetro diferencial de doble entrada, bien un manómetro instalado sobre un grifo de tres vías, con platina de comprobación.

Todos los manómetros instalados en aspiración e impulsión de bombas tendrán la aguja con pala de freno inmersa en baño de glicerina, para amortiguar sus movimientos.

La medida de la presión hidrostática de un circuito de agua se efectuará cerca del punto de conexión del vaso de expansión a la red. La graduación máxima de la escala del hidrómetro será superior a la altura geométrica de la instalación o a la presión máxima en el vaso de expansión cerrado.

Cuando así se indique en las Mediciones, la medida de temperatura podrá centralizarse en un único instrumento, montado en un panel de control o cuadro eléctrico en la misma sala de máquinas, conectado por medio de cables a sondas que estarán situadas en los lugares arriba mencionados.

Todos los aparatos de medida de lectura directa se situarán en lugares accesibles y bien iluminados. Cuando así se indique en las mediciones, los aparatos de medida podrán estar equipados de contactos eléctricos para alarma u otras funciones.

## **12.2. MATERIALES**

- Termómetro de capilla.
  - a dilatación de líquido rojo o mercurio.
  - vaina de latón o acero con conexión rosca gas.
  - sonda de salida recta o en escuadra.
  - caja de latón.
  
- Termómetro de esfera.
  - bimetalico o a dilatación de líquido o mercurio.

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- vaina con conexión rosca gas.
  - caja de latón estampado o de acero embutido pintado.
  - sonda de salida recta o en escuadra.
  - esfera de 100 mm de diámetro como mínimo.
- 
- Termómetro de esfera para lectura a distancia.
    - a dilatación de mercurio.
    - caja de latón para empotrar.
    - membrana de acero inoxidable.
    - capilar de cobre.
    - bulbo de cobre.
- 
- Manómetro de esfera.
    - conexión roscada gas.
    - caja de latón.
    - escala de presiones graduada en mca.

### **12.3. COMPROBACIONES**

Los aparatos de medida tendrán que llegar a obra con certificado de origen industrial. Se comprobará la calidad de los aparatos que la empresa instaladora pretende instalar, las dimensiones de la escala y su amplitud, según la situación del emplazamiento en el circuito. Una vez situados en el lugar de emplazamiento, se comprobará la accesibilidad y la facilidad de lectura.

### **13. CONDICIONES DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES**

El control de calidad de la obra implica la constatación del cumplimiento de las condiciones exigidas en el pliego de prescripciones técnicas tanto para los materiales utilizados como para las unidades de obra y los conjuntos o sistemas para los que se haya fijado alguna condición especial.

El contratista debe exigir a sus proveedores la oportuna documentación acreditativa del origen, identidad y calidad de los productos de construcción que le suministren, así como de que los mismos cumplen las especificaciones del Pliego.

Dicha documentación deberá facilitarse a la Dirección de Obra, quien se reserva la opción de requerir otros distintos o repetirlos según los criterios de aceptación o rechazo del Pliego de Prescripciones Técnicas para obras en el ámbito del Ministerio de Defensa, o en su defecto de la normativa de obligado cumplimiento.

La documentación final de obra debe incluir como mínimo:

- La Legalización de las instalaciones (en las que proceda) ante el Órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente.
- Documentación asbuilt. (Mínimo memoria y planos)
- Certificado de pruebas parciales durante la ejecución de la obra.
- Protocolo de pruebas aprobado por la D.F.
- Resultado de las pruebas finales de funcionamiento.
- Documentación técnica y comercial de todos los equipos instalados (manual de instalación, uso y mantenimiento).
- Certificados CE de todos los equipos.
- Certificados CE de todos los materiales.
- Certificado de puesta en marcha de equipos, emitido por el servicio técnico oficial de los fabricantes.
- Curso de formación al personal de mantenimiento.
- Curso de formación a los usuarios.

En cuanto al Sistema de gestión y control:

- Programación del sistema de control.
- Mapeado de los puntos de control.
- Fichas técnicas de los elementos de campo.
- Memoria de funcionamiento del sistema de control.



---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- Memoria resumen cambio de parámetros.

El contratista deberá llevar a cabo, sobre materiales, unidades de obra y conjuntos o sistemas, los controles que se indican en los apartados correspondientes del pliego, advirtiendo de su realización a la Dirección de obra, por si considera oportuno presenciarlos.

Pruebas y ensayos: La Dirección de la Obra puede ordenar que se verifiquen los ensayos y análisis de materiales y unidades de obra que estime conveniente, con cargo al contratista hasta un importe máximo del uno por ciento del presupuesto de la obra.

Se entregará el protocolo de pruebas por parte del contratista para su aprobación por parte de la Dirección de Obra como mínimo un mes antes de la fecha de finalización del plazo de ejecución. Las pruebas finales de funcionamiento se realizarán antes de la finalización del plazo de ejecución de la obra.

Igualmente, la documentación final de obra se entregará antes del plazo de finalización del plazo de ejecución de la misma.

Se probarán todas las instalaciones y equipamientos por el contratista en presencia de la Dirección de Obra, con la extensión, duración y condiciones que ésta determine. A la finalización de las pruebas correspondientes se entregará dossier del protocolo de pruebas.

El Plan de Control de Calidad consistirá en:

- Prueba de funcionamiento de automatismos de cuadros generales de mando y protección e instalaciones eléctricas. Incluso emisión del informe de la prueba.
- Prueba de comprobación del equilibrado de fases en cuadros generales de mando y protección de instalaciones eléctricas. Incluso emisión del informe de la prueba.
- Prueba de comprobación de la continuidad del circuito de puesta a tierra en instalaciones eléctricas. Incluso emisión del informe de la prueba.
- Prueba de medición de la resistencia en el circuito de puesta a tierra de instalaciones eléctricas. Incluso emisión del informe de la prueba.
- Prueba de funcionamiento de mecanismos y puntos de luz de instalaciones eléctricas. Incluso emisión del informe de la prueba.
- Prueba de funcionamiento de la red equipotencial para protección contra derivaciones de las instalaciones de fontanería y/o calefacción. Incluso emisión del informe de la prueba.
- Ensayo para comprobación de la estanqueidad de tuberías de acero negro de circuitos de climatización de frío, mediante la carga a una presión equivalente a 1.5 veces la presión máxima de trabajo mantenida durante un periodo mínimo de 24h, comprobando descensos en la presión de la prueba. Incluso emisión del informe de la prueba

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

- Prueba térmica para comprobación del rendimiento de calderas de calefacción de combustión, comprobado el gasto de combustible, la temperatura, el contenido en CO<sub>2</sub> e índice de Bacharach de los humos, el porcentaje de CO y la pérdida de calor por la chimenea. Incluso emisión del informe de la prueba
- Medición del nivel de ruido en el funcionamiento de enfriadoras y rooftop fuera del apantallamiento acústico. Incluso emisión del informe de la prueba.

