



Graduado en Ingeniería de Organización Industrial

Universidad a Distancia de Madrid

Escuela de Ciencias Técnicas de Ingeniería

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Cálculo de las variables termodinámicas y de mecánica de fluidos de una fuente ornamental con mecanismos y surtidores variables.

Autor: Julián de Dios Royo

Director: César Pérez de Villar

BARCELONA, JULIO 2020

1 ÍNDICE

| | |
|---|-----|
| 1. ÍNDICE | 002 |
| 2. RESUMEN EN ESPAÑOL Y EN INGLÉS | 010 |
| 3. INTRODUCCION Y OBJETIVOS | 012 |
| 4. DESARROLLO | 015 |
| 4.1. Memoria | 016 |
| 4.1.1. Introducción..... | 017 |
| 4.1.1.1. <i>Antecedentes y objetivo de proyecto</i> | 017 |
| 4.1.1.2. <i>Titular de la instalación</i> | 017 |
| 4.1.1.3. <i>Emplazamiento de la fuente</i> | 018 |
| 4.1.1.4. <i>Legislación aplicable</i> | 018 |
| 4.1.1.5. <i>Plazo de ejecución</i> | 019 |
| 4.1.2. Componentes de la fuente..... | 020 |
| 4.1.2.1. <i>Parte hidráulica</i> | 020 |
| 4.1.2.1.1. Anillo exterior 36 surtidores..... | 020 |
| 4.1.2.1.2. Anillo central 16 surtidores..... | 021 |
| 4.1.2.1.3. Anillo interior 6 surtidores..... | 023 |
| 4.1.2.1.4. Circuito de retorno..... | 024 |
| 4.1.2.1.5. Circuito de depuración y filtrado..... | 024 |
| 4.1.2.1.6. Conexión a red de desagüe municipal..... | 025 |
| 4.1.2.1.7. Conexión a red de agua municipal..... | 026 |
| 4.1.2.2. <i>Parte eléctrica</i> | 027 |
| 4.1.2.2.1. Línea de entrada general L1..... | 027 |
| 4.1.2.2.2. Línea de bombas de depuración y filtrado L2..... | 027 |
| 4.1.2.2.3. Línea de bombas de anillos L3..... | 028 |
| 4.1.2.2.4. Línea de bomba centrífuga anillo exterior BC1..... | 028 |
| 4.1.2.2.5. Línea de bomba centrífuga anillo central BC2..... | 028 |
| 4.1.2.2.6. Línea de bomba centrífuga anillo interior BC3..... | 029 |
| 4.1.2.2.7. Línea de bomba depuradora y de filtrado 1 BC4..... | 029 |
| 4.1.2.2.8. Línea de bomba depuradora y de filtrado 2 BC5..... | 029 |
| 4.1.2.2.9. Línea de electroválvulas dobles BC6..... | 030 |
| 4.1.2.2.10. Línea de focos BC7..... | 030 |
| 4.1.2.2.11. Tomas de tierra..... | 031 |
| 4.1.2.2.12. Batería de condensadores..... | 031 |
| 4.1.2.2.13. Línea de acometida..... | 032 |
| 4.1.2.3. <i>Parte de iluminación</i> | 032 |
| 4.1.2.4. <i>Parte de control</i> | 032 |
| 4.1.3. Ejecución de la fuente..... | 034 |
| 4.1.3.1. <i>Obra civil</i> | 034 |
| 4.1.3.1.1. Vaso de la fuente..... | 034 |
| 4.1.3.1.2. Cuarto de máquinas y depósito de compensación..... | 035 |
| 4.1.3.1.3. Canal del vertedero..... | 036 |
| 4.1.3.1.4. Canaleta de obra y tuberías..... | 037 |
| 4.1.3.2. <i>Obra hidráulica</i> | 037 |
| 4.1.3.2.1. Montaje y colocación de bombas..... | 037 |
| 4.1.3.2.2. Montaje y colocación de nichos más switch..... | 038 |
| 4.1.3.2.3. Montaje del circuito hidráulico..... | 038 |

| | | |
|-------------|--|------------|
| 4.1.3.3. | <i>Obra eléctrica</i> | 039 |
| 4.1.3.3.1. | Montaje armario RACK..... | 039 |
| 4.1.3.3.2. | Montaje transformadores rectificadores y repartidor de bornes..... | 040 |
| 4.1.3.3.3. | Montaje aparamenta..... | 040 |
| 4.1.3.3.4. | Montaje anemómetro y focos..... | 040 |
| 4.1.3.3.5. | Montaje cableado..... | 041 |
| 4.1.4. | Características y prestaciones de funcionamiento..... | 041 |
| 4.1.4.1. | <i>Método de caída de presión</i> | 041 |
| 4.1.4.2. | <i>Puesta en marcha de la instalación hidráulica</i> | 042 |
| 4.1.4.3. | <i>Prueba y puesta en marcha general</i> | 042 |
| 4.1.5. | Características y prestaciones de funcionamiento..... | 043 |
| 4.2. | Pliego de Prescripciones técnicas | 044 |
| 4.2.1. | Disposiciones generales..... | 045 |
| 4.2.1.1. | <i>Obras que se proyectan</i> | 045 |
| 4.2.1.2. | <i>Planos</i> | 045 |
| 4.2.1.3. | <i>Similitud de materiales</i> | 045 |
| 4.2.2. | Condiciones generales..... | 045 |
| 4.2.2.1. | <i>Objeto</i> | 045 |
| 4.2.2.2. | <i>Identificación de riesgos de Seguridad y Salud</i> | 046 |
| 4.2.2.3. | <i>Accesos y acopios</i> | 046 |
| 4.2.2.4. | <i>Subcontratas</i> | 046 |
| 4.2.2.5. | <i>Ejecución de los trabajos</i> | 046 |
| 4.2.2.6. | <i>Obras ocultas</i> | 046 |
| 4.2.2.7. | <i>Vicios ocultos</i> | 047 |
| 4.2.2.8. | <i>Residuos</i> | 047 |
| 4.2.2.9. | <i>Limpieza de Obras</i> | 047 |
| 4.2.2.10. | <i>Obras accesorias</i> | 047 |
| 4.2.3. | Condiciones de los materiales..... | 048 |
| 4.2.3.1. | <i>Tuberías de polietileno y accesorios</i> | 048 |
| 4.2.3.2. | <i>Bombas centrífugas</i> | 048 |
| 4.2.3.3. | <i>Electroválvula doble (switch y nicho)</i> | 048 |
| 4.2.3.4. | <i>Focos</i> | 049 |
| 4.2.3.5. | <i>Cableado</i> | 049 |
| 4.2.3.6. | <i>Tomas de tierra</i> | 050 |
| 4.2.3.7. | <i>Llenado y anti-inundación</i> | 050 |
| 4.2.3.8. | <i>Estándares higiénico-sanitarios</i> | 050 |
| 4.2.3.9. | <i>Revisiones y mantenimiento</i> | 051 |
| 4.3. | Anexos | 052 |
| 4.3.1. | Cronograma..... | 053 |
| 4.3.2. | Gantt..... | 054 |
| 4.3.3. | Plan de Gestión de Residuos..... | 055 |
| 4.3.3.1. | <i>Clasificación y descripción de los residuos</i> | 055 |
| 4.3.3.2. | <i>Estimación de los residuos a generar</i> | 056 |
| 4.3.3.3. | <i>Medidas para la prevención de residuos</i> | 057 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 4.3.3.4. | <i>Medidas para la reutilización y separación de residuos</i> | 057 |
| 4.3.4. | Identificación de riesgos de Seguridad y Salud..... | 058 |
| 4.3.4.1. | <i>Antecedentes y datos generales</i> | 058 |
| 4.3.4.1.1. | Objeto..... | 058 |
| 4.3.4.1.2. | Datos del proyecto..... | 058 |
| 4.3.4.1.3. | Descripción de la obra..... | 059 |
| 4.3.4.1.4. | Instalaciones provisionales..... | 059 |
| 4.3.4.1.5. | Maquinaria de obra..... | 061 |
| 4.3.4.1.6. | Medios auxiliares..... | 061 |
| 4.3.4.2. | <i>Riesgos laborales</i> | 061 |
| 4.3.4.2.1. | Obra civil..... | 062 |
| 4.3.4.2.2. | Obra hidráulica..... | 063 |
| 4.3.4.2.3. | Obra eléctrica..... | 064 |
| 4.3.4.3. | <i>Normativa aplicable</i> | 066 |
| 4.3.4.4. | <i>Formación</i> | 066 |
| 4.4. | Cálculos | 067 |
| 4.4.1. | Calculo de parámetros hidráulicos..... | 068 |
| 4.4.1.1. | <i>Anillo exterior de 36 surtidores</i> | 068 |
| 4.4.1.1.1. | Velocidades, caudales y números adimensionales..... | 068 |
| 4.4.1.1.2. | Pérdidas mayores y menores..... | 073 |
| 4.4.1.1.3. | Bomba centrífuga y presión de tuberías..... | 079 |
| 4.4.1.1.4. | Cavitación y efecto ariete..... | 081 |
| 4.4.1.1.5. | Justificación de la elección de tuberías por diámetro recomendado..... | 082 |
| 4.4.1.2. | <i>Anillo medio de 16 surtidores</i> | 085 |
| 4.4.1.2.1. | Velocidades, caudales y números adimensionales..... | 085 |
| 4.4.1.2.2. | Pérdidas mayores y menores..... | 090 |
| 4.4.1.2.3. | Bomba centrífuga y presión de tuberías..... | 096 |
| 4.4.1.2.4. | Cavitación y efecto ariete..... | 098 |
| 4.4.1.2.5. | Justificación de elección de tuberías por diámetro recomendado..... | 099 |
| 4.4.1.3. | <i>Anillo interior de 6 surtidores</i> | 102 |
| 4.4.1.3.1. | Velocidades, caudales y números adimensionales..... | 102 |
| 4.4.1.3.2. | Pérdidas mayores y menores..... | 107 |
| 4.4.1.3.3. | Bomba centrífuga y presión de tuberías..... | 113 |
| 4.4.1.3.4. | Cavitación y efecto ariete..... | 115 |
| 4.4.1.3.5. | Justificación de elección de tuberías por diámetro recomendado..... | 116 |
| 4.4.1.4. | <i>Circuito de retorno</i> | 119 |
| 4.4.1.4.1. | Caudales y dimensión del vertedero..... | 119 |
| 4.4.1.4.2. | Velocidad del canal y números adimensionales..... | 120 |
| 4.4.1.4.3. | Justificación del depósito de compensación..... | 122 |
| 4.4.1.5. | <i>Circuito de depuración y filtrado</i> | 124 |
| 4.4.1.5.1. | Caudales y velocidades..... | 124 |
| 4.4.1.5.2. | Filtro de arena y números adimensionales..... | 125 |
| 4.4.1.5.3. | Pérdidas mayores y menores..... | 127 |
| 4.4.1.5.4. | Bomba centrífuga y presión de tuberías..... | 130 |
| 4.4.1.5.5. | Cavitación y efecto ariete..... | 131 |
| 4.4.2. | Calculo de parámetros eléctricos..... | 133 |
| 4.4.2.1. | <i>Dimensionamiento del cableado</i> | 133 |

| | |
|---|-----|
| 4.4.2.1.1. Intensidad de diseño..... | 133 |
| 4.4.2.1.2. Intensidades admisibles..... | 138 |
| 4.4.2.1.3. Tipo de conductor según intensidad admisible..... | 141 |
| 4.4.2.1.4. Comprobación según la caída de potencial..... | 144 |
| 4.4.2.2. <i>Dimensionamiento de aparatos de maniobra</i> | 146 |
| 4.4.2.2.1. Intensidad de cortocircuito..... | 146 |
| 4.4.2.2.2. Interruptores automáticos y magnetotérmicos..... | 153 |
| 4.4.2.3. <i>Tomas de tierra</i> | 159 |
| 4.4.2.3.1. Toma de tierra del cuadro general..... | 159 |
| 4.4.2.3.2. Toma de tierra del vaso de la fuente..... | 160 |
| 4.4.2.4. <i>Batería de condensadores</i> | 160 |
| 4.4.2.4.1. Potencia capacitiva..... | 160 |
| 4.4.2.4.2. Capacidad de las baterías..... | 161 |
| 4.4.2.5. <i>Línea de acometida</i> | 161 |
| 4.4.2.5.1. Intensidad de diseño..... | 161 |
| 4.4.2.5.2. Intensidad admisible..... | 161 |
| 4.4.2.5.3. Tipo de conductor según intensidad admisible..... | 162 |
| 4.4.2.5.4. Comprobación según caída de potencial..... | 162 |
| 4.4.3. Cálculo de parámetros de iluminación..... | 163 |
| 4.4.3.1. <i>Fotometría del foco</i> | 163 |
| 4.4.3.2. <i>Parámetros característicos para plano alpha</i> | 164 |
| 4.4.3.2.1. Flujo lumínico circular 200..... | 164 |
| 4.4.3.2.2. Intensidad luminosa..... | 164 |
| 4.4.3.2.3. Iluminancia..... | 164 |
| 4.4.3.3. <i>Parámetros característicos para plano beta</i> | 165 |
| 4.4.3.3.1. Flujo lumínico circular 200..... | 165 |
| 4.4.3.3.2. Intensidad luminosa..... | 165 |
| 4.4.3.3.3. Iluminancia..... | 165 |
| 4.4.4. Efecto del viento..... | 166 |
| 4.4.4.1. <i>Anillo de 36 surtidores</i> | 166 |
| 4.4.4.1.1. Premisas..... | 166 |
| 4.4.4.1.2. Desarrollo..... | 166 |
| 4.4.4.1.3. Comprobación coeficiente de arrastre..... | 168 |
| 4.4.4.2. <i>Anillo de 16 surtidores</i> | 168 |
| 4.4.4.2.1. Premisas..... | 168 |
| 4.4.4.2.2. Desarrollo..... | 169 |
| 4.4.4.2.3. Comprobación coeficiente de arrastre..... | 170 |
| 4.4.4.3. <i>Anillo de 6 surtidores</i> | 171 |
| 4.4.4.3.1. Premisas..... | 171 |
| 4.4.4.3.2. Desarrollo..... | 171 |
| 4.4.4.3.3. Comprobación coeficiente de arrastre..... | 173 |
| 4.4.5. Propuesta de optimización con paneles fotovoltaicos..... | 174 |
| 4.4.5.1. <i>Descripción general</i> | 174 |
| 4.4.5.2. <i>Dimensionamiento de la instalación fotovoltaica</i> | 174 |
| 4.4.5.2.1. Consumo..... | 174 |
| 4.4.5.2.2. Radiación solar..... | 175 |
| 4.4.5.2.3. Número y tipo de paneles..... | 177 |