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|  |  |       |
|--|--|-------|
|  | Parte: II<br><b>PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b> | Fecha |
|--|--|-------|

| DENOMINACIÓN PPI: <b>CANALIZACIONES DE BANDEJAS Y TUBOS</b>                 |                                     |                |                                    |  |                   |             |
|---|-------------------------------------|----------------|------------------------------------|--|-------------------|-------------|
| Actividad/aspecto a que corresponde el PPI: <b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b> |                                     |                |                                    |  |                   |             |
| Nº  | Descripción de la operación         | Norma o método | Frecuencia o intensidad Inspección | Criterio de aceptación   | Punto control (1) | Responsable |
| <b>1</b>  | <b>CONTROLES PREVIOS</b>            |                |                                    |  |                   |             |
| 1.1   | Recepción de materiales             | Visual         | General                            | Deberán llevar grabados la marca del fabricante, año de fabricación, número de identificación.<br>Se corresponden con las especificadas en proyecto, marcado CE, certificados. | PE                | R. INSTA    |
| 1.2   | Coordinación con instaladores       | Reunión        | Las necesarias                     | Antes del inicio de la ejecución coordinar con los instaladores los trabajos según Programa de Obra  | PE                | R. INSTA    |
| 1.3   | Comprobación de replanteo           | Visual         | Inicial                            | Según planos de instalación de electricidad  | PE                | R. INSTA    |
| <b>2</b>  | <b>CONTROLES EJECUCIÓN</b>          |                |                                    |  |                   |             |
| 2.1   | Sujeción. Distancia entre soportes  | Métrica        | General                            | Según pliego proyecto  | PN                | R. INSTA    |
| 2.2   | Trazado de la canalización          | Visual         | General                            | Correcta alineación.<br>Continuidad en los elementos de unión.<br>Curvas suaves<br>Deben estar por encima de las de agua y vapor.  | PN                | R. INSTA    |
| 2.3   | Colocación de manguitos deslizantes | Visual         | General                            | Utilizar en los cruces de las canalizaciones con las juntas de dilatación.   | PN                | R. INSTA    |

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|          |                                |                |          |   |    |             |
|----------|--------------------------------|----------------|----------|---|----|-------------|
| 2.4      | Colocaciones definitivas       | Visual         | General  | <p>Las curvas practicadas en los tubos no originan disminuciones de sección.</p> <p>La distancia entre abrazaderas de fijación para los tubos rígidos es igual o menor a 80 cm.</p> <p>La distancia entre las bridas de fijación para los tubos flexibles es igual o menor a 60 cm.</p> <p>La entrada de los tubos rígidos a las cajas de registro están realizadas con conos de presión o tuerca y contratuerca.</p> <p>Revisar la utilización piezas especiales, control de cortes y rebabas.</p> | PN | R.<br>INSTA |
| <b>3</b> | <b>PRUEBAS FINALES</b>         |                |          |   |    |             |
| 3.1      | Pruebas finales. Flecha máxima | Métrica        | 1/Planta | $\leq 1\% L$  | PN | R.<br>INSTA |
| 3.2      | Comprobaciones finales         | Visual/Métrica | 10%      | <p>Correcta instalación de boquillas de PVC en los bordes de los tubos metálicos.</p> <p>Las cajas de mecanismos empotradas quedarán enrasadas con los paramentos, admitiéndose una variación de <math>\pm 2</math> mm</p>  | PN | R.<br>INSTA |
| 3.3      | Cajas de mecanismos            | Métrico        | 10%      | <p>El borde inferior de las cajas de mecanismos, con respecto al piso terminado quedarán a las siguientes alturas mínimas:</p> <p>Interruptores: 0.95 m. del suelo.</p>   | PN | R.<br>INSTA |

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

|                |  |  |  |  |  |  |
|----------------|--|--|--|--|--|--|
|                |  |  |  | Bases de enchufe: 0.15 m. del marco de la puerta.<br>Cajas de registro: 0.15 m. de techo y 0.30 m. de pared. |  |  |
| OBSERVACIONES: |  |  |  |  |  |  |

- (1) **PN** si es punto de notificación (el trabajo puede continuar sin esperar resultados del control)  
**PE** si es punto de espera (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Resp. de Calidad de Instalaciones)  
**PP** si es punto de parada (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Cliente o su Consultor)

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

| PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN  |   |                  |                                 |  |                   | Fecha       |
|---|---|------------------|---------------------------------|--|-------------------|-------------|
| DENOMINACIÓN PPI: <b>CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN</b>                     |   |                  |                                 |  |                   |             |
| Actividad/aspecto a que corresponde el PPI: <b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b> |   |                  |                                 |  |                   |             |
| Nº  | Descripción de la operación   | Norma o método   | Frecuencia o intens. Inspección | Criterio de aceptación   | Punto control (1) | Responsable |
| <b>1</b>  | <b>CONTROLES PREVIOS</b>  |                  |                                 |  |                   |             |
| 1.1   | Acondicionar la zona  | Visual / Métrico | Inicial                         | - Correctas características del local.   | PE                | R. INST     |
| 1.2   | Comprobar colocación de armario   | Visual           | 1/cuadro                        | - El empotramiento de la caja queda enrasada con el paramento no admitiendo variaciones de $\pm 2$ mm.<br>- En los cuadros de superficie la fijación debe realizarse en cuatro puntos.<br>- El armario del cuadro general es accesible por la parte delantera y trasera.<br>- Instalación de bancada prefabricada. | PN                | R. INST     |
| <b>2</b>  | <b>CONTROLES EJECUCIÓN</b>  |                  |                                 |  |                   |             |
| 2.1   | Tubos de entrada y salida   | Visual           | 1/cuadro                        | Dentro del cuadro y correctamente sellados   | PN                | R. INST     |
| 2.2   | Cuadros metálicos   | Visual           | 1/cuadro                        | Verificar puesta a tierra de la caja   | PN                | R. INST     |
| <b>3</b>  | <b>COMPROBACIONES FINALES</b>   |                  |                                 |  |                   |             |
| 3.1   | Líneas de alimentación a cuadros secundarios  | Visual           |                                 | Totalmente aislados  |                   |             |
| 3.2   | Prueba de servicio red equipotencial para protección contra derivaciones de las instalaciones de fontanería y/o calefacción | Prueba           |                                 | Inexistencia de derivaciones   |                   |             |
| 3.3   | Medida de la resistencia a tierra   | Prueba           |                                 | - La medida en los puntos de puesta a tierra debe ser $< 10\Omega$ .   |                   |             |

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|                |   |                    |          |   |    |         |
|----------------|---|--------------------|----------|---|----|---------|
|                |   |                    |          | - Comprobar la resistencia de puesta a tierra del conjunto  |    |         |
| 3.4            | Ventilación del local   | Visual             |          | - Correcta y fluida ventilación dependiendo de las características de los aparatos  |    |         |
| 3.5            | Aparatos de medida y control (Automata)   |                    |          | - Correcto funcionamiento de éstos.<br>- Comprobación de I/O de señales de control del automata.<br>- Correcto funcionamiento de la programación      | PN | R. INST |
| 3.6            | Comprobación de las líneas secundarias: secciones y aislamiento.<br>Rotulación de todas las líneas y protecciones | Visual/m<br>étrico | 1/Cuadro | - Debe haber un esquema de principio en el recinto y debe estar plastificado<br>- Rotulación indeleble, marcado de las líneas en interior de cuadros. | PN | R. INST |
| 3.7            | Contactos directos con partes en tensión  | Visual             | 1/cuadro | Comprobar la no existencia de éstos   | PN | R. INST |
| 3.8            | Detección de incendios y extinción  | Visual             | 1/cuadro | Existencia de los sistemas previstos  | PN | R. INST |
| 3.9            | Equipos de seguridad / Alumbrado de emergencia  | Visual             | 1/cuadro | Comprobación de la existencia de los sistemas previstos   | PN | R. INST |
| 3.10           | Previsión de espacio libre  | Visual             | 1/cuadro | Verificación  | PN | R. INST |
| OBSERVACIONES: |   |                    |          |   |    |         |

(1) PN si es punto de notificación (el trabajo puede continuar sin esperar resultados del control)

PE si es punto de espera (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Coordinador de Calidad)

PP si es punto de parada (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Cliente o su Consultor)

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

| PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN  |  |                |                              |   | Fecha             |             |
|---|--|----------------|------------------------------|---|-------------------|-------------|
| DENOMINACIÓN PPI: <b>CUADROS DE PROTECCIÓN. CUADROS SECUNDARIOS</b>         |  |                |                              |   |                   |             |
| Actividad/aspecto a que corresponde el PPI: <b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b> |  |                |                              |   |                   |             |
| Nº  | Descripción de la operación                  | Norma o método | Frecuencia o intens. Inspec. | Criterio de aceptación  | Punto control (1) | Responsable |
| <b>1</b>  | <b>CONTROLES PREVIOS</b>                     |                |                              |   |                   |             |
| 1.1   | Comprobar colocación de cajas                | Visual         | 100%                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- El empotramiento de la caja queda enrasada con el paramento no admitiendo variaciones de <math>\pm 2</math> mm.</li> <li>- En los cuadros de superficie la fijación debe realizarse en cuatro puntos.</li> <li>- Distancia de la parte inferior del cuadro respecto del pavimento terminado no debe superar 1.50 m.</li> </ul> | PN                | R. INST     |
| <b>2</b>  | <b>CONTROLES EJECUCIÓN</b>                   |                |                              |   |                   |             |
| 2.1   | Tubos de entrada y salida                    | Visual         | 50%                          | Dentro del cuadro y correctamente sellados  | PN                | R. INST     |
| 2.2   | Cuadros metálicos                            | Visual         | 50%                          | Cerciorarse de la puesta a tierra de la caja  | PN                | R. INST     |
| <b>3</b>  | <b>PRUEBAS FINALES</b>                       |                |                              |   |                   |             |
| 3.1   | Características de los locales y ubicaciones |                |                              | - Deben ser los adecuados e indicados en proyecto.  |                   |             |
| 3.2   | Ventilación del local                        |                |                              | - Correcta y fluida ventilación dependiendo de las características de los aparatos  |                   |             |
| 3.3   | Elementos de protección y mando              | Prueba         | 50%                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobar el disparo de los interruptores diferenciales mediante el pulsador de prueba.</li> <li>- Intensidad nominal corresponde con su esquema.</li> <li>- Comprobar apriete de conexiones.</li> </ul>   | PN                | R. INST     |



Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|                |  |        |     |   |    |         |
|----------------|--|--------|-----|---|----|---------|
|                |  |        |     | - Medición de tiempos de disparo de interruptores diferenciales < 30ms  |    |         |
| 3.4            | Resistencia de Puesta a Tierra                                       | Prueba | 50% | - La medida en los puntos de puesta a tierra debe ser < de 10 Ω.<br>- Comprobar la Resistencia de puesta a tierra para el conjunto.           | PN | R. INST |
| 3.5            | Aparatos de Medición y Control                                       | Prueba | 50% | Correcto funcionamiento de éstos  | PN | R. INST |
| 3.6            | Secciones de líneas<br>Rotulación de todas las líneas y protecciones | Visual | 50% | - Comprobación de secciones<br>- Esquema de principio en el recinto.<br>- Rotulación indeleble, marcado de las líneas en interior de cuadros. | PN | R. INST |
| 3.7            | Contactos directos con partes en tensión                             | Visual | 50% | Comprobar la no existencia de éstos   | PN | R. INST |
| 3.8            | Detección de incendios y extinción                                   | Visual | 50% | Existencia de los sistemas previstos  | PN | R. INST |
| 3.9            | Equipos de seguridad / Alumbrado de emergencia                       | Visual | 50% | Comprobación de la existencia de los sistemas previstos   | PN | R. INST |
| OBSERVACIONES: |  |        |     |   |    |         |