| | |
|--|------------|
| 4.4.5.2.3.1. <i>Regulador con seguimiento de punto de máxima potencia</i> | 177 |
| 4.4.5.2.3.2. <i>Regulador sin seguimiento de punto de máxima potencia</i> | 178 |
| 4.4.5.2.4. Número y tipo de baterías..... | 178 |
| 4.4.5.2.5. Regulador..... | 180 |
| 4.4.5.2.6. Inversor..... | 180 |
| 4.5. Planos | 181 |
| 4.5.1. Situación y emplazamiento..... | 182 |
| 4.5.2. Vista aérea y coordenadas..... | 183 |
| 4.5.3. Ubicación general y proximidad al centro del pueblo..... | 184 |
| 4.5.4. Anillo exterior..... | 185 |
| 4.5.5. Anillo central..... | 186 |
| 4.5.6. Anillo interior..... | 187 |
| 4.5.7. Conjunto de anillos..... | 188 |
| 4.5.8. Circuito de depuración..... | 189 |
| 4.5.9. Depósito de compensación y vertedero..... | 190 |
| 4.5.10. Cuarto de máquinas..... | 191 |
| 4.5.11. Vaso fuente..... | 192 |
| 4.5.12. Altura de la fuente..... | 193 |
| 4.5.13. Tomas de tierra..... | 194 |
| 4.5.14. Distribución bombas..... | 195 |
| 4.5.15. Detalle cruce tuberías, acometida general de agua y altura de succión..... | 196 |
| 4.5.16. Detalle filtro Y en paralelo y fotografía cuarto de bombas..... | 197 |
| 4.5.17. Filtro de arena. Control de pH, cloro y floculante..... | 198 |
| 4.5.18. Esquema eléctrico..... | 199 |
| 4.5.19. Transformador rectificador de electroválvulas..... | 200 |
| 4.5.20. Transformador rectificador de focos..... | 201 |
| 4.5.21. Plano de bornes de electroválvulas 1..... | 202 |
| 4.5.22. Plano de bornes de electroválvulas 2..... | 203 |
| 4.5.23. Plano de bornes de electroválvulas 3..... | 204 |
| 4.5.24. Plano de bornes de focos 1..... | 205 |
| 4.5.25. Plano de bornes de focos 2..... | 206 |
| 4.5.26. Plano de bornes de focos 3..... | 207 |
| 4.5.27. Canaleta y tubos de PVC para cable H07RN-7..... | 208 |
| 4.5.28. Switch más nicho dinámico..... | 209 |
| 4.5.29. Conjunto de lanzas..... | 210 |
| 4.5.30. Circular 200..... | 211 |
| 4.5.31. Teléfonos y sitios de interés en estudio de seguridad..... | 212 |
| 4.6. Presupuesto | 213 |
| 4.6.1. Cuadro de precios descompuesto..... | 214 |
| 4.6.1.1. <i>Obra hidráulica</i> | 214 |
| 4.6.1.1.1. Tuberías..... | 214 |
| 4.6.1.1.2. Codos de 90 y 45 grados..... | 218 |
| 4.6.1.1.3. Tes..... | 222 |
| 4.6.1.1.4. Reductores..... | 226 |
| 4.6.1.1.5. Válvula antirretorno..... | 229 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 4.6.1.1.6. | Electroválvulas..... | 230 |
| 4.6.1.1.7. | Filtro de arena..... | 231 |
| 4.6.1.1.8. | Bombas centrífugas..... | 231 |
| 4.6.1.1.9. | Filtro Y..... | 232 |
| 4.6.1.1.10. | Switches con nicho..... | 233 |
| 4.6.1.1.11. | Lanzas..... | 233 |
| 4.6.1.1.12. | Sumidero horizontal o vertical..... | 234 |
| 4.6.1.1.13. | Controlador de pH, cloro y floculante..... | 234 |
| 4.6.1.1.14. | Depósito de líquido de pH, cloro y floculante..... | 235 |
| 4.6.1.2. | <i>Obra eléctrica</i> | 236 |
| 4.6.1.2.1. | Cables..... | 236 |
| 4.6.1.2.2. | Cables de toma de tierra..... | 240 |
| 4.6.1.2.3. | Transformadores rectificadores..... | 240 |
| 4.6.1.2.4. | Repartidor modular de bornes..... | 240 |
| 4.6.1.2.5. | Interruptores..... | 241 |
| 4.6.1.2.6. | Armario repartidor con tarjetas DMX..... | 244 |
| 4.6.1.2.7. | Sensores conectados con señal DMX..... | 244 |
| 4.6.1.2.8. | Foco circular 200..... | 244 |
| 4.6.1.2.9. | Ordenador PLC para DMX..... | 245 |
| 4.6.2. | Presupuesto y mediciones..... | 246 |
| 4.6.2.1. | <i>Anillo exterior de 36 surtidores</i> | 246 |
| 4.6.2.1.1. | Succión..... | 246 |
| 4.6.2.1.2. | Descarga 1..... | 246 |
| 4.6.2.1.3. | Descarga 2..... | 247 |
| 4.6.2.1.4. | Descarga 3..... | 248 |
| 4.6.2.1.5. | Anillo..... | 249 |
| 4.6.2.1.6. | Acometida..... | 250 |
| 4.6.2.1.7. | Conjunto de salida..... | 250 |
| 4.6.2.2. | <i>Anillo exterior de 16 surtidores</i> | 251 |
| 4.6.2.2.1. | Succión..... | 251 |
| 4.6.2.2.2. | Descarga 1..... | 251 |
| 4.6.2.2.3. | Descarga 2..... | 252 |
| 4.6.2.2.4. | Descarga 3..... | 253 |
| 4.6.2.2.5. | Anillo..... | 254 |
| 4.6.2.2.6. | Acometida..... | 255 |
| 4.6.2.2.7. | Conjunto de salida..... | 255 |
| 4.6.2.3. | <i>Anillo exterior de 6 surtidores</i> | 256 |
| 4.6.2.3.1. | Succión..... | 256 |
| 4.6.2.3.2. | Descarga 1..... | 256 |
| 4.6.2.3.3. | Descarga 2..... | 257 |
| 4.6.2.3.4. | Anillo..... | 258 |
| 4.6.2.3.5. | Acometida..... | 259 |
| 4.6.2.3.6. | Conjunto de salida..... | 259 |
| 4.6.2.4. | <i>Circuito de depuración y filtrado</i> | 260 |
| 4.6.2.5. | <i>Conexión desagüe</i> | 262 |
| 4.6.2.6. | <i>Conexión red general de agua</i> | 263 |
| 4.6.2.7. | <i>Cables eléctrico</i> | 265 |

| | | |
|------------|--|------------|
| 4.6.2.8. | <i>Interruptores</i> | 267 |
| 4.6.2.9. | <i>Control y luces</i> | 269 |
| 4.6.2.9.1. | Armario repartidor con tarjetas DMX..... | 269 |
| 4.6.2.9.2. | Sensores conectados con señal DMX..... | 269 |
| 4.6.2.9.3. | Foco circular 200..... | 269 |
| 4.6.2.9.4. | Armario repartidor de bornes..... | 269 |
| 4.6.2.9.5. | Ordenador PLC para DMX..... | 269 |
| 4.6.3. | Resumen de presupuesto..... | 270 |
| 5. | RESULTADOS Y CONCLUSIONES | 271 |
| 6. | BIBLIOGRAFIA | 283 |

2 RESUMEN ABSTRACT

El presente Trabajo de Fin de Grado consiste en proyectar una fuente ornamental para el municipio de Vallirana (Barcelona), en la que se puedan realizar coreografías de formas de agua y de luces de colores, cumpliendo en cada instante con la normativa vigente y velando por la economía de costes.

El proyecto en sí consta de Memoria, Pliego de Prescripciones Técnicas, Anexos, Cálculos, Planos y Presupuesto.

En el capítulo de Memoria se explican las características básicas de la fuente y su forma de ejecución, dando paso al Pliego de Prescripciones Técnicas que, a modo de contrato, incluye las condiciones que han de llevarse a cabo.

A continuación se presentan los Anexos, como piezas inconexas, pero totalmente necesarias, como el Cronograma, el GANTT, el Plan de Gestión de Residuos y la Identificación de Riesgos de Seguridad.

Quizás, el tema más interesante llega con los Cálculos y Planos, donde se justifica y pormenoriza cómo será la fuente y las prestaciones de la misma, para finalizar con un Presupuesto.

Adicionalmente se incluye el cálculo del Efecto del Viento y una Propuesta de Optimización mediante Paneles Fotovoltaicos, poniendo en valor el interés por el Medio Ambiente.

This Final Degree Project consists in designing an ornamental fountain for the town of Vallirana (Barcelona), where water and colour light choreography would be displayed, always keeping to the current regulations and looking for cost savings.

The Project itself consists of a Report, Technical Specifications Sheet, Annexes, Calculations, Plans and Budget.

Basic features of the fountain are explained in the Report chapter, as well as the way it will be executed, followed by the Technical Specifications Sheet where required conditions are included, in the form of contract.

Next come the Annexes, apparently disconnected pieces but fully necessary, like the Schedule, GANTT, Waste Management Plan and Identification of Health and Safety Risk.

Perhaps the most interesting topic comes with the Calculations and Plans, where the way the fountain will look like is justified and described in detail, ending with a Budget.

In addition, a Calculation of the Wind Effect and Optimization Proposal through Photovoltaic Panels are included, emphasizing the interest in the Environment.

3 INTRODUCCION Y OBJETIVOS

El presente trabajo tiene como objetivo plasmar algunos de los conocimientos adquiridos a lo largo de estos cuatro años de estudio, de tal modo que queden reflejados en el mismo.

Principalmente se desarrolla la materia de Termodinámica y Mecánica de Fluidos, aunque también tienen un lugar importante las materias de Electrotecnia, Expresión Gráfica y Oficina Técnica, complementadas con Prevención de Riesgos Laborales, Medio Ambiente y Energía Fotovoltaica.

En el interés por plasmar dichos conocimientos se observará que, algunos de los diseños son poco operativos, como es el caso de los circuitos hidráulicos de la fuente en los que se repite un mismo esquema. Se parte de un eje central que se va abriendo en ramas hasta alcanzar el anillo en 4 puntos (2 puntos si las dimensiones son pequeñas).

Se opta por este diseño para conseguir igualar las presiones, ya que cada uno de los 4 accesos ha recorrido la misma distancia con los mismos diámetros nominales y con la misma cota, por lo que las pérdidas deben ser iguales. Además, dada la naturaleza cerrada del anillo las posibles diferencias de presión deberían equilibrarse entre sí.

Este sistema nos permite elegir el surtidor más lejano para realizar cálculos a manualmente, como si fuera un sistema de tuberías en serie, y añadir una carga al resto mediante una válvula de caudal, para conseguir que todos los surtidores tengan las mismas características hidráulicas. Ciertamente, en el cálculo iterativo por ordenador obtendríamos valores ligeramente distintos, pero el presente trabajo versaría sobre la utilización de un programa informático en concreto y no de la materia impartida en las aulas.

En los cálculos de electrotecnia se ha intentado obtener información veraz sobre la red de alimentación de la población de Vallirana a través de la Distribuidora y la Comercializadora de energía, pero ha resultado imposible, por lo que se optado por suponer que tenemos un transformador de media muy próximo a la fuente.

Quizás el tema más novedoso sea el de la iluminación, en el que se hace una muy breve exposición de la misma a través de la fotometría de un foco en particular, que publicita la empresa suministradora.

Respecto la expresión gráfica es importante recalcar que los planos no pretenden ser un diédrico perfecto, con el que se pueda reconstruir fielmente la fuente ornamental. Más bien pretenden transmitir la idea de cómo será la misma, desde diferentes puntos de vista, por lo que abundan las imágenes en 3D.

Dado el carácter eminentemente formativo del presente trabajo, no es de extrañar que se base en el manual de consulta (Mecánica de Fluidos, séptima de edición, de Robert

L. Mott), del que se han extraído la mayor parte de los gráficos, tablas y ábacos que permiten la realización de los mencionados cálculos a mano.

Se ha intentado por todos los medios eliminar las unidades de medida anglosajonas, para documentar el presente trabajo en unidades de medida del sistema internacional, aunque ello no ha sido siempre posible, como en el caso del vertedero, en el que la presencia de constantes en el sistema anglosajón lo han hecho inviable. No obstante, el resultado final siempre se ha expresado en el sistema internacional.

Para concluir esta introducción cabe reseñar que se han introducido temas de Oficina Técnica (cronograma y gráfico GANTT), de Medio Ambiente (gestión de residuos), de Seguridad y Salud (identificación de riesgos) y de optimización energética con paneles fotovoltaicos.

4 DESARROLLO

4.1 MEMORIA

4.1.1 INTRODUCCIÓN

4.1.1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

La Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA), y en concreto el grado de Ingeniería de Organización Industrial (IOI) tiene previsto la elaboración de un Trabajo de Fin de Grado por parte de cada alumno (TFG).

Se redacta el proyecto **Cálculo de las variables termodinámicas y de mecánica de fluidos de una fuente ornamental con mecanismos y surtidores variables**, al objeto de comprobar que se han adquirido los conocimientos necesarios en la materia y que se cumple con los requisitos legales y organizacionales para la obtención del grado.

El proyecto incluye la descripción, el cálculo y el cumplimiento de la reglamentación vigente, haciendo especial hincapié en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), el Real Decreto 865/2003 sobre la legionelosis y el Real Decreto 742/2013 sobre criterios técnico-sanitarios en piscinas.

El concepto de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos abarca todas las tuberías, las bombas centrífugas, el depósito de compensación y la sala de control, así como los elementos auxiliares que hacen funcionar a pleno rendimiento la fuente ornamental.

4.1.1.2 TITULAR DE LA INSTALACIÓN

El presente proyecto está diseñado como una mejora en los equipamientos municipales, responsabilidad del ayuntamiento de Vallirana, con domicilio en la calle Major, 329-331, Vallirana 08759 (Barcelona) y NIF P0.829600F.

4.1.1.3 EMPLAZAMIENTO DE LA FUENTE

La fuente estará situada en la calle Canigó, en el cruce con la calles Arboçar y Sant Antoni, en las coordenadas geográficas 41°23'24.8"N, 1°55'46.0"E, pertenecientes al municipio de Vallirana (08759) de Barcelona.