(1) PN si es punto de notificación (el trabajo puede continuar sin esperar resultados del control)

PE si es punto de espera (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Coordinador de Calidad)

PP si es punto de parada (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Cliente o su Consultor)

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|  |   |       |
|--|---|-------|
|  | <b>PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b> | Fecha |
|--|---|-------|

**DENOMINACIÓN PPI: LÍNEAS ELÉCTRICAS**

Actividad/aspecto a que corresponde el PPI: **INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

| Nº       | Descripción de la operación   | Norma o método | Frecuencia o intens. Inspección | Criterio de aceptación  | Punto control (1) | Responsable |
|----------|-------------------------------|----------------|---------------------------------|---|-------------------|-------------|
| <b>1</b> | <b>CONTROLES PREVIOS</b>      |                |                                 |   |                   |             |
| 1.1      | Recepción de materiales       | Visual         | General                         | Según proyecto  | PE                | R. INSTA    |
| 1.2      | Comprobación de secciones     | Visual         | General                         | Según esquema unifilar del cuadro eléctrico   | PE                | R. INSTA    |
| 1.3      | Coordinación montadores       | Reunión        | Las necesarias                  | Antes del inicio de la ejecución, coordinar con los instaladores los trabajos según Programa de Obra. | PE                | R. INSTA    |
| <b>2</b> | <b>CONTROLES DE EJECUCIÓN</b> |                |                                 |   |                   |             |
| 2.1      | Tendido de cables             | Visual         | General                         | Trazado ordenado. Sujeción adecuada   | PN                | R. INSTA    |
| 2.2      | Marcado de circuitos          | Visual         | 1/cuadro                        | Rotulación indeleble al principio y fin de línea  | PN                | R. INSTA    |
| 2.3      | Conexiones                    | Visual         | 1/cuadro                        | Mediante bornes, regletas, terminales o punteras  | PN                | R. INSTA    |

OBSERVACIONES:

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

| PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN  |   |                |                              |  | Fecha             |             |
|---|---|----------------|------------------------------|--|-------------------|-------------|
| DENOMINACIÓN PPI: <b>RED DE TIERRAS</b>                                     |   |                |                              |  |                   |             |
| Actividad/aspecto a que corresponde el PPI: <b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b> |   |                |                              |  |                   |             |
| Nº  | Descripción de la operación                     | Norma o método | Frecuencia o intens. Inspec. | Criterio de aceptación   | Punto control (1) | Responsable |
| <b>1</b>  | <b>CONTROLES PREVIOS</b>                        |                |                              |  |                   |             |
| 1.1   | Recepción de materiales                         | Visual         | General                      | Comprobar que el modelo, marca y tipo del equipo o aparato corresponde a lo especificado en proyecto. Fichas técnicas y certificados de homologación. Cable desnudo de Cu 50 mm <sup>2</sup> . | PE                | R. INST     |
| 1.2   | Coordinador instaladores                        | Reunión        | Las necesarias               | Antes del inicio de la ejecución se coordinarán los trabajos con el responsable de instalaciones según Plan de Obra.   | PE                | R. INST     |
| <b>2</b>  | <b>CONTROLES DE EJECUCIÓN</b>                   |                |                              |  |                   |             |
| 2.1   | Colocación del cableado                         | Visual         | General                      | - Formando red tal y como indica plano de proyecto<br>- Protección del conductor en interior de ducto.<br>- Abrazaderas de soportación aisladas  | PN                | R. INST     |
| 2.2   | Comprobación de uniones con Estructura Metálica | Visual         | General                      | Unión firme con estructura. El cable no sufre cortes que disminuyan la sección.  | PN                | R. INST     |
| OBSERVACIONES:  |   |                |                              |  |                   |             |

(1) PN si es punto de notificación (el trabajo puede continuar sin esperar resultados del control)

PE si es punto de espera (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Coordinador de Calidad)

PP si es punto de parada (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Cliente o su Consultor)

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

| PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN  |                                  |                    |                              |   | Fecha             |             |
|---|----------------------------------|--------------------|------------------------------|---|-------------------|-------------|
| DENOMINACIÓN PPI: <b>LUMINARIAS</b>   |                                  |                    |                              |   |                   |             |
| Actividad/aspecto a que corresponde el PPI: <b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b> |                                  |                    |                              |   |                   |             |
| Nº  | Descripción de la operación      | Norma o método     | Frecuencia o intens. Inspec. | Criterio de aceptación  | Punto control (1) | Responsable |
| <b>1</b>  | <b>CONTROLES PREVIOS</b>         |                    |                              |   |                   |             |
| 1.1   | Recepción de materiales          | Visual             | General                      | Comprobar que llevan el documento de identificación y que el modelo, marca y tipo del equipo o luminaria corresponden a lo especificado en proyecto o en su defecto aprobadas por la D.F. Fichas técnicas y certificados de homologación. | PE                | R. INSTA    |
| 1.2   | Coordinación con los montadores  | Reunión            | Las necesarias               | Antes del inicio del montaje de luminarias, coordinar los trabajos según Programa de Obra.  | PE                | R. INSTA    |
| <b>2</b>  | <b>CONTROLES DE EJECUCIÓN</b>    |                    |                              |   |                   |             |
| 2.1   | Comprobación de equipos          | Visual             | 1/zona ó sector              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los equipos de encendido ferromagnético llevan condensador.</li> <li>- Los equipos de encendido electrónico incorporan filtros antiarmónicos</li> </ul>  | PE                | R. INSTA    |
| 2.2   | Carcasas metálicas de luminarias | Visual             | 1/zona                       | Tienen borne de tierra  | PN                | R. INSTA    |
| 2.3   | Alineación luminarias            | Visual/<br>Métrico | General                      | - Luminarias correctamente alineadas según proyecto.  | PN                | R. INSTA    |
| 2.4   | Comprobar conexiones             | Visual             | 1/zona                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobar que las conexiones eléctricas se han realizado mediante punteros o elementos especiales.</li> <li>- La luminaria esta</li> </ul>   | PN                | R. INSTA    |