Dada la particular orografía de la localidad (en la cordillera prelitoral), la localización de un lugar llano cerca del núcleo urbano se hace complicado. Dicha localidad ha crecido a lo largo de la N 340, extendiéndose hacia el sur, principalmente con urbanizaciones.

La ubicación elegida se corresponde con un terraplén sobre una riera canalizada que se usó antiguamente como vertedero y que dista 370 metros del ayuntamiento y 914 metros del Centro de Asistencia Primaria.

4.1.1.4 LEGISLACIÓN APLICABLE

Para el presente trabajo se han considerado los siguientes reglamentos y normas:

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Real Decreto 865/2003 sobre la legionelosis.

Real Decreto 742/2013 sobre criterios técnico-sanitarios en piscinas.

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Ley General del Ambiente y los Recursos Naturales.

Ley 10/1998 de Residuos.

Real Decreto 314/2016 Código Técnico de Edificación.

EN/ISO 9001 Calidad.

EN/ISO 14001 Medio ambiente

EHE Instrucción de Hormigón Estructural.

EAE Instrucción de Acero Estructural.

EN 12201 sobre tubos de PE

Directiva 2014/68/UE sobre filtros de arena referente a equipos a presión.

ISO-11126-2 e ISO 11127 sobre la calidad del sílice.

4.1.1.5 PLAZO DE EJECUCION

Está prevista la instalación de los equipos hidráulicos, eléctricos y de iluminación y la realización de las pruebas de funcionamiento después de la obtención de los permisos y autorizaciones de los Organismos Territoriales Competentes. La obtención de los puntos de conexión a red eléctrica y a red de agua no están incluidos en este proyecto.

La obra civil, aunque se describe en la presente memoria, no se incluye en el presente trabajo, por lo que no se estima un plazo de ejecución.

El plazo aproximado de la instalación es la siguiente:

- Instalación de circuito hidráulico: 28 días.
- Instalación de circuito eléctrico: 22 días.
- Realización de pruebas: 3 días.

El plazo total estimado para la instalación es de 31 días, teniendo en cuenta que pueden trabajar más de un equipo simultáneamente, siempre y cuando no interfieran entre sí.

El desarrollo exhaustivo del plazo de ejecución se detalla en los anexos: cronograma y diagrama de Gantt.

4.1.2 COMPONENTES DE LA FUENTE

4.1.2.1 PARTE HIDRÁULICA

La parte hidráulica consta de tres anillos que alimentan los surtidores, de dos líneas que filtran y depuran el agua cada dos horas, de un circuito de retorno con un depósito de compensación y de un cuarto de máquinas o sala de control.

La fuente dispone de un total de 58 surtidores sobre un vaso de 17.3 m de radio exterior. La pared del vaso es de 0.40 metros de alto y 0.30 de ancho, sobre una zapata de 1 metro de altura, construida en hormigón armado con una resistencia característica a la compresión HA-30 en N/mm².

4.1.2.1.1 ANILLO EXTERIOR DE 36 SURTIDORES

La instalación consta de los siguientes componentes:

Línea de succión constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN4 ") con la siguiente secuencia: tubo horizontal de 1 m, codo vertical de 90°, tubo vertical descendente de 1 m, codo vertical de 90°, tubo horizontal de 2 m, codo horizontal de 90° y válvula de globo para conexión a bomba centrífuga.

Bomba centrífuga de 25 HP de potencia a 3500 rpm con una armadura para impulsores de 10 in e impulsores de 7 in con una eficiencia del 61% y conexión de succión y descarga de 4 y 3 in respectivamente.

Rama 1 constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN3 ") con la siguiente secuencia: válvula de globo, codo vertical de 90°, tubo vertical ascendente de 6 m, codo vertical de 90°, tubo horizontal de 22 m. En el tubo vertical se halla el conjunto de filtro en Y, compuesto por dos "tes dobles", cuatro codos de 90°, tres filtros en Y y tres tuberías, con una longitud aproximada de 1 m.

Rama 2 de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN2 ") con la siguiente secuencia: "te" de descarga lateral con entrada de 3" y salida de 2 ", tubo horizontal de 5.05 m en ambas salidas.

Rama 3 de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN1½ ") con la siguiente secuencia: "te" de descarga lateral con entrada de 2" y salida de 1½ ", tubo horizontal de 8.50 m en ambas salidas; una de las salidas cuenta con un codo horizontal de 90° a 5.05 m. El objetivo de este diseño es que se conecte con el anillo de descarga en 4 puntos de igual longitud y sección (podemos despreciar la carga menor de un codo), por lo que se equilibraran las presiones en el mismo.

Anillo de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN1¼ ") con la siguiente secuencia: "4 tes" de descarga lateral con entrada de 1½" y salida de 1¼ ", 4 tubos horizontales de 17 m con 4 codos de 90° hasta cerrar el anillo. Las acometidas se conectan a 0.9, 1.7, 1.5, 1.7, 1.9, 2.0, 2.1, 2.1 y 2.0 metros contando de izquierda a derecha desde la entrada de cada rama 3 de descarga.

Acometida de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN¾"). Existen 36 acometidas de descarga en grupos de 4, correspondientes a las entradas de la rama 3 de descarga. Numerando estas 9 acometidas de izquierda a derecha desde la entrada de la rama 3 de descarga tenemos las siguientes distancias: 1.9, 0.7, 0.7, 1.9, 2.8, 3.3, 3.5, 3.3 y 2.8 metros. Cada acometida está conectada al anillo con una "te" de descarga lateral con entrada de 1¼" y salida de ¾"

Surtidor constituido por un nicho de soporte de 0.4 m de altura, un switch (codo de 90° y electroválvula doble con protección contra contactos IP 68 de clase III "protección basada en alimentación con muy baja tensión") y una lanza de 0.010 m de diámetro. La electroválvula doble permite mantener el circuito siempre abierto, de tal modo que dependiendo de la posición el chorro se difumina en el vaso o sale disparado al exterior a una altura de 4 m manteniendo constante la potencia de la bomba centrífuga. Este circuito tiene 36 surtidores en total y forma una circunferencia de 12 m de radio.

4.1.2.1.2 ANILLO CENTRAL DE 16 SURTIDORES

La instalación consta de los siguientes componentes:

Línea de succión constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN4 ") con la siguiente secuencia: tubo horizontal de 1 m, codo vertical de 90°, tubo vertical descendente de 1 m, codo vertical de 90°, tubo horizontal de 3 m, codo horizontal de 90° y válvula de globo para conexión a bomba centrífuga.

Bomba centrífuga de 40 HP de potencia a 3500 rpm con una armadura para impulsores de 10 in e impulsores de 8 in con una eficiencia del 67% y conexión de succión y descarga de 4 y 3 in respectivamente.

Rama 1 constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN3 ") con la siguiente secuencia: válvula de globo, codo vertical de 90°, tubo vertical ascendente de 6 m, codo vertical de 90°, tubo horizontal de 21 m. En el tubo vertical se halla el conjunto de filtro en Y, compuesto por dos "tes dobles", cuatro codos de 90°, tres filtros en Y y tres tuberías, con una longitud aproximada de 1 m.

Rama 2 de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN2 ") con la siguiente secuencia: "te" de descarga lateral con entrada de 3" y salida de 2½ ", tubo horizontal de 2.25 m en ambas salidas.

Rama 3 de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN1½ ") con la siguiente secuencia: "te" de descarga lateral con entrada de 2½" y salida de 1½ ", tubo horizontal de 4.25 m en ambas salidas; una de las salidas cuenta con un codo horizontal de 90° a 2.25 m. El objetivo de este diseño es que se conecte con el anillo de descarga en 4 puntos de igual longitud y sección (podemos despreocupar la carga menor de un codo), por lo que se equilibraran las presiones en el mismo.

Anillo de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN1¼ ") con la siguiente secuencia: "4 tes" de descarga lateral con entrada de 1½" y salida de 1¼ ", 4 tubos horizontales de 8.4 m con 4 codos de 90° hasta cerrar el anillo. Las acometidas se conectan a 1.1, 1.8, 2.2 y 2.3 metros contando de izquierda a derecha desde la entrada de cada rama 3 de descarga.

Acometida de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN1"). Existen 16 acometidas de descarga en grupos de 4, correspondientes a las entradas de la rama 3 de descarga. Numerando estas 4 acometidas de izquierda a derecha desde la entrada de la rama 3 de descarga tenemos las siguientes distancias: 0.7, 0.7, 1.6 y 1.6 metros. Cada acometida está conectada al anillo con una "te" de descarga lateral con entrada de 1¼" y salida de 1"

Surtidor constituido por un nicho de soporte de 0.5 m de altura, un switch (codo de 90° y electroválvula doble con protección contra contactos IP 68 de clase III "protección basada en alimentación con muy baja tensión") y una lanza de 0.014 m de diámetro. La electroválvula doble permite mantener el circuito siempre abierto, de tal modo que dependiendo de la posición el chorro se difumina en el vaso o sale disparado al exterior a una altura de 8 m manteniendo constante la potencia de la bomba centrífuga. Este circuito tiene 16 surtidores en total y forma una circunferencia de 6 m de radio.

4.1.2.1.3 ANILLO EXTERIOR DE 6 SURTIDORES

La instalación consta de los siguientes componentes:

Línea de succión constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN4 ") con la siguiente secuencia: tubo horizontal de 1 m, codo vertical de 90°, tubo vertical descendente de 1 m, codo vertical de 90°, tubo horizontal de 1 m, codo horizontal de 90° y válvula de globo para conexión a bomba centrífuga.

Bomba centrífuga de 30 HP de potencia a 3500 rpm con una armadura para impulsores de 10 in e impulsores de 8 in con una eficiencia del 65% y conexión de succión y descarga de 4 y 3 in respectivamente.

Rama 1 constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN3 ") con la siguiente secuencia: válvula de globo, codo vertical de 90°, tubo vertical ascendente de 6 m, codo vertical de 90°, tubo horizontal de 23 m. En el tubo vertical se halla el conjunto de filtro en Y, compuesto por dos "tes dobles", cuatro codos de 90°, tres filtros en Y y tres tuberías, con una longitud aproximada de 1 m.

Rama 2 de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN2 ") con la siguiente secuencia: "te" de descarga lateral con entrada de 3" y salida de 2", tubo horizontal de 0.7 m en ambas salidas, para cada una de las dos ramas. El objetivo de este diseño es que se conecte con el anillo de descarga en 2 puntos de igual longitud y sección, por lo que se equilibraran las presiones en el mismo.

Anillo de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN2") con la siguiente secuencia: "2 tes" de descarga lateral con entrada de 2" y salida de 2", 4 tubos horizontales de 1.4 m con 4 codos de 90° hasta cerrar el anillo. Las acometidas se conectan a 0.5, 0.9 y 0.9 metros contando de izquierda a derecha desde la entrada de cada rama 3 de descarga.

Acometida de descarga constituida por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN1¼"). Existen 6 acometidas de descarga en grupos de 2, correspondientes a las entradas de la rama 2 de descarga. Numerando estas 2 acometidas de izquierda a derecha desde la entrada de la rama 2 de descarga tenemos las siguientes distancias: 0.2, 0.3 y 0.2 metros. Cada acometida está conectada al anillo con una "te" de descarga lateral con entrada de 2" y salida de 1¼ "

Surtidor constituido por un nicho de soporte de 0.6 m de altura, un switch (codo de 90° y electroválvula doble con protección contra contactos IP 68 de clase III "protección basada en alimentación con muy baja tensión") y una lanza de 0.019 m de diámetro. La electroválvula doble permite mantener el circuito siempre abierto, de tal modo que dependiendo de la posición el chorro se difumina en el

vaso o sale disparado al exterior a una altura de 12 m manteniendo constante la potencia de la bomba centrífuga. Este circuito tiene 6 surtidores en total y forma una circunferencia de 1 m de radio.

4.1.2.1.4 CIRCUITO DE RETORNO

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Vertedero de 2 m de anchura por 0.10 m de altura de obra

Canal de 2.40 m de anchura con paredes de 0.20 m de anchura y 0.10 m de altura. Solera de 0.30 m de espesor.

Rejilla filtro tramex galvanizado de 1.60x 3 metros en la entrada del depósito de compensación desde el canal.

Depósito de compensación de 4x6x4 metros interior con hastiales de 0.3 m, zapata de 0.5 m y losa de 0.3 m.

Entrada de la red general de agua con electroválvula con sensor de control.

4.1.2.1.5 CIRCUITO DE DEPURACION Y FILTRADO

La instalación consta de los siguientes componentes:

Dos sumideros con salida de 6 in con reja superior de 515x515 mm.

Dos líneas de succión constituidas por tubería de Polietileno (PN10 bar y DN6 ") con la siguiente secuencia cada una: tubo horizontal de 5 m saliendo del vaso (mediante sumideros), codo horizontal de 90°, tubo horizontal de 20 m hacia el cuarto de máquinas, codo horizontal de 90°, tubo horizontal de 17 m buscando el eje central del complejo, codo de 90° vertical, tubo vertical de 6 metros, codo vertical de 90° y válvula de globo de acceso a bomba centrífuga.

El depósito de compensación dispone de un sumidero, que se une a la tubería de succión del vaso más cercana mediante una electroválvula, para poder depurar el agua en caso de que las bombas de los anillos estén paradas.

Además dispone de dos “tes” de 6” con válvula de globo para desagüe y de sumidero anti-inundación en el depósito de compensación.

Dos bombas centrífuga de 7.5 HP de potencia a 1780 rpm con una armadura para impulsores de 13 in e impulsores de 8 in con una eficiencia del 66% y conexión de succión y descarga de 4” y 3” con adaptadores a 6” y 5” respectivamente y válvula de globo de 5” de salida.

Dos filtros de arena de 1600 mm con una velocidad de filtración máxima de 50 m³/h·m², con presión máxima de trabajo de 2.5 bares y altura del lecho del filtro de 1 metro según directiva 2014/68/UE.

Dos conjuntos de 3200 kg de arena de sílex de 0.4-0.8 mm según ISO 11126-2 e ISO 11127.

Sistema de floculación con bomba ajustable, válvula de inyector, tubo de succión y de retorno.

Unidad de control de pH y Cl₂ en ppm con bomba dosificadora.

Tres depósitos de 1000 L para almacenamiento de floculante, líquido de control de pH y de control de cloro

4.1.2.1.6 CONEXIÓN A RED DE DESAGÜE MUNICIPAL

La instalación consta de los siguientes componentes:

Dos líneas de desagüe sobre cada una de las dos líneas de succión del circuito de depuración y filtrado más una tercera línea sifónica encargada de recoger el agua sobrante del depósito de compensación (para evitar derrames), constituidas por tubería de PVC (PN6 bar y DN6”).

Cada línea de desagüe se conecta a de succión con una “te” de 6” para la succión y una electroválvula, continúan un metro en dirección contraria y con sendos codos horizontales de 90° continúan 5 metros en horizontal. La línea más cercana al depósito de succión gira con un codo horizontal de 90° y después de 6 metros se unen en una “te” de 6”. La tercera línea sifónica nace con un sumidero en la

parte superior del depósito de compensación y desciende 5 metros en vertical y se une a la una de las dos línea de desagüe con un “te” de PVC de 6”.

Para poder vaciar el depósito de compensación es necesario abrir la electroválvula de su sumidero que conecta con la línea de succión.

4.1.2.1.7 CONEXIÓN A RED DE AGUA MUNICIPAL

La instalación consta de los siguientes componentes:

Una línea de agua de la red general, constituida por tuberías de Polietileno (PN10 bar y DN3”) con la siguiente secuencia: conexión al punto de red y continuación con 6 metros de tubo, codo horizontal de 90° y continuación con un tubo de 1 metro, codo vertical de 90° y continuación con 6 metros de tubo, codo horizontal de 90° y tres metros de tubo, codo horizontal de 90° y 4 metros de tubo. Existen 4 “tes”, una para dar acceso al llenado del depósito de compensación, otra para unirse al tubo de descarga de la línea de depuración y filtrado más lejana y las dos siguientes para unirse a la más cercana y continuar la línea. También dispondrá de 3 electroválvulas para contralar el llenado del vaso y del depósito.

4.1.2.2 PARTE ELÉCTRICA

La parte eléctrica consta de una línea de entrada general (L1), que reparte a 4 líneas: línea de anillos (L3), línea de depuración (L2), línea de transformador rectificador para electroválvulas (BC6) y línea de transformador rectificador para focos (BC7).

A su vez, la línea de anillos da servicio a las bombas centrífugas (BC1, BC2 y BC3), la línea de depuración a las bombas (BC4 y BC5) y los rectificadores a tres repartidores cada uno (BC6bis1, BC6bis2, BC6bis3, BC7bis1, BC7bis2 y BC7bis3). Cada línea con su aparamenta correspondiente.

4.1.2.2.1 LINEA DE ENTRADA GENERAL L1

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Diez metros de cable multiconductor directo a muro de 3xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 120 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 225 A.

Interruptor automático SIEMENS SENTRON 3VA1220.

4.1.2.2.2 LINEA DE BOMBAS DE DEPURACIÓN Y FILTRADO L2

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Diez metros de cable multiconductor directo a muro de 3xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 6 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 36 A.

Interruptor automático SIEMENS SENTRON 3VA1132.

4.1.2.2.3 LINEA DE BOMBAS DE ANILLOS L3

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Diez metros de cable multiconductor directo a muro de 3xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 95 mm² de sección para una intensidad admisible (I_z) de 194 A.

Interruptor automático SIEMENS SENTRON 3VA1116.

4.1.2.2.4 LINEA BOMBA CENTRÍFUGA ANILLO EXTERIOR BC1

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Cinco metros de cable multiconductor directo a muro de 3xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 16 mm² de sección para una intensidad admisible (I_z) de 66 A.

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL4350-7.

4.1.2.2.5 LINEA BOMBA CENTRÍFUGA ANILLO CENTRAL BC2

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Cinco metros de cable multiconductor directo a muro de 3xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 25 mm² de sección para una intensidad admisible (I_z) de 84 A.

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SP4380-7.

4.1.2.2.6 LINEA BOMBA CENTRÍFUGA ANILLO INTERIOR BC3

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Cinco metros de cable multiconductor directo a muro de 3xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 16 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 66 A.

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL4363-7.

4.1.2.2.7 LINEA BOMBA DEPURADORA Y DE FILTRADO 1 BC4

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Cinco metros de cable multiconductor directo a muro de 3xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 2.5 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 21 A.

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL6316-7.

4.1.2.2.8 LINEA BOMBA DEPURADORA Y DE FILTRADO 2 BC5

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Cinco metros de cable multiconductor directo a muro de 3xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 2.5 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 21 A.

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL6316-7.

4.1.2.2.9 LINEA ELECTROVÁLVULAS DOBLES BC6

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Cinco metros de cable multiconductor directo a muro de 3xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 1.5 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 15 A.

Transformador rectificador de 5000 W y caída de potencial el 4%, con cambio de corriente trifásica a monofásica con salida a 3 circuitos, o equivalente

Tres cables de un metro multiconductor directo a muro de 2xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 4 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 30 A.

Tres interruptores magnetotérmicos SIEMENS SENTRON 5SL6225-7 contra fugas de 30 mA.

Tres interruptores diferenciales de 2 polos SIEMENS de 30 mA clase B 5SV3322-4

Tres armarios repartidores de bornes con capacidad para 30 salidas.

Un paquete de 20 cables directo a muro de 2xH07RN-F (preparado para contacto con el agua), de 4 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 1.1 A. Longitud media de 80 metros.

Dos paquetes de 19 cables directo muro de 2xH07RN-F (preparado para contacto con el agua), de 4 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 1.1 A. Longitud media de 80 metros

4.1.2.2.10 LINEA DE FOCOS BC7

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Cinco metros de cable multiconductor directo a muro de 3xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 1.5 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 15 A.

Transformador rectificador de 5000 W y caída de potencial el 4%, con cambio de corriente trifásica a monofásica con salida a 3 circuitos, o equivalente.

Tres cables de un metro multiconductor directo a muro de 2xPVC más toma de tierra de clase C, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 4 mm² de sección para una intensidad admisible (I_z) de 30 A.

Tres interruptores magnetotérmicos SIEMENS SENTRON 5SL6216-7 contra fugas de 30 mA.

Tres interruptores diferenciales de 2 polos SIEMENS de 30 mA clase B 5SV3321-4

Tres armarios repartidores de bornes con capacidad para 30 salidas.

Un paquete de 20 cables directo a muro de 2xH07RN-F (preparado para contacto con el agua), de 4 mm² de sección para una intensidad admisible (I_z) de 0.7 A. Longitud media de 80 metros

Dos paquetes de 19 cables directo muro de 2xH07RN-F (preparado para contacto con el agua), de 4 mm² de sección para una intensidad admisible (I_z) de 0.7 A. Longitud media de 80 metros.

4.1.2.2.11 TOMAS DE TIERRA

La instalación constará de una malla de tierra compuesta por:

Doscientos setenta metros de cable desnudo de cobre de 70 mm² de sección y 10.70 mm de diámetro de 19x2.14 hilos y 628 kg/km de peso

4.1.2.2.12 BATERÍA DE CONDENSADORES

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Tres baterías de condensadores de 191.9 microfaradios cada una, conectados en paralelo.

4.1.2.2.13 LINEA DE ACOMETIDA

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

Cable unipolar directo a muro separados del muro mayor de 0.3 diámetros de 3xPVC más toma de tierra de clase F, con aislamiento de policloruro de vinilo (dado que no se prevé que soporte grandes temperaturas), de 185 mm² de sección para una intensidad admisible (Iz) de 354 A.

Interruptor automático SIEMENS SENTRON 3VA1332.

4.1.2.3 PARTE DE ILUMINACIÓN

La parte de iluminación está compuesta por 58 focos “circular $\Phi 200$ ” modelo MWDMX con protección contra contactos IP 68 de clase III (protección basada en alimentación con muy baja tensión) atornillado sobre nicho de switch con agujero central para salida de chorro de agua.

Funciona con corriente continua de 24 V y con una potencia de 16 W, con un flujo lumínico direccional de 1000 lm con planos alpha y beta de 7.8° y 8.4° respectivamente y capacidad de generar todos los colores mediante leds.

4.1.2.4 CONTROL

La instalación estará compuesta por los siguientes componentes:

PLC (Controlador lógico programable) para montar las coreografías de luces y formas.

RACK armario de tarjetas de control.

Tarjetas de protocolo DMX512 para control de electroválvulas mediante modulación de señal a través de la alimentación de 24 V.

Tarjetas de protocolo DMX512 para control de focos mediante modulación de señal a través de la alimentación de 24 V.

Sensor de control de bombas en caso de viento.

Sensor de control de bombas para nivel mínimo de agua.

Sensor de control de bombas con sobrepresión en filtro de arena

Sensor de llenado de depósito de compensación.

Anemómetro.

4.1.3 EJECUCIÓN DE LA FUENTE

4.1.3.1 OBRA CIVIL

La obra civil está compuesta por el vaso de la fuente, el depósito de compensación, el cuarto de máquinas, el canal del vertedero y la canaleta de obra con tuberías.

4.1.3.1.1 VASO DE LA FUENTE

El vaso de la fuente constituye la parte fundamental de la obra civil de la fuente, ya que sobre ella se desarrolla la coreografía de luces y formas.

El vaso está constituido por una zapata de HA30 de 17.3 m de radio y un metro de altura, en cuyo perímetro se levanta un pequeño hastial de 0.40 m de altura y 0.30 de anchura, excepto en el vertedero, en el que la altura será de 0.30 m.

Comienza la construcción con un replanteo topográfico para marcar la excavación, con un sobre ancho de 2 metros que permita el trabajo y la instalación de la malla de toma de tierra de 13 m de radio a 1 metro de profundidad. Tras la estabilización del terreno (con gravas compactadas si fuera necesario) se procede a elaborar la superficie de trabajo con hormigón de limpieza HM15.

A continuación se levanta el encofrado (encargado a medida) y se procede al ferrallado. En este punto deben colocarse los tubos de PVC para el paso de conductores y los 3 anillos de toma de tierra con conexión a cada nicho de switch, afianzando los mismos sobre la ferralla.

El paso siguiente es el hormigonado y vibrado, con la previsión de dejar las esperas para los hastiales. Al tercer día se puede ferrallar los hastiales y cerrar su encofrado interior, colocando los berenjenos.

Entre el tercer y cuarto día pueden desencofrarse los elementos verticales para evitar que se peguen a la estructura.

Las probetas cilíndricas se romperán a 7, 14 y 28 días para comprobar que la resistencia del hormigón es la correcta.

Debido a las grandes dimensiones del vaso y que éste se sustenta sobre un terraplén de relleno es fundamental estabilizar el terreno con una precarga, para evitar posibles asentamientos que hicieran perder las cotas originales al mismo.

4.1.3.1.2 CUARTO DE MÁQUINAS Y DEPÓSITO DE COMENSACIÓN.

Dado que estas dos estructuras independientes están unidas entre sí, se tratarán conjuntamente.

El cuarto de máquinas y el depósito de compensación son las estructuras que hacen posible que se desarrollen coreografías de luces y formas.

El cuarto de máquinas está constituido por una zapata de HA30 de $12.6 \times 4.6 \text{ m}^2$ y 0.30 metros de altura. A continuación se halla el depósito de compensación, a una cota superior en un metro constituido por una zapata de HA30 de $6.6 \times 4.6 \text{ m}^2$ y 0.50 metros de altura.

Los hastiales son de 4 m de altura y 0.30 m de anchura, sobre los cuales se sitúa una losa de 0.30 metros de grosor. El cuarto de máquinas presenta dos puertas, una en el exterior y otra en el interior de 2 metros de anchura por 2.5 m de altura. El depósito de compensación presenta una ventana en el forjado superior de acceso al canal del vertedero de $3 \times 1.6 \text{ m}^2$.

Comienza la construcción con un replanteo topográfico para marcar la excavación, con un sobre ancho de 2 metros que permita el trabajo y la instalación de la malla de toma de tierra de $10 \times 4 \text{ m}^2$ a 1 metro de profundidad. Tras la estabilización del terreno (con gravas compactadas si fuera necesario) se procede a elaborar la superficie de trabajo con hormigón de limpieza HM15.

A continuación se levanta el encofrado de la zapata del cuarto de máquinas (con paneles normalizados), se procede al ferrallado, se hormigona y se vibra. En este punto deben colocarse los tubos de PVC de desagüe. El siguiente paso es encofrar la zapata del depósito de compensación y parte del hastial común del cuarto de máquinas, que siguen el mismo proceso.

Sobre las esperas pueden levantarse los encofrados de los hastiales, comenzar su ferrallado y posterior cierre. Para mantener la integridad de los encofrados se usan dywidags.

El paso siguiente es el hormigonado y vibrado, con la previsión de dejar las esperas para el forjado superior. Al tercer día puede desencofrarse y comenzar la cimbra de soporte del forjado, con paneles suficientemente pequeños como para poder sacarlos por puertas y ventanas.

Una vez encofrada y ferrallada la losa superior se hormigona y vibra y no se desencofrará hasta que la rotura de probetas así lo aconseje.

Las probetas cilíndricas se romperán a 7, 14 y 28 días para comprobar que la resistencia del hormigón es la correcta.

4.1.3.1.3 CANAL DEL VERTEDERO

El canal del vertedero se ocupa de conducir el agua sobrante del vaso al depósito de compensación, para ser recogida por las bombas y repetir el ciclo.

El canal del vertedero está constituido por una zapata de HA30 de poco menos de 5 m de largo por 0.3 de altura, sobre cuyos lados se levanta un pequeño hastial de 0.10 m de altura y 0.20 de anchura, con una pendiente de 15°.

Comienza la construcción con un replanteo topográfico para marcar la excavación. Tras la estabilización del terreno (con gravas compactadas si fuera necesario) se procede a elaborar la superficie de trabajo con hormigón de limpieza HM15.

A continuación se levanta el encofrado (con paneles normalizados) y se procede al ferrallado y hormigonado. Dada la pequeña altura de las paredes el ferrallado de los mismos puede hacerse en este momento.

El paso siguiente es el cierre del encofrado interior y la colocación de berenjenos para hormigonar con posterioridad.

Las probetas cilíndricas se romperán a 7, 14 y 28 días para comprobar que la resistencia del hormigón es la correcta.

4.1.3.1.4 CANALETA DE OBRA Y TUBERIAS

La disposición sobre el terreno de la canaleta de obra tendrá forma de U en vista aérea, con una base de 36 metros y unos brazos de 32 metros.