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|                |   |        |     |  |    |             |
|----------------|---|--------|-----|--|----|-------------|
|                |   |        |     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- conectada a tierra.</li> <li>- Los equipos de encendido electrónico están conectados a tierra.</li> <li>- Las luminarias de superficie están firmemente sujetas.</li> </ul>   |    |             |
| <b>3</b>       | <b>PRUEBAS FINALES</b>  |        |     |  |    |             |
| 3.1            | Comprobación de estanqueidad  | Visual | 25% | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprobar la estanqueidad de las luminarias a instalar en zonas exteriores.</li> <li>- Comprobar la estanqueidad de las canalizaciones en zonas exteriores; estanques, jardineras, paseos, arbotantes etc...</li> </ul> | PN | R.<br>INSTA |
| 3.2            | Comprobación de encendido   | Visual | 25% | Q funcionen las luminarias.  | PN | R.<br>INSTA |
| 3.3            | Correcta conexión de equipos y reactancias  | Visual | 25% | Correctamente conectados y en buen estado de funcionamiento.   | PN | R.<br>INSTA |
| 3.4            | Comprobación de interruptores y conmutadores  | Visual | 25% | Correcto funcionamiento de éstos.  | PN | R.<br>INSTA |
| 3.5            | Comprobación sistema de regulación y control centralizado de encendido                          | Visual | 25% | Correcto funcionamiento.   | PN | R.<br>INSTA |
| 3.6            | Comprobación del funcionamiento del alumbrado de emergencia y señalización en todos los locales | Visual | 25% | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Luminarias correctamente alineadas y funcionando.</li> <li>- Correcto funcionamiento de la señalización de locales.</li> </ul>  | PN | R.<br>INSTA |
| OBSERVACIONES: |   |        |     |  |    |             |

(1) PN si es punto de notificación (el trabajo puede continuar sin esperar resultados del control)

PE si es punto de espera (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Coordinador de Calidad)

PP si es punto de parada (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Cliente o su Consultor)

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|  |   |       |
|--|---|-------|
|  | <b>PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN</b> | Fecha |
|--|---|-------|

| DENOMINACIÓN PPI: <b>INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN</b> |                                 |                |                                 |   |                   |             |
|--|---------------------------------|----------------|---------------------------------|---|-------------------|-------------|
| Actividad/aspecto a que corresponde el PPI: <b>FONTANERÍA</b>    |                                 |                |                                 |   |                   |             |
| Nº   | Descripción de la operación     | Norma o método | Frecuencia o intens. Inspección | Criterio de aceptación  | Punto control (1) | Responsable |
| <b>1</b>   | <b>CONTROLES PREVIOS</b>        |                |                                 |   |                   |             |
| 1.1  | Recepción de materiales         | Visual         | general                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipos: Comprobar que lleva placa de identificación y que el modelo, marca y tipo de equipo o aparato corresponden a lo especificado en proyecto. Fichas técnicas y certificados de homologación.</li> <li>- Tuberías: Todas las tuberías deberán llevar grabados la marca del fabricante, diámetro nominal, presión normalizada, año de fabricación y número de identificación.</li> </ul> | PE                | R.<br>INSTA |
| 1.2  | Coordinación instaladores       | Reunión        | Las necesarias                  | Antes del inicio de la ejecución, coordinar los trabajos de Fontanería y saneamiento según Programa de Obra.  | PE                | R.<br>INSTA |
| <b>2</b>   | <b>CONTROL DE EJECUCIÓN</b>     |                |                                 |   |                   |             |
| 2.1  | Distribución tuberías, valvulas | Visual/Métrico | s/cota                          | Secciones, material, accesorios según plano de proyecto.  | PN                | R.<br>INSTA |
| 2.2  | Soportes                        | UNE<br>Visual  | 5/cota                          | Sin deformaciones.  | PN                | R.<br>INSTA |
| 2.3  | Juntas, dilatadores y uniones   | Visual         | 5/cota                          | Estancas  | PN                | R.<br>INSTA |
| 2.4  | Pruebas estanqueidad            | UNE<br>100151  | 1/cota                          | Estanca superada la prueba de 2 veces la de trabajo con un  | PN                | R.<br>INSTA |

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|          |                                      |                         |        |   |    |             |
|----------|--------------------------------------|-------------------------|--------|---|----|-------------|
|          |                                      |                         |        | min. de 10 kg. durante al menos 24 h.   |    |             |
| 2.5      | Aislamientos                         | RITE /<br>UNE<br>100170 | 5/cota | Espesores según normativa   | PN | R.<br>INSTA |
| 2.6      | Señalización de circuitos            | Visual                  | 5/cota | UNE 100100  | PN | R.<br>INSTA |
| 2.7      | Vaciados                             | Visual                  | 5/cota | Parte más baja de la vertical de tubería  | PN | R.<br>INSTA |
| 2.8      | Juntas de dilatación y ptos fijos    | Visual                  | 100%   | Tipo lira según lo especificado en proyecto.  | PN | R.<br>INSTA |
| 2.9      | Válvulas de seguridad                | Visual                  | 100%   | - Escape conducido al desagüe.<br>- Tarada a su presión de trabajo.<br>- Ninguna válvula que aisle e impida su función. | PN | R.<br>INSTA |
| 2.10     | Acometidas                           | Visual                  | 100%   | - Tipo tuberías, seccion, llaves de corte, accesibilidad  | PN | R.<br>INSTA |
| 2.11     | Arquetas                             | Visual                  | 50%    | - Material, dimensiones, entronques con tuberías, tapas   | PN | R.<br>INSTA |
| <b>3</b> | <b>PRUEBAS DE SERVICIO</b>           |                         |        |   |    |             |
| 3.1      | Caudal                               | Visual                  | 1      | Caudal de impulsión correspondiente con modelo de bomba   | PE | R.<br>INSTA |
| 3.2      | Altura manométrica de impulsión      | Visual/Métrico          | 1      | Altura correspondiente con modelo de bomba  | PE | R.<br>INSTA |
| 3.3      | Consumos eléctricos                  | Visual                  | 1      | Coincide con lo indicado en placa de características del grupo de presión.  | PE | R.<br>INSTA |
| 3.4      | Tensión de alimentación              | Métrico                 | 1      | Medición de la tensión de entrada comprobando que es la correcta  | PE | R.<br>INSTA |
| 3.5      | Elementos eléctricos de alimentación | Visual                  | 1      | Óptimas condiciones de funcionamiento.  | PE | R.<br>INSTA |
| 3.6      | Indicadores ópticos                  | Visual                  | 1      | Óptimas condiciones de funcionamiento.  | PE | R.<br>INSTA |
| 3.7      | Velocidades de los motores           | Visual /Métrico         | 1      | Coincide con las características del motor  | PE | R.<br>INSTA |