Para este desempeño es suficiente con hacer unas pequeñas zanjas de $0.50 \times 0.50 \text{ m}^2$ de sección con acceso al cuarto de máquinas, en las que sobre una base de HM15 se colocarán las canaletas de hormigón prefabricado con tapa de $0.30 \times 0.30 \text{ m}^2$ (tipo AVE). Tras hacer los taladros necesarios para conectar de los tubos de salida del vaso (para cables eléctricos) con la canaleta y conectarlos, se procede a hormigonar los laterales.

La entrada vertical en el cuarto de control se realizará mediante 6 canaletas de PVC, una para repartidor de bornes.

4.1.3.2 OBRA HIDRÁULICA

La obra hidráulica se compone de tres partes: montaje y colocación de bombas centrífugas, montaje y colocación de los nichos de los switches y montaje del circuito hidráulico.

Debe prestarse especial atención a la misma ya que, las tuberías quedan vistas en el exterior. Para ello se seguirán líneas rectas y ángulos de 90° , perfectamente ancladas al vaso, que dibujen la estructura de los planos. Ello facilita el mantenimiento en caso de avería al tiempo que el diseño geométrico proporciona un atractivo cuando la fuente está parada.

4.1.3.2.1 MONTAJE Y COLOCACIÓN DE BOMBAS

Normalmente, las bombas centrífugas suelen venir desmontadas. Para su correcto montaje se comprueba que están todas las piezas, que el impulsor es el correcto y que todas las juntas y sellos están en perfecto estado.

A continuación se configura en sistema eléctrico para que funcione a 1750 rpm o 3500 rpm y se atornilla en su posición conectando a la tierra a la masa de la bomba.

Por último se conectan los racores necesarios para la línea de succión y de descarga.

4.1.3.2.2 MONTAJE Y COLOCACIÓN NICHOS MÁS SWITCH

Los nichos son las piezas metálicas en los que se hallan los switches o conjuntos de electroválvulas dobles y sobre los que atornillan los focos. Estos nichos pueden ir anclados al vaso o sobre un motor que pueda proporcionar una inclinación determinada.

Una vez recibidos los nichos, y con la colaboración de topografía se anclan en su lugar exacto con taco de expansión o taco químico y se conecta la toma de tierra. En condiciones normales, el tubo de entrada de cables eléctricos y la conexión de toma de tierra deben estar próximas.

4.1.3.2.3 MONTAJE CIRCUITO HIDRÁULICO

La tubería es de polietileno extruido con banda azul de cédula 80 con capacidad para soportar 6 y 10 bares de presión. En concreto la tubería escogida es PE-80 PN10 para los anillos y PE-80 PN 6 para el circuito doble de depuración y filtrado.

Las conexiones entre tubos se realizan mediante soldadura a tope con placa calefactora a $210^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Tras limpiar con alcohol la placa calefactora y las conexiones a unir y biselar las mismas, se procede a alinearlas (con herramienta especializada) y darles calor. Una vez transcurrido el tiempo de las tablas se retira la placa calefactora y se unen las conexiones mediante presión (también según tablas). Una vez enfriado el conjunto debe quedar un cordón homogéneo redondeado y alineado.

Las conexiones con otros elementos (válvulas, codos, etc.) se realizan mediante accesorio mecánico y brida. El sistema está compuesto por un elemento que se une al tubo, aro de fijación, junta de estanqueidad y pieza móvil atornillada. La longitud de penetración del tubo en el accesorio mecánico debe como mínimo del 25% del DN y nunca menor de 10 mm.

Cuando en el montaje de los circuitos hidráulicos deba taladrarse algún elemento que pueda provocar pérdidas de fluido (hastiales de hormigón), el hueco se sellará convenientemente.

La alimentación de la red general se realiza directamente en depósito de compensación (donde se hallan los sensores de nivel máximo y mínimo) mediante válvula y en los tubos de descarga de los circuitos de depuración y filtrado mediante “tes” y válvulas.

La recogida de aguas grises se realiza en los tubos de succión de los circuitos de depuración y filtrado mediante “tes” y válvulas y con un rebosadero y un sumidero en el depósito de compensación.

4.1.3.3 OBRA ELÉCTRICA

La obra eléctrica se compone de montaje del armario RACK de control y PLC, de los dos transformadores rectificadores con repartidores de bornes, de la aparamenta, del cableado, de los sensores (como el anemómetro) y de los focos.

4.1.3.3.1 MONTAJE ARMARIO RACK

El armario RACK y el PLC dirigen y controlan todos los equipos de la fuente. En el armario se montan las conexiones de los sensores de sobrepresión de los filtros de arena, de nivel máximo y mínimo de llenado de depósito de compensación y de bloqueo por exceso de viento. Así mismo también se instalan las tarjetas de protocolo DMX512 encargadas de modular una señal sobre la portadora de 24 V, de tal modo que el PLC sea capaz de comunicarse con cada electroválvula y cada foco; en el primer caso la señal es abrir o cerrar, pero en el segundo indica que leds deben actuar para obtener el color deseado, combinando los colores de adición (rojo, verde y azul). Todo ello se controla desde un PLC u ordenador industrial, que ejecuta la programación que previamente se diseñe.

4.1.3.3.2 MONTAJE TRANSFORMADORES RECTIFICADORES. REPARTIDORES DE BORNES

Para cumplir con la legislación vigente en las fuentes, la seguridad frente a contactos directos e indirectos radica en la utilización de muy bajos voltajes. Por ello se instalan dos transformadores trifásicos con rectificador (o seis transformadores rectificadores monofásicos) para conseguir 6 líneas de fase monofásica a 24 V.

Cada una de esas 6 líneas con vuelta por neutro se conecta a 19 o 20 terminales en un repartidor de bornes, donde se identifica cada línea y donde se introduce la señal analógica del protocolo DMX512 para comunicar con cada receptor.

4.1.3.3.3 MONTAJE APARMENTA

Los aparatos de maniobra son de dos tipos: interruptores automáticos e interruptores magnetotérmicos. Las líneas comunes disponen de interruptores automáticos y cada equipo dispone de interruptores magnetotérmicos.

Los aparatos de maniobra de los equipos de electroválvulas y focos se colocan detrás del transformador rectificador y antes de los repartidores de bornes, por lo que cada línea debe llevar un magnetotérmico y un diferencial de 30 mA de fugas, ya que no es posible ponerlo entre el transformador y el rectificador (son el mismo equipo).

El interruptor automático de la acometida general debe estar al principio de la línea de acometida, en la entrada del cuarto de máquinas, junto con los contadores, el resto de aparataje puede estar en el lugar que sea más cómodo para dar servicio a los equipos.

La conexión de la línea de acometida depende de la Compañía.

4.1.3.3.3 MONTAJE ANEMÓMETRO Y FOCOS

Los focos se montan atornillados sobre los nichos de los switches.

El anemómetro se coloca un extremo, sobre el depósito de compensación y dado que no necesita alimentación, basta con hacer llegar el cable de sonda del armario RACK hasta el equipo.

4.1.3.3.3 MONTAJE CABLEADO

Una vez instalados todos los equipos se unen mediante el cable que se identifica en cada línea.

Los cables de alimentación de electroválvulas y focos nacen en los repartidores de bornes y suben por canaletas de PVC, hasta la canaleta de hormigón prefabricado, donde se reparten en uno u otro sentido hasta llegar al tubo correspondiente.

En cada tubo del vaso de fuente hay dos cables (uno para foco y otro para electroválvula).

Para garantizar la estanqueidad del vaso los tubos se sellan a la entrada y salida de los cables.

4.1.4 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA

4.1.4.1 MÉTODO DE CAIDA DE PRESIÓN

Una vez finalizada la instalación hidráulica se procede a verificar su correcta instalación mediante el método de caída de presión que consta de los siguientes pasos:

La temperatura en el momento de la prueba no debe ser superior a 20°C.

Todas las soldaduras deben estar frías.

El llenado de las tuberías se hará lentamente (a menos de 0.5 m/s) desde las bombas, ya que son el punto más bajo. Todo el circuito está abierto para facilitar la evacuación del aire. A medida que se vayan llenando las tuberías se cierran con válvulas provisionales.

Subir la presión lentamente con un incremento máximo de 0.5 bares por minuto.

La presión máxima debe ser 1.4 veces la de trabajo.

La presión se debe mantener durante 30 minutos y será satisfactoria si la presión

no desciende más de $\sqrt{P/5}$, siendo P igual a 1.4 veces la presión de trabajo.

4.1.4.2 PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA

Antes de poner en marcha la instalación deben seguirse los siguientes pasos:

Limpeza de cada tramo utilizando agua a una velocidad inferior a 0.75 m/s.

Introducción de cloro en la red para desinfectar las tuberías en una concentración mínima de 25 mg/l durante 24 horas.

Comprobación posterior del nivel de cloro. Este debe ser superior a 10 mg/l pasadas 24 horas.

Puesta en marcha de la instalación.

4.1.4.3 PRUEBA Y PUESTA EN MARCHA GENERAL

Una vez comprobado el sistema hidráulico se probará el conjunto:

Arranque de cada bomba centrífuga por separado.

Comprobación de la correcta presión de los filtros de arena.

Comprobación de los sensores del armario RACK.

Comprobación de la comunicación con las electroválvulas

Comprobación de comunicación con los focos.

Comprobación de color correcto dependiendo de las órdenes enviadas.

Comprobación de la comunicación con el PLC.

Prueba general con una programación predefinida en la que se comprueba la altura de los chorros de agua y el color de los focos.

4.1.5 CARACTERÍSTICAS Y PRESTACIONES DE FUNCIONAMIENTO

| | ANILLO EXTERIOR | ANILLO CENTRAL | ANILLO INTERIOR | DEPURADORA 1 | DEPURADORA 2 |
|---------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
| POTENCIA | 25 HP | 40 HP | 30 HP | 7,5 HP | 7,5 HP |
| rpm | 3500 | 3500 | 3500 | 1780 | 1780 |
| PRESION MAX | 4,5 bar | 6,8 bar | 6,1 bar | 2,1 bar | 2,1 bar |
| EFICIENCIA | 61% | 67% | 65% | 66% | 66% |
| ALTURA CHORRO | 4 m | 8 m | 12 m | | |
| VELOC. SALIDA | 8,85 m/s | 12,52 m/s | 15,34 m/s | 3,04 m/s | 3,04 m/s |
| CAUDAL | 90,17 m ³ /s | 111,09 m ³ /s | 63,97 m ³ /s | 90 m ³ /s | 90 m ³ /s |
| VOLTAJE | 380 V AC | 380 V AC | 380 V AC | 380 V AC | 380 V AC |
| | | | | | |
| | ELECTROVÁLVULA | FOCOS | VERTEDERO | CANAL | VOLUMEN AGUA |
| POTENCIA | 25 w | 16 w | | | |
| VOLTAJE | 24 V DC | 24 V DC | | | |
| INTENSIDAD | 1,1 A | 0,7 A | | | |
| FLUJO LUMINOS | | 1000 lm | | | |
| SOBRECRESTA | | | 8 cm | | |
| VELOCIDAD | | | | 1,75 m/s | |
| T RECICLADO | | | | | 2 h |

4.2 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

4.2.1 DISPOSICIONES GENERALES

4.2.1.1 OBRAS QUE SE PROYECTAN

Las obras que se proyectan son las que figuran en los Planos, el Presupuesto y la Memoria. En caso de conflicto entre dichas partidas prevalecerá el orden expuesto.

4.2.1.2 PLANOS

Las instalaciones se ajustarán a lo marcado en los planos en cuanto a dimensiones, características técnicas y constructivas.

4.2.1.3 SIMILITUD DE MATERIALES

Los materiales pueden provenir de diferentes suministradores. Dado que la identificación comercial puede ser distinta entre proveedores se extremarán las medidas para garantizar que los productos ofertados cumplen con las características técnicas exigidas en el presente pliego.

4.2.2 CONDICIONES GENERALES

4.2.2.1 OBJETO

El objeto del presente TFG es proyectar la construcción de una fuente ornamental con mecanismos y surtidores variables, incluyendo el cálculo de las variables termodinámicas, de mecánica de fluidos y de electrotecnia.

4.2.2.2 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente TFG incluye una Identificación de Riesgos de Seguridad y Salud. En caso de que dicho proyecto fuese llevado a cabo, sería el coordinador en fase de proyecto el responsable de realizar el Estudio de Seguridad y Salud, y la contrata principal la encargada de confeccionar el Plan de Seguridad Salud y los Anexos que fueran necesarios, basándose en el ESS, anteriormente mencionado, y las nuevas necesidades que pudieran surgir.

4.2.2.3 ACCESOS Y ACOPIOS

Se accederá a la obra desde la calle Canigó. El perímetro debe estar perfectamente vallado con todos los carteles y señales de advertencia y de peligro.

En un lugar visible se colocará un cartel donde se reflejarán los datos de la obra.

La zona de acopios estará perfectamente delimitada y tendrá un fácil acceso.

4.2.2.4 SUBCONTRATAS

Se permite únicamente un nivel de subcontratación a partir de la contrata principal. Las subcontratas podrán contratar autónomos, pero éstos, no podrán subcontratar.

4.2.2.5 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán según proyecto, salvo las modificaciones aprobadas por Dirección de Obra.

4.2.2.6 OBRAS OCULTAS

Los trabajos o unidades de obra que deban quedar ocultos se documentarán con el levantamiento de planos precisos, perfectamente acotados. Entre estos supuestos se encuentran las tuberías de PVC en el interior del vaso de hormigón.

4.2.2.7 VICIOS OCULTOS

Si se tienen razones fundadas para la creencia en la existencia de vicios ocultos, se efectuarán los ensayos necesarios antes de la entrega de la infraestructura.

4.2.2.8 RESIDUOS

Se procederá a catalogar y separar todos los residuos, peligrosos o no para su posterior traslado al gestor de reciclaje adecuado.

4.2.2.9 LIMPIEZA DE OBRAS

La obra y sus alrededores deben permanecer limpios, tanto de escombros como de material sobrante. Así mismo debe tenerse en cuenta el riego periódico para evitar la generación de polvo, al tiempo que el recinto debe evitar los deslizamientos en caso de lluvia.

4.2.2.10 OBRAS ACCESORIAS

Serán obras accesorias aquellas que no estén previstas. Las mismas se constituirán en base a proyectos particulares aprobados por la Dirección de Obra.

4.2.3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES

4.2.3.1 TUBERIAS DE POLIETILENO Y ACCESORIOS

Las tuberías de polietileno serán de cédula 40 u 80 con capacidad para soportar presiones de 6 o 10 bares.

La vida útil ha de ser de 50 años como mínimo, inalterables frente agentes químicos, resistentes al impacto, a la abrasión y a la luz solar continuada y siendo insensibles a las heladas.

4.2.3.2 BOMBAS CENTRÍFUGAS

Las bombas centrífugas tendrán una garantía de 10 años, siendo resistentes a los agentes químicos y las heladas.

El bobinado presentará la capacidad de trabajar a 3500 rpm o 1750 rpm según la conexión, trabajando con corriente trifásica de 380 V.

Los impulsores deben en bronce rojo y ser intercambiables dentro de un determinado armazón para impulsores.

El rendimiento de las bombas nunca será inferior al 60%.

El cuerpo será de fundición y el eje de acero inoxidable (preferentemente al cromo). Aros rozantes, camisa y cierre hidráulico en bronce rojo.

Para poder manipular la bomba dispondrá, tanto en succión como en descarga de válvulas de globo.

4.2.3.3 ELECTROVÁLVULA DOBLE (SWITCH) Y NICHOS

Los switches y los nichos tendrán una vida útil de 10 años como mínimo.

La tensión de trabajo de los elementos en contacto con el agua será de 24 V con una protección contra contactos eléctricos IP68.

La potencia cada electroválvula será de 25 W

4.2.3.4 FOCOS

Los focos tendrán una vida útil de 10 años como mínimo.

La tensión de trabajo de los elementos en contacto con el agua será de 24 V con una protección contra contactos eléctricos IP68.

La potencia cada foco será de 16 W

4.2.3.5 CABLEADO

Se cumplirá en todo momento lo dispuesto en el Reglamento de Baja Tensión, así como normas UNE y CEI para transformadores.

Armarios RACK, PLC y el resto de instalaciones eléctricas tendrán una protección IP65, salvo los cables que deban estar en contacto con el agua que dispondrán de una protección IP 68.

Se dotará a la instalación de los interruptores automáticos y magnetotérmicos necesarios para el correcto funcionamiento de la misma. Los diferenciales tendrán una sensibilidad a las fugas de 30 mA.

Todos los cables estarán libres de halógenos (RZ1-K) y los que deban estar en contacto con el agua serán del tipo H07RN-F.

La conexión en los transformadores rectificadores se hará de forma equilibrada para conseguir un correcto balanceo de carga.

4.2.3.6 TOMAS DE TIERRA

Las tomas de tierra deben estar formadas por mallas de tierra compuestas de conductor desnudo de cobre de 70 mm² de sección y diámetro de 10.70 mm compuesta de 19x2.14 hilos como mínimo, siendo su peso de 628 kg/km.

Los dispositivos de corte deben actuar cuando la tensión de las masas metálicas alcance una tensión igual o superior a 24 V.

La unión entre cables se realizará mediante soldadura aluminotérmica.

La resistencia real de las tierras se averiguará de forma empírica, asegurando los valores mínimos mejorando la conductividad del terreno si fuera necesario.

4.2.3.7 LLENADO Y ANTI-INUNDACION

Existirá un sistema de llenado automático proveniente de la red general de agua, así como un sistema anti-inundación que permita la evacuación y vertido al alcantarillado general de las aguas sobrantes.

4.2.3.8 ESTÁNDARES HIGIÉNICO-SANITARIOS

El vaso dispondrá de los desagües necesarios para permitir un rápido vaciado de la instalación.

El cuarto de máquina dispondrá de elementos de medición de cloro libre, pH y temperatura.

El sistema de depuración y filtrado dispondrá de su propio equipo de filtrado.

La entrada de agua dispondrá de válvulas anti-retorno para evitar la vuelta a la red.

La aportación de agua de la red será la mínima necesaria.

La recirculación de todo el volumen de agua se hará como mínimo en 2 horas.

4.2.3.9 REVISIONES Y MANTENIMIENTO

Las revisiones de los filtros, las bombas y los equipos de tratamiento del agua se realizan mensualmente.

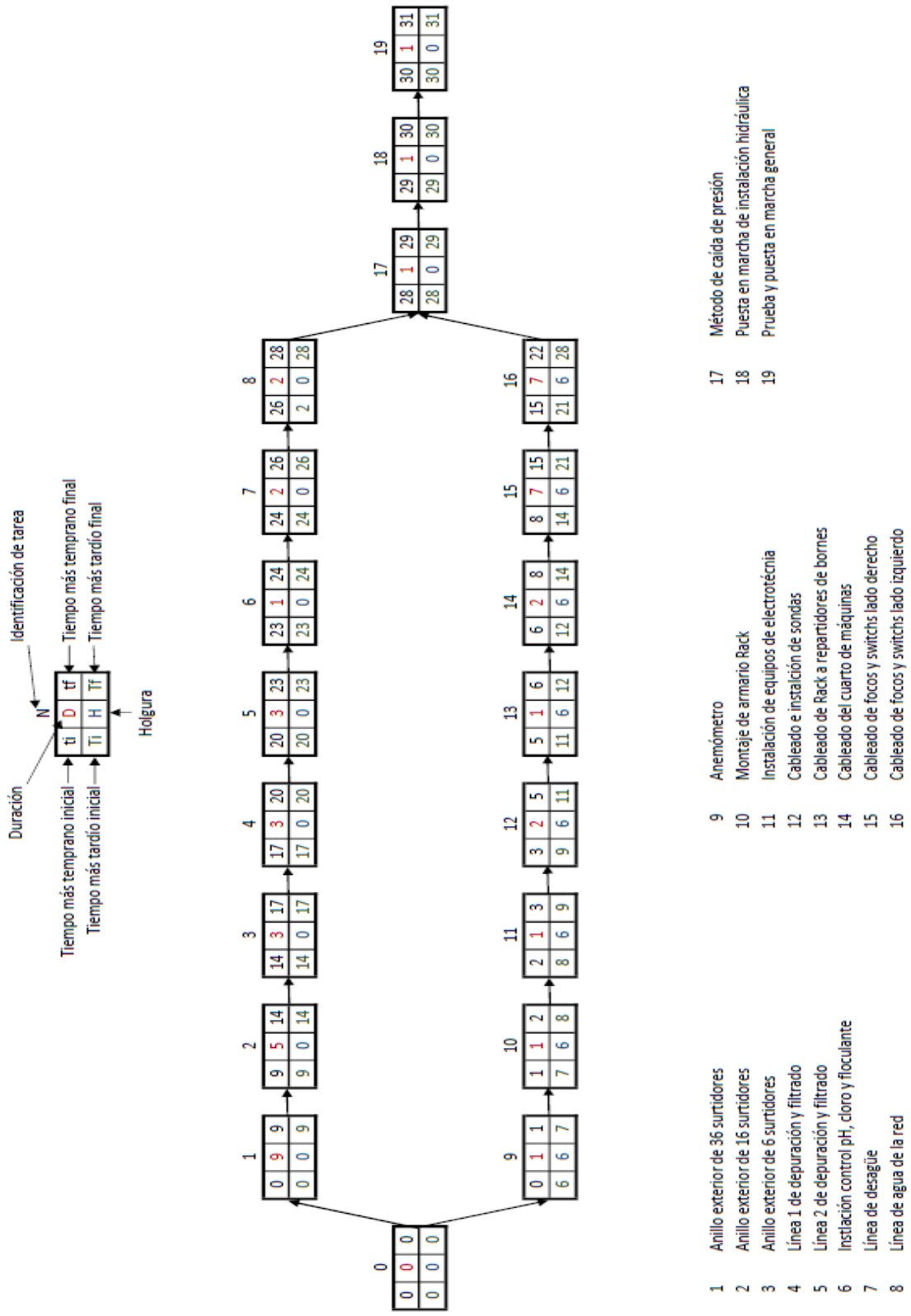
Las revisiones de la fuente en general, buscando suciedad, algas, corrosión, etc., se realizan trimestralmente.

La revisión de los nichos y switchs se realizan semestralmente.

Análisis de aerobios totales y recuento de Legionella se realizan semestralmente.

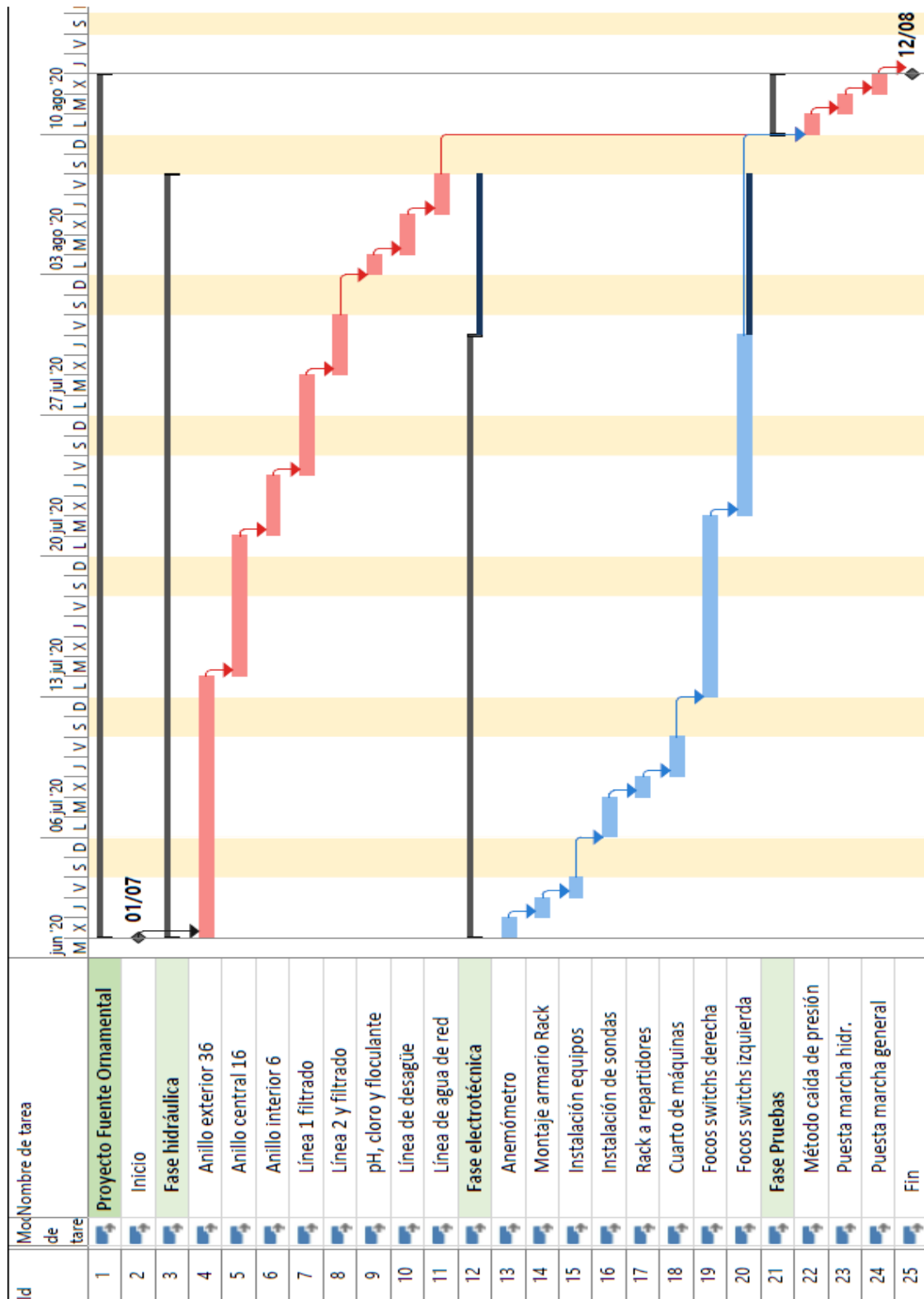
4.3 ANEXOS

4.3.1 CRONOGRAMA



- 1 Anillo exterior de 36 surtidores
- 2 Anillo exterior de 16 surtidores
- 3 Anillo exterior de 6 surtidores
- 4 Línea 1 de depuración y filtrado
- 5 Línea 2 de depuración y filtrado
- 6 Instalación control pH, cloro y floculante
- 7 Línea de desagüe
- 8 Línea de agua de la red
- 9 Anemómetro
- 10 Montaje de armario Rack
- 11 Instalación de equipos de electrónica
- 12 Cableado e instalación de sondas
- 13 Cableado de Rack a repartidores de bornes
- 14 Cableado del cuarto de máquinas
- 15 Cableado de focos y switches lado derecho
- 16 Cableado de focos y switches lado izquierdo
- 17 Método de caída de presión
- 18 Puesta en marcha de instalación hidráulica
- 19 Prueba y puesta en marcha general

4.3.2 GANTT



$$31 \text{ días junio} + 12 \text{ días julio} - 12 \text{ festivos} = 31 \text{ días}$$

4.3.3 PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS

Según el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero se elabora el presente Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

4.3.3 1 CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS RESIDUOS

Clasificación según la “Agència de Residus de Catalunya” en la “Guia per la redacció de l’Estudi de Gestió de Residus de Construcció i Enderrocs”.

Tierras limpias.

| Material | Código | Tipología | Peso kg/m ³ |
|----------|--------|-----------|------------------------|
| Arcilla | 010409 | Inerte | 2100 |

Son el resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra realizados. Se trata de tierras y materiales pétreos no contaminados.

Residuos generados por la actividad

| Material | Código | Tipología | volumen m ³ Residuo/m ² | Peso Tm Residuo/m ² |
|-----------------------------|--------|-------------|--|-----------------------------------|
| Hormigón | 170101 | Inerte | 0.003810 | 0.005333 |
| Plástico PE | 170203 | No especial | 0.001896 | 0.000290 |
| Metales mezclados | 170407 | No especial | 0.001264 | 0.000455 |
| Madera | 170201 | No especial | 0.009480 | 0.002370 |
| Embalajes de papel o cartón | 150101 | No especial | 0.000793 | 0.000056 |

Son el resultado de las actividades propias de la construcción; lavados de bombas de hormigón, lavado de cubas, restos de armaduras, restos de cables de cobre, cortes de tubo de PE, pallets de madera, cuñas para encofrados y embalajes de papel, cartón o plástico.

Los residuos inertes no son solubles, ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente, no son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que puedan estar en contacto, de forma que no pueden contaminar el medio ambiente ni perjudicar la salud humana.

Los residuos no especiales se deterioran con la humedad, pueden ser combustibles y son biodegradables a diferentes velocidades, aunque no afectan negativamente a otras materias con las que puedan estar en contacto, de forma que no pueden contaminar el medio ambiente ni perjudicar la salud humana.