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|                |   |                 |       |  |    |          |
|----------------|---|-----------------|-------|--|----|----------|
| 3.8            | Potencia total / Potencia activa  | Visual /Métrico | 1     | Coincide con las características del motor, comprobar rendimiento del motor. | PE | R. INSTA |
| 3.9            | Funcionamiento de todas las válvulas y equipos de accionamiento manual                          | Visual          | 100 % | Comprobar que se pueden accionar manualmente sin necesidad de forzamientos   | PE | R. INSTA |
| 3.10           | Presiones del circuito  | Visual          | 1     | Comprobar que se corresponde con la presión de trabajo                       | PE | R. INSTA |
| 3.11           | Control de fugas  | Visual          | 1     |  | PE | R. INSTA |
| 3.12           | Parámetros de control / Control centralizado  | Visual          | 1     | Comprobar estado I/O de s. de control  | PE | R. INSTA |
| 3.13           | Comprobación del funcionamiento del alumbrado de emergencia y señalización en todos los locales | Visual          | 1     | Comprobar su funcionamiento. Correcto alumbrado                              | PE | R. INSTA |
| OBSERVACIONES: |   |                 |       |  |    |          |

(1) PN si es punto de notificación (el trabajo puede continuar sin esperar resultados del control)

PE si es punto de espera (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Coordinador de Calidad)

PP si es punto de parada (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Cliente o su Consultor)



Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

| PROGRAMA DE PUNTOS DE INSPECCIÓN |  | Fecha |
|----------------------------------|--|-------|
|----------------------------------|--|-------|

| DENOMINACIÓN PPI: <b>INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN</b>            |  |                |                                 |  |                   |             |
|--|--|----------------|---------------------------------|--|-------------------|-------------|
| Actividad/aspecto a que corresponde el PPI: <b>CLIMATIZACION</b> |  |                |                                 |  |                   |             |
| Nº   | Descripción de la operación  | Norma o método | Frecuencia o intens. Inspección | Criterio de aceptación   | Punto control (1) | Responsable |
| <b>1</b>   | <b>CONTROLES PREVIOS</b>   |                |                                 |  |                   |             |
| 1.1  | Recepción de equipos y materiales                                  | Visual         | general                         | Comprobar que lleva placa de identificación y que el modelo, marca y tipo de equipo o aparato corresponde a lo especificado en proyecto. Fichas técnicas y certificados de homologación. | PE                | R. INSTA    |
| 1.2  | Coordinación instaladores  | Reunión        | Las necesarias                  | Antes del inicio de la ejecución se coordinarán los trabajos con el responsable de instalaciones según Plan de Obra.   | PE                | R. INSTA    |
| <b>2</b>   | <b>CONTROLES DE EJECUCIÓN</b>                                      |                |                                 |  |                   |             |
| 2.1  | Comprobación de replanteo y ubicación de equipos                   | Visual         | 100 %                           | Horizontalidad, accesibilidad a elementos de mantenimiento.  | PN                | R. INSTA    |
| 2.2  | Distribución/colocación de tuberías de distribución de acero negro | Visual         | 100 %                           | Secciones según proyecto.  | PN                | R. INSTA    |
| 2.3  | Soportes   | RITE           | 100%                            | Comprobar que son suficientes para que no se produzcan deformaciones   | PN                | R. INSTA    |
| 2.4  | Juntas y uniones (estanqueidad)                                    | Visual         | 25 %                            | Eliminación de rebabas producidas por el corte, limpieza, etc...   | PN                | R. INSTA    |
| 2.5  | Juntas de dilatación y pto fijos                                   | Visual         | 25%                             | Comprobar dilatadores tipo lira según proyecto   | PN                | R. INSTA    |

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|                       |                                    |                |     |  |    |             |
|-----------------------|------------------------------------|----------------|-----|--|----|-------------|
| 2.6                   | Rejillas y difusores               | Visual         | 50% | Correcta situación y conexión.   | PN | R.<br>INSTA |
| 2.7                   | Reguladores                        | Visual         | 50% | Comprobar que la marca y el modelo son los especificados en el proyecto  | PN | R.<br>INSTA |
| <b>3</b>              | <b>PRUEBAS DE SERVICIO</b>         |                |     |  |    |             |
| 3.1                   | Elementos eléctricos de protección | Visual         | 1   | Comprobar que están en óptimas condiciones de funcionamiento.  | PE | R.<br>INSTA |
| 3.2                   | Temperaturas de impulsión          | Visual/Métrico | 1   | Comprobación de temperaturas en condiciones normales de trabajo  | PE | R.<br>INSTA |
| 3.3                   | Temperaturas de ambiente           | Visual/Métrico | 1   | Comprobación de temperaturas en condiciones normales de trabajo  | PE | R.<br>INSTA |
| 3.4                   | Condiciones higrométricas ambiente | Visual/Métrico | 1   | Comprobación de humedad en condiciones normales de trabajo   | PE | R.<br>INSTA |
| 3.5                   | Parámetros de control              | Visual         | 1   | Comprobar estado de I/O de señales de control.   | PE | R.<br>INSTA |
| 3.6                   | Rendimiento de calderas            | Métrico        | 1   | Comprobar el rendimiento de calderas de calefacción de combustión comprobando gasto de combustible, temperatura, contenido de CO2 e índice de Bacharach de humos, porcentaje de CO y pérdida de calor por chimenea | PE | R.<br>INSTA |
| 3.7                   | Medición de ruidos                 | Métrico        | 1   | Comprobar que el nivel de ruido en el funcionamiento de enfriadoras y rooftop fuera del apantallamiento acústico se encuentra dentro de los niveles establecidos en proyecto                                       | PE | R.<br>INSTA |
| <b>OBSERVACIONES:</b> |                                    |                |     |  |    |             |

(1) PN si es punto de notificación (el trabajo puede continuar sin esperar resultados del control)

PE si es punto de espera (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Coordinador de Calidad)

PP si es punto de parada (el trabajo no puede proseguir sin la autorización expresa del Cliente o su Consultor)

## **14. CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y DESARROLLO DE OBRA**

Para que el edificio permanezca operativo y con las condiciones térmicas interiores adecuadas, se establecen dos fases de ejecución diferenciadas. La primera se acometería en verano, para sustituir el rooftop de calefacción y la segunda fase se acometería en invierno, para sustituir primero una enfriadora y después la otra, una vez que la primera ya estuviera instalada y plenamente operativa.