4.3.3.2 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

La estimación se realiza en función de los códigos indicados anteriormente

Volumen excavación:

$$Vaso = \pi \cdot R^2 \cdot h = \pi \cdot (17.3 \text{ m})^2 \cdot 1 \text{ m} = 940.24 \text{ m}^3$$

$$Cuarto de máquinas = a \cdot b \cdot c = 12.3 \text{ m} \cdot 4.6 \text{ m} \cdot 4.6 \text{ m} = 260.27 \text{ m}^3$$

$$Depósito de compensación = a \cdot b \cdot c = 6.3 \text{ m} \cdot 4.6 \text{ m} \cdot 4.8 \text{ m} = 139.11 \text{ m}^3$$

$$Volumen total = \sum_{i=1}^{n=3} V_i = 940.24 \text{ m}^3 + 260.27 \text{ m}^3 + 139.11 \text{ m}^3 = 1339.62 \text{ m}^3$$

Tierras limpias.

| Material | Peso kg/m ³ | Volumen m ³ | Peso Tm |
|----------|------------------------|------------------------|---------|
| Arcilla | 2100 | 1339.62 | 2814 Tm |

Superficie de obra nueva:

$$Vaso = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot (17.3 \text{ m})^2 = 940.24 \text{ m}^2$$

$$Cuarto de máquinas = a \cdot b \cdot c = 12.3 \text{ m} \cdot 4.6 \text{ m} = 56.58 \text{ m}^2$$

$$Depósito de compensación = a \cdot b \cdot c = 6.3 \text{ m} \cdot 4.6 \text{ m} = 28.98 \text{ m}^2$$

$$Superficie total = \sum_{i=1}^{n=3} V_i = 940.24 \text{ m}^2 + 56.58 \text{ m}^2 + 28.98 \text{ m}^2 = 1025.8 \text{ m}^2$$

Residuos generados por la actividad

| Material | Superficie m ² | Volumen m ³ Residuo/m ² | Volumen m ³ | Peso Tm Residuo/m ² | Peso Tm |
|----------------------|---------------------------|--|---------------------------|-----------------------------------|---------|
| Hormigón | 1025.8 | 0.003810 | 3.91 | 0.005333 | 5.47 |
| Plástico PE | 1025.8 | 0.001896 | 1.94 | 0.000290 | 0.30 |
| Metales mezclados | 1025.8 | 0.001264 | 1.30 | 0.000455 | 0.47 |
| Madera | 1025.8 | 0.009480 | 9.72 | 0.002370 | 2.43 |
| E. de papel o cartón | 1025.8 | 0.000793 | 0.81 | 0.000056 | 0.06 |

4.3.3.3 MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

Minimizar las cantidades de las materias primas a utilizar ajustando la demanda a los valores que aparecen en el proyecto.

Fomentar la clasificación de los residuos de tal forma que sea fácil su valoración y gestión a vertedero, instalando contenedores perfectamente identificados y balsas de lavado de cubas.

Elaborar criterios y recomendaciones para mejorar la gestión, analizando las condiciones y emplazamientos necesarios, e informado a los trabajadores en su correcto uso.

Planificar la obra teniendo en cuenta la generación de residuos para su minimización o reutilización, como el aprovechamiento de la tierra vegetal (capa superior de una excavación) para terraplenar zonas verdes.

Formación administrativa a los trabajadores para poder cumplimentar debidamente los albaranes y partes de transferencia de residuos dirigidos al gestor autorizado.

4.3.3.4 MEDIDAS PARA LA REUTILIZACIÓN Y SEPARACIÓN DE RESIDUOS

En virtud del RD 105/2008, los residuos deben separarse para su posterior valorización.

Para ello se dispondrán de 4 contenedores, suficientemente separados entre sí con una clara identificación aludiendo al residuo que deben alojar: plásticos, maderas, papeles y cartones y mezcla de metales.

La excavación de tierra vegetal se apilará en montañas de 1 metro de altura como máximo, para no perjudicar la biodiversidad que existe en ella.

Las arcillas sobrantes se evacuarán a vertedero autorizado en camiones de obra.

4.3.4 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DE SEGURIDAD Y SALUD

4.3.4.1 ANTECEDENTES Y DATOS GENERALES

4.3.4.1.1 OBJETO

La presente Identificación de Riesgos de Seguridad y Salud se redacta para facilitar el posterior ESS y dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Según prescribe la misma, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de ejecución de la Obra mediante contrato.

En estas condiciones, la presente Identificación de Riesgos de Seguridad y Salud también es la base para que el contratista confeccione el Plan de Seguridad y Salud, en el que se analizan y desarrollan las previsiones del ESS, de este documento y las que sean necesarias, aunque no figuren en los mismos.

En ningún caso queda exonerado el contratista, por la no inclusión de alguna previsión necesaria para la obra, por no estar incluida en el presente documento.

4.3.4.1.2 DATOS EL PROYECTO

| PROYECTO | |
|---------------------------|---|
| Nombre | Calculo de las variables termodinámicas y de mecánica de fluidos de una fuente ornamental con mecanismos y surtidores variables |
| Alumno | Julián de Dios Royo |
| Titular del encargo | Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA) |
| Titular de la instalación | Ayuntamiento de Vallirana |
| Emplazamiento | Cruce Calle Canigó con Calle Sant Antoni |
| Presupuesto | |

| | |
|-----------------------|-------------|
| Plazo de ejecución | 31 días |
| Núm. máximo operarios | 8 operarios |

4.3.4.1.3 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

En la siguiente tabla se adjuntan las características y condicionantes del emplazamiento de la obra:

| EMPLAZAMIENTO | |
|---------------------------|----------------------------------|
| Accesos obra | Calle Canigó y Calle Sant Antoni |
| Topografía Terreno | Rural montañosa |
| Edificaciones colindantes | Casas particulares |
| Suministro electricidad | Energía XXI |
| Suministro agua | Aigües de Vallirana |
| Saneamiento | Red municipal |
| Servidumbre | |
| Condicionantes | |

En esta tabla se incluyen las características generales de la obra:

| FASES DE LA OBRA | |
|----------------------------|--|
| Demoliciones | Inexistentes |
| Movimiento tierras | Vaso, cuarto de máquinas y depósito compensación |
| Cimentación y estructuras | Vaso, cuarto de máquinas y depósito compensación |
| Cubiertas | Cuarto de máquinas y depósito compensación |
| Albañilería y cerramientos | Cerramiento perimetral |
| Acabados | Pasamuros, enlucidos, pintura |
| Instalaciones eléctricas | Las referidas al proyecto |
| Instalaciones hidráulicas | Las referidas al proyecto |

4.3.4.1.4 INSTALACIONES PROVISIONALES

Las instalaciones de bienestar estarán formadas por casetas de obra en las que se incluirán los siguientes servicios:

SERVICIOS HIGIÉNICOS

Vestuarios con taquillas individuales y asientos

Lavabos con agua fría, caliente y espejos

Duchas con agua fría y caliente

Retretes

En caso de existir trabajadores de distintos sexos su uso no será simultáneo.

El material de primeros auxilios será el siguiente:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA

| NIVEL DE ASISTENCIA | NOMBRE Y UBICACION | DISTANCIA APROXIMADA |
|---|--|----------------------|
| Primeros auxilios | Botiquín portátil | En obra |
| Centro de Asistencia Primaria (Urgencias) | CAP de Vallirana C/Joan Capri nº 7 Tfno: 936833938 | 914 metros |
| Centro de Asistencia Especializada (Hospital) | Hospital de Sant Joan Despí. Moisès Broggi C/ Jacint Verdaguer 90 Tfno:935531200 | 19.6 kilómetros |
| Emergencias 112 | | |
| Emergencia médicas 061 | | |
| Bomberos 080 | | |
| Policía Municipal 936830000 | | |
| Ayuntamiento 936830810 | | |



16 min (19,6 km) por B-24 y A-2


CÓMO LLEGAR

4.3.4.1.5 MAQUINARIA DE OBRA

La maquinaria que se prevé usar es la siguiente:

| MAQUINARIA DE LA OBRA | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------|
| Grúa autopropulsada | Cubas de hormigón | Sierra circular |
| Camión grúa | Bombas de hormigón | Taladro |
| Camión de obra | Rulos compactadores | Retroexcavadora |

4.3.4.1.6 MEDIOS AUXILIARES

Los medios auxiliares que se prevén usar son los siguientes:

| MEDIOS AUXILIARES DE LA OBRA | |
|-------------------------------------|---|
| Andamios tubulares | Debe montarse bajo la supervisión de personal especializado El apoyo se realiza sobre base sólida y preparada Se ancla según norma Dispone de barandilla superior, intermedia y rodapié Debe usarse cinturón de seguridad en el montaje |
| Escaleras de mano | Zapatas de goma antideslizantes Debe sobrepasar un metro la altura a salvar Separación de la pared de $\frac{1}{4}$ de la altura a salvar |
| Instalación eléctrica | Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento a un metro de altura Diferenciales en líneas de fuerza y de alumbrado. Magnetotérmicos en líneas de fuerza y alumbrado Cables aéreos con aislamiento Puesta a tierra |

4.3.4.2 RIESGOS LABORALES

En este capítulo consta de una relación no exhaustiva de los riesgos que pueden ocurrir durante el desarrollo de las obras, exponiendo las medidas preventivas y de seguridad que deben ser proporcionadas, así como los EPIs obligatorios.

Debe fomentarse la eliminación del riesgo antes que las medidas para proteger de ese riesgo.

Primarán los medios de protección colectiva a los de protección individual.

A continuación se hace referencia a los riesgos y normas de seguridad correspondientes a la obra civil, la instalación hidráulica y la instalación eléctrica.

4.3.4.2.1 OBRA CIVIL

En obra civil pueden encontrarse los siguientes grupos: acopio de materiales, movimiento de tierras, encofrado, ferrallado y hormigonado.

Riesgos previsibles:

Caída en altura

Caída a mismo nivel

Atrapamientos

Golpes y cortes

Caída de objetos

Derrumbes

Vuelco de maquinaria

Pisada sobre objetos punzantes o cortantes

Quemaduras

Sobreesfuerzos

Mecanismos de prevención:

Preparación del lugar de trabajo, bien señalizado, limpio y ordenado, con el suelo perfectamente estabilizado para evitar vuelcos.

Colocación de barandillas de 1 metro de altura con barra intermedia y rodapié cuando la caída sea igual o superior a 2 metros.

Prohibición de pasar bajo cargas suspendidas. Estas deben estar asidas en 2 o 4 puntos y gobernadas por una sogá.

Prohibición de transportar a mano cargas de más de 20 kg.

Señalización de los terraplenes.

Prohibición de trabajar a dos alturas.

Entibación de terreno cuando sea deslizante.

Correcto posicionamiento de la grúa autopropulsada.

Prohibición de circular por planos inclinados.

Protecciones individuales y colectivas:

Barandillas y redes

Señalización de los riesgos por zonas

Casco homologado

Ropa de trabajo adecuada

Trajes de agua para tiempo lluvioso

Guantes de cuero

Botas de seguridad

4.3.4.2.2 OBRA HIDRAULICA

En obra hidráulica pueden encontrarse los siguientes grupos: acopio de materiales, colocación de bombas, colocación de tuberías.

Riesgos previsibles:

Caída en altura

Caída a mismo nivel

Atrapamientos

Golpes y cortes

Caída de objetos

Pisada sobre objetos punzantes o cortantes

Quemaduras

Sobreesfuerzos

Mecanismos de prevención:

Preparación del lugar de trabajo, bien señalizado, limpio y ordenado.

Correcta colocación de escaleras de mano.

Prohibición de pasar bajo cargas suspendidas. Estas deben estar asidas en 2 o 4 puntos y gobernadas por una soga.

Prohibición de transportar a mano cargas de más de 20 kg.

Prohibición de trabajar a dos alturas.

El transporte manual de tuberías se realizará inclinando la tubería hacia abajo por la parte trasera y hacia arriba por la delantera.

Si las tuberías son pesadas se trasladarán con dos operarios.

En todo momento la obra permanecerá limpia de restos y recortes.

Protecciones individuales y colectivas:

Señalización de los riesgos por zonas

Casco homologado

Ropa de trabajo adecuada

Trajes de agua para tiempo lluvioso

Guantes de cuero

Botas de seguridad

4.3.4.2.3 OBRA ELECTRICA

En obra eléctrica pueden encontrarse los siguientes grupos: acopio de materiales, instalación de apartamento, transformadores rectificadores, repartidores de bornes, armario RACK y cableado.

Riesgos previsibles:

Caída en altura

Caída a mismo nivel

Golpes y cortes

Caída de objetos

Pisada sobre objetos punzantes o cortantes

Quemaduras

Sobreesfuerzos

Electrocución

Mecanismos de prevención:

Preparación del lugar de trabajo, bien señalizado, limpio y ordenado.

Correcta colocación de escaleras de mano.

Prohibición de pasar bajo cargas suspendidas. Estas deben estar asidas en 2 o 4 puntos y gobernadas por una soga.

Prohibición de transportar a mano cargas de más de 20 kg.

Prohibición de trabajar a dos alturas.

Protecciones individuales y colectivas:

Señalización de los riesgos por zonas

Casco homologado

Ropa de trabajo adecuada

Trajes de agua para tiempo lluvioso

Guantes de goma aislantes

Botas de seguridad

4.3.4.3 NORMATIVA APLICABLE

Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales

RD 1627/1997 sobre Obras de Construcción

RD 486/1997 sobre Lugares de Trabajo

RD 665/1997 sobre Exposición a Agentes Cancerígenos y Mutagénicos

RD 1215/1997 sobre Equipos de trabajo

RD 773/1997 sobre Equipos de Protección Individual

RD 485/1997 sobre Señalización en el Trabajo

RD 379/2001 sobre Almacenamiento de Productos Químicos

RD 842/2002 sobre Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

RD 286/2006 sobre Exposición a Ruido

4.3.4.4 FORMACIÓN

Es obligatorio garantizar que todo trabajador que entra por primera vez en la obra dispone de la formación necesaria para la tarea que tiene que desempeñar, al tiempo que debe recibir una charla advirtiendo de los riesgos específicos a los que se va a enfrentar en esta obra en concreto.