### **14.1. FASE 1: SUSTITUCIÓN DE GENERADOR DE CALOR ROOFTOP**

La primera Fase se deberá acometer en los meses que hace más calor y que no se utiliza el Rooftop, que como se ha podido comprobar en los consumos registrados en las facturas de gas natural, serían los meses de Junio a Septiembre. Se tomarán los meses más calurosos, Julio y Agosto, sabiendo que el contratista tendría margen para poder adelantar los trabajos (junio) e incluso si surgen inconvenientes, que los trabajos se pudieran retrasar (septiembre).

Fase 1, actuaciones a acometer:

1. Desmontaje de Rooftop de Calefacción. Se procederá al vaciado de la instalación de circuito primario de calefacción, retirada del calorifugado, desconexión hidráulica, eléctrica, de gas y de control del equipo existente en la actualidad: 1 semana
2. Evacuación de Rooftop de Calefacción mediante grúa. Acopio de materiales para refuerzo de estructura, tubería hidráulica (tanto para frío y calor), valvulería, bombas de primario de frío, etc..., es decir de todo el material pesado que se pueda necesitar tanto para la ejecución de la parte de frío como de calor: 1 día (en fin de semana)
3. Preparación de la estructura. Trabajos de estructura y cerrajería. Se procederá al refuerzo de la estructura de soportación para la nueva ubicación del Rooftop. (se soldarán vigas en voladizo, para soportar el rooftop desde la viga existente) y de las enfriadoras, reforma de escaleras de plataforma elevada, barandillas, tramex, etc.: 3 semanas.
4. Izado de nuevo Rooftop de Calefacción: 1 día (fin de semana)

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

5. Conexión hidráulica, eléctrica, gas y control del nuevo Rooftop: 3 semanas
6. Integración sistema de control, pruebas y puesta en marcha: 1 semana.

Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|  | FASE 1: ROOFTOP DE CALEFACCION |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |               |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--------------------------------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---------------|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  | MES 1: JULIO                   |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   | MES 2: AGOSTO |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | SEMANA 1                       |   |   |   |   | SEMANA 2 |   |   |   |   | SEMANA 3 |   |   |   |               | SEMANA 4 |   |   |   |   | SEMANA 5 |   |   |   |   | SEMANA 6 |   |   |   |   | SEMANA 7 |   |   |   |   | SEMANA 8 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | L                              | M | W | J | V | S        | D | L | M | W | J        | V | S | D | L             | M        | W | J | V | S | D        | L | M | W | J | V        | S | D | L | M | W        | J | V | S | D | L        | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>1. DESMONTAJE ROOFTOP CALEFACCIÓN</b>     | █                              | █ | █ | █ | █ |          |   |   |   |   |          |   |   |   |               |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>2. BAJADA ACTUAL ROOFTOP</b>              |                                |   |   |   | █ | █        |   |   |   |   |          |   |   |   |               |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>3. PREPARACIÓN ESTRUCTURA: CERRAJERÍA</b> |                                |   |   |   |   |          | █ | █ | █ | █ | █        | █ |   | █ | █             | █        | █ | █ | █ |   | █        | █ | █ | █ | █ | █        |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>4. IZADO NUEVO ROOFTOP</b>                |                                |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |               |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>5. CONEXIONADO ROOFTOP</b>                |                                |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |               |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   | █ | █ | █        | █ | █ | █ | █ | █        | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <b>6. PUESTA EN MARCHA</b>                   |                                |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |               |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## **14.2. FASE 2: SUSTITUCIÓN DE ENFRIADORAS**

La segunda fase contempla la sustitución de las enfriadoras.

En la primera fase, ya se habrían ejecutado las adaptaciones de adecuación de estructura y cerrajería, pero faltarían algunas, referidas a los apoyos de las nuevas enfriadoras.

Durante el desarrollo de los trabajos de esta segunda fase se dejará siempre en funcionamiento una de las enfriadoras, ya que en el período de invierno la demanda de frío se cubre con una sola unidad.

Los meses óptimos para acometer esta fase serían enero y febrero.

Fase 2, actuaciones a acometer:

1. Previamente a cualquier desconexión, se tendrán que intercalar válvulas en los circuitos de cada enfriadora, para poder trabajar de manera independiente en ambas máquinas.

Las actuales válvulas de corte de circuito primario de cada enfriadora, están ubicadas muy próximas a las propias máquinas, y no va a ser posible conservar su ubicación al situar las nuevas enfriadoras. Es por ello que estas nuevas cuatro válvulas son indispensables si se quiere tener al menos un equipo funcionando. Además en una de las enfriadoras una válvula habrá que colocarla verticalmente. Como las válvulas embridadas ocupan espacio, y las tuberías están bastante próximas, se ha previsto que se puedan usar válvulas soldadas, como se ha descrito en la memoria. Esta operación debe hacerse un fin de semana, ya que hay que vaciar el primario de frío, eliminar el calorifugado, cortar las tuberías, intercalar las nuevas válvulas, incluso intercalar un tramo con tubo de acero para poder intercalar la válvula vertical que anteriormente hemos indicado. El trabajo preparatorio se estima en dos días laborables, y la parte en la que se dejará sin servicio el inmueble, se estima en dos días de fin de semana, siendo todos estos días correlativos. Es decir, de jueves a domingo. También se puede ir preparando la estructura de soportación de las enfriadoras, ya que nos van a coincidir los puntos de apoyo con los actuales (que son 4 por máquina) e incluso añadir otros 4 puntos de apoyo adicionales. Se ha observado

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

que las enfriadoras actuales, están apoyadas en unos silentblock. El uso de estos elementos está desaconsejado por los fabricantes de enfriadoras.

Para que las enfriadoras estén instaladas a la misma cota que ahora, se debe disponer de unos “enanos” que corrijan la eliminación de los silentblock. Se fabricarán con perfil de acero tipo HEB o similar, acabados con una chapa metálica, la cual va a ser la encargada de recoger las alfombrillas. Además, a la última viga (la más cercana al rooftop), no llegaría a apoyar la máquina, por lo que entre las dos vigas se ha de soldar otro perfil, para que a partir de aquí se coloque otro “enano”. Para estos trabajos de estructura y cerrajería se prevén 3 días. (lunes, martes y miércoles). Total 1 semana completa incluyendo fin de semana.

2. Con las 4 nuevas válvulas de “sectorización” ya instaladas, se pueden cerrar las dos que pertenecen a la enfriadora 01. De esta enfriadora se habrán retirado los picajes y vainas de las sondas e interruptor de flujo, por lo que no quedaría operativa para funcionar. Por tanto se procede al desconexión hidráulico, eléctrico y de control de ésta enfriadora. También se puede proceder a sustituir dos bombas de primario (una sería de reserva y otra correspondería al caudal de la enfriadora a sustituir). En este sentido habrá que confirmar dimensiones de bombas a instalar cuando se opte por una enfriadora u otra (ya que tienen diferencia de caudales nominales).

Con las dimensiones de las bombas de bancada monobloc, no habrá problema para sustituir una a una, con dimensiones similares a las actuales (pero de mayor caudal de agua). Como las bombas tienen válvulas de corte será sencillo su desinstalación.

Por tanto se habría desconectado la enfriadora izquierda y sus bombas, las cuales ya se pueden ir conectando

3. Bajada de la vieja enfriadora, se retiran los silent-block y se sueldan los nuevos “enanos” que habrán quedado preparados previamente. De éstos, unos ya habrán quedado soldados, los que no coinciden con la planta de la vieja enfriadora mientras que los que coinciden con la planta, se tendrán que soldar en un tiempo transcurrido entre la bajada de la vieja enfriadora y la subida de la nueva. Si es necesario, se debe esperar una o dos horas para que se haga este proceso antes de izar la nueva. Cuando todos los enanos estén en su sitio, se izará la nueva enfriadora.

---

*Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid*

Como hay que sustituir el interruptor automático de 250 amperios por otro de 400 amperios, y para hacer este proceso, se ha de dejar sin tensión el cuadro general, se aprovechará ese mismo fin de semana, para realizar también esta maniobra

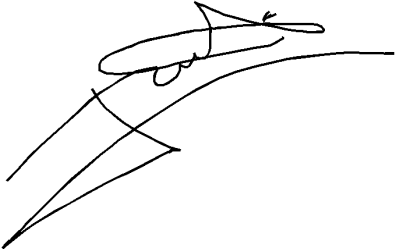
4. Conexión hidráulica, eléctrica y de control de la nueva enfriadora izquierda.
5. Puesta en marcha de la enfriadora nueva.
6. Desconexión de actual enfriadora derecha, de forma análoga a la otra enfriadora
7. Bajada de la vieja enfriadora derecha e izado de la nueva, de forma análoga a la otra enfriadora
8. Conexión hidráulica, eléctrica y de control de la nueva enfriadora derecha.
9. Puesta en marcha de la enfriadora derecha nueva.
10. Pruebas finales.
11. Legalización de la instalación.



Proyecto técnico de ejecución de sustitución de las instalaciones de producción térmica en el edificio de las oficinas de Tragsatec de la Calle Valentín Beato 6 de Madrid

|   | FASE 2: ENFRIADORAS |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |                |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |              |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---------------------|---|---|----------|---|---|----------|---|---|----------|---|---|----------------|---|---|----------|---|---|----------|---|---|----------|---|---|--------------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | MES 1: ENERO        |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   | MES 2: FEBRERO |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   | MES 3: MARZO |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | SEMANA 1            |   |   | SEMANA 2 |   |   | SEMANA 3 |   |   | SEMANA 4 |   |   | SEMANA 5       |   |   | SEMANA 6 |   |   | SEMANA 7 |   |   | SEMANA 8 |   |   | SEMANA 9     |   |   | SEMANA 10 |   |   | SEMANA 11 |   |   | SEMANA 12 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|   | L                   | M | W | J        | V | S | D        | L | M | W        | J | V | S              | D | L | M        | W | J | V        | S | D | L        | M | W | J            | V | S | D         | L | M | W         | J | V | S         | D | L | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D | L | M | W | J | V | S | D |
| 1. INSTALACIÓN DE 4 VALVULAS DE CORTE / SOPORTACIÓN | █                   | █ | █ | █        | █ | █ | █        |   |   |          |   |   |                |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |              |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 2. DESCONEJIÓN DE ENFRIADORA IZQ                    |                     |   |   |          |   |   |          | █ | █ | █        | █ | █ | █              | █ |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |              |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 3. BAJADA VIEJA ENFRIADORA IZQ E IZADO DE LA NUEVA  |                     |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |                |   | █ | █        | █ | █ | █        | █ | █ |          |   |   |              |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 4. CONEXIÓN NUEVA ENFRIADORA IZQ.                   |                     |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |                |   |   |          |   |   |          |   |   | █        | █ | █ | █            | █ | █ | █         |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 5. PUESTA EN MARCHA ENFRIADORA IZQ.                 |                     |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |                |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |              |   |   |           | █ | █ | █         | █ | █ | █         | █ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 6. DESCONEJIÓN DE ENFRIADORA DCHA                   |                     |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |                |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |              |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7. BAJADA VIEJA ENFRIADORA DCHA E IZADO DE LA NUEVA |                     |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |                |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |              |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8. CONEXIÓN NUEVA ENFRIADORA DCHA.                  |                     |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |                |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |              |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9. PUESTA EN MARCHA ENFRIADORA DCHA.                |                     |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |                |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |              |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10. PRUEBAS FINALES                                 |                     |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |                |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |              |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11. LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACION DE FRIO Y CALOR  |                     |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |                |   |   |          |   |   |          |   |   |          |   |   |              |   |   |           |   |   |           |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Madrid, Noviembre de 2019



Fdo: Rubén Fernández Alonso  
INGENIERO INDUSTRIAL