4.4 CALCULOS

4.4.1 CALCULO DE PARÁMETROS HIDRAÚLICOS

4.4.1.1 ANILLO EXTERIOR DE 36 SURTIDORES

4.4.1.1.1 VELOCIDADES, CAUDALES Y NÚMEROS ADIMENSIONALES

Diámetro tobera de salida. $D = 10 \text{ mm} = 0.01 \text{ m}$

Altura del chorro de agua. $z = 4 \text{ m}$

Peso específico del agua entre 0 °C y 15 °C. $\gamma = 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Densidad del agua 5 °C. $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Viscosidad del agua entre 0 °C y 15 °C. $\eta = 1.52 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

Rugosidad absoluta tubería polietileno. $\varepsilon = 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

VELOCIDAD DE SALIDA DE SURTIDOR

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4 \text{ m}} = 8.86 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

CAUDAL DE TUBERIAS

$$Q_{\text{surtidor}} = A \cdot v = \pi \cdot R^2 \cdot v = \pi \cdot \left(\frac{0.01 \text{ m}}{2}\right)^2 \cdot 8.86 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 6.95 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 2.50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{acometida descarga}} = Q_{\text{surtidor}} \cdot 1 = 6.95 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1 = 6.95 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 2.5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{anillo descarga}} = Q_{\text{surtidor}} \cdot 5 = 6.95 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 5 = 3.478 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 12.52 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

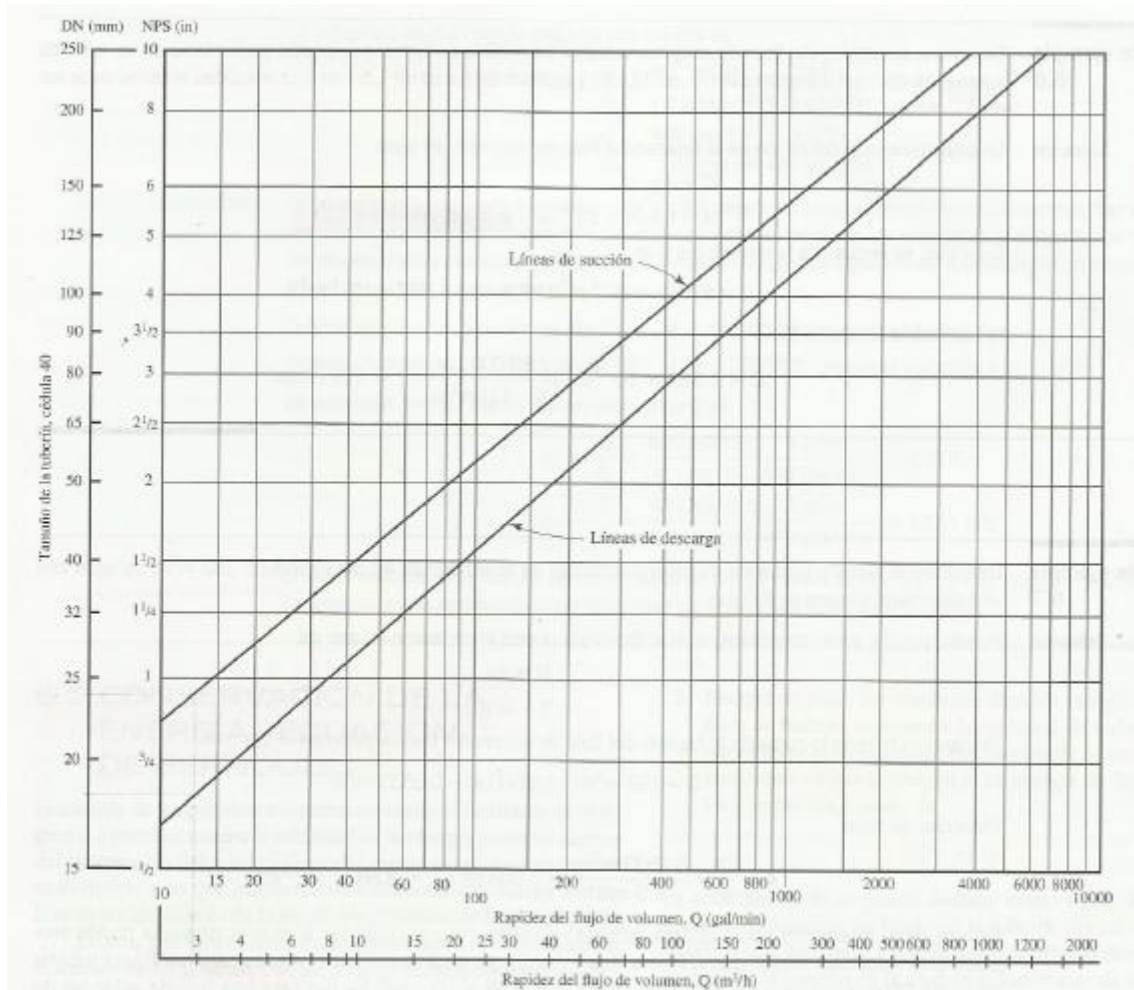
$$Q_{\text{rama 3 descarg.}} = Q_{\text{surtidor}} \cdot 9 = 6.95 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 9 = 6.262 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 22.54 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{rama 2 desescarga}} = Q_{\text{surtidor}} \cdot 18 = 6.95 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 18 = 0.0125 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 45.09 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{rama 1 desescarga}} = Q_{\text{surtidor}} \cdot 36 = 6.95 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 36 = 0.025 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 90.17 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{succión}} = Q_{\text{surtidor}} \cdot 36 = 6.95 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 36 = 0.025 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 90.17 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

DIAMETROS RECOMENDADOS PARA SUCCIÓN Y DESCARGA EN FUNCIÓN DEL CAUDAL



$$D_{acometida\ descarga} = 0.020\ m = 3/4\ in$$

$$D_{anillo\ descarga} = 0.032\ m = 1\ 1/4\ in$$

$$D_{rama\ 3\ descarga} = 0.040\ m = 1\ 1/2\ in$$

$$D_{rama\ 2\ descarga} = 0.050\ m = 2\ in$$

$$D_{rama\ 1\ descarga} = 0.080\ m = 3\ in$$

$$D_{succión} = 0.100\ m = 4\ in$$

VELOCIDADES EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE LA TUBERIA

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$

$$v_{acometida\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{6.95 \cdot 10^{-4} \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.020\ m}{2}\right)^2} = 2.215 \frac{m}{s}$$

$$v_{anillo\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{3.478 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.032\ m}{2}\right)^2} = 4.326 \frac{m}{s}$$

$$v_{rama\ 3\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{6.262 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.040\ m}{2}\right)^2} = 4.983 \frac{m}{s}$$

$$v_{rama\ 2\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0.0125 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.050\ m}{2}\right)^2} = 6.378 \frac{m}{s}$$

$$v_{rama\ 1\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0.025 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.080\ m}{2}\right)^2} = 4.983 \frac{m}{s}$$

$$v_{succión} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0.025 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.100\ m}{2}\right)^2} = 3.189 \frac{m}{s}$$

NUMEROS DE REYNOLDS

$$N_R = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\eta}$$

$$N_{R\ surtidor} = \frac{8.86 \frac{m}{s} \cdot 0.010\ m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3}\ Pa \cdot s} = 58282 \approx 6 \cdot 10^4$$

$$N_{R\ acometida\ descarga} = \frac{2.215 \frac{m}{s} \cdot 0.02\ m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3}\ Pa \cdot s} = 29141 \approx 3 \cdot 10^4$$

$$N_{R\ anillo\ descarga} = \frac{4.326 \frac{m}{s} \cdot 0.032\ m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3}\ Pa \cdot s} = 91066 \approx 9 \cdot 10^4$$

$$N_{R \text{ rama 3 descarga}} = \frac{4.983 \frac{m}{s} \cdot 0.040 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 131135 \approx 1.3 \cdot 10^5$$

$$N_{R \text{ rama 2 descarga}} = \frac{6.378 \frac{m}{s} \cdot 0.050 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 209816 \approx 2.1 \cdot 10^5$$

$$N_{R \text{ rama 1 descarga}} = \frac{4.983 \frac{m}{s} \cdot 0.080 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 262270 \approx 2.6 \cdot 10^5$$

$$N_{R \text{ succión}} = \frac{3.189 \frac{m}{s} \cdot 0.100 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 209816 \approx 2.1 \cdot 10^5$$

RUGOSIDADES RELATIVAS

$$Rugosidad \text{ relativa surtidor} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.010 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 6667 \approx 5000$$

$$Rugosidad \text{ relativa acometida descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.020 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 13333 \approx 15000$$

$$Rugosidad \text{ relativa anillo descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.032 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 21333 \approx 20000$$

$$Rugosidad \text{ relativa rama 3 descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.040 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 26667 \approx 25000$$

$$Rugosidad \text{ relativa rama 2 descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.050 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 33333 \approx 30000$$

$$Rugosidad \text{ relativa rama 1 descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.080 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 53333 \approx 50000$$

$$Rugosidad \text{ relativa succión} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.100 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 66667 \approx 50000$$

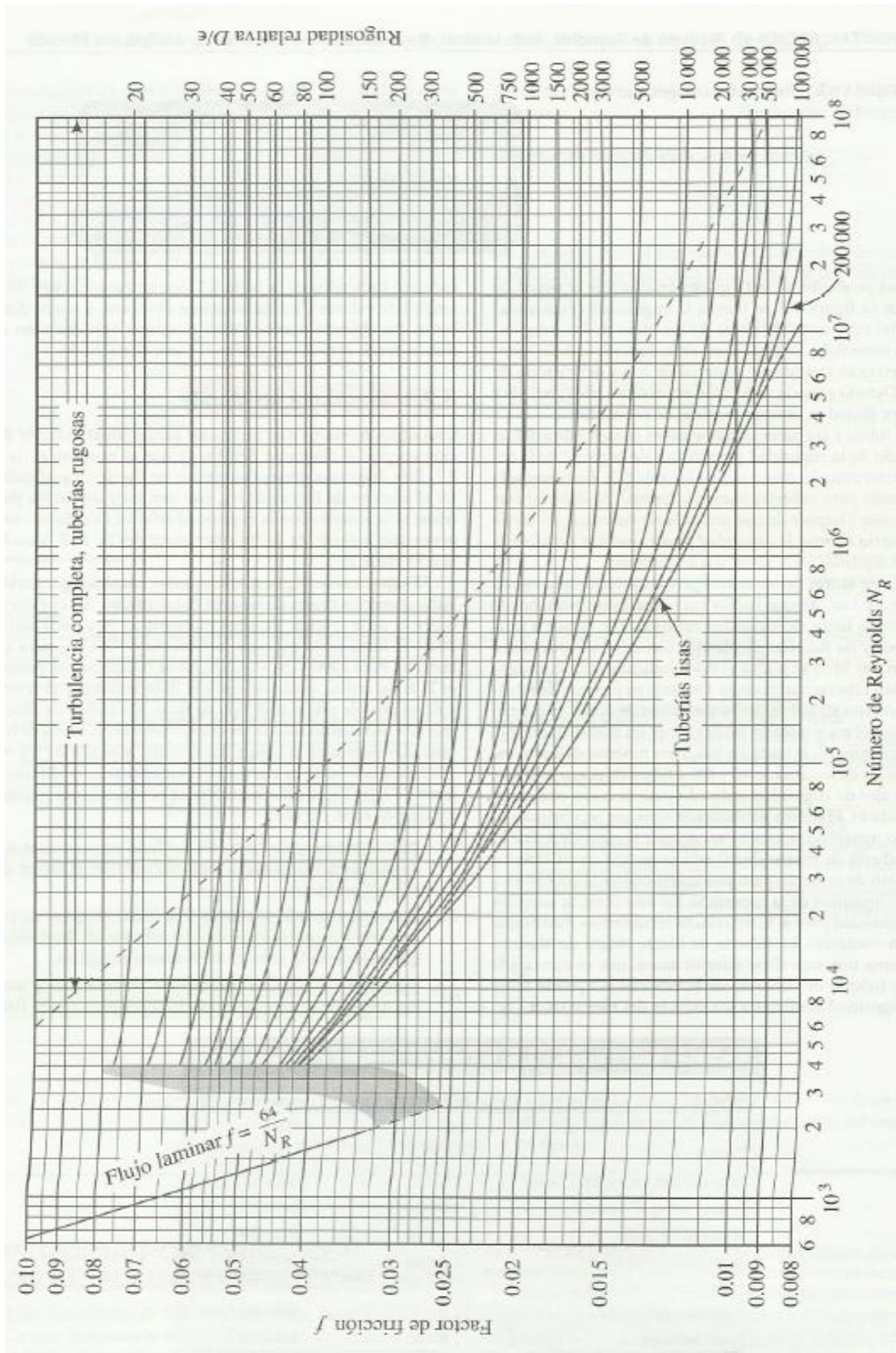
FACTOR DE FRICCIÓN. DIAGRAMA DE MOODY

$$F. \text{ fricción surtidor} = 0.021 \quad F. \text{ fricción acometida descarga} = 0.023$$

$$F. \text{ fricción anillo descarga} = 0.018 \quad F. \text{ fricción rama 3 descarga} = 0.017$$

$$F. \text{ fricción rama 2 descarga} = 0.016 \quad F. \text{ fricción rama 1 descarga} = 0.015$$

$$F. \text{ fricción succión} = 0.015$$



4.4.1.1.2 PÉRDIDAS MAYORES Y MENORES

$h_1 =$ Pérdida de entrada en la succión con bornes redondeados

$h_2 =$ Pérdida de 3 codos de 90° en la succión

$h_3 =$ Pérdida de válvula de globo en la succión

$h_4 =$ Pérdida de fricción en la succión

$h_5 =$ Pérdida de tres filtros Y en paralelo en rama 1 descarga

$h_6 =$ Pérdida de válvula de globo en rama 1 descarga

$h_7 =$ Pérdida de 2 codos de 90° en rama 1 descarga

$h_8 =$ Pérdida de fricción en rama 1 descarga

$h_9 =$ Pérdida de "te" de salida lateral en rama 2 descarga

$h_{10} =$ Pérdida de fricción en rama 2 descarga

$h_{11} =$ Pérdida de "te" de salida lateral en rama 3 descarga

$h_{12} =$ Pérdida de fricción en rama 3 descarga

$h_{13} =$ Pérdida de "te" de salida lateral en anillo descarga

$h_{14} =$ Pérdida de 4 "tes" de salida frontal en anillo descarga

$h_{15} =$ Pérdida de fricción en anillo descarga

$h_{16} =$ Pérdida de "te" de salida lateral en acometida descarga

$h_{17} =$ Pérdida de fricción en acometida descarga

$h_{18} =$ Pérdida de contracción gradual en el surtidor

$h_{19} =$ Pérdida de codo de 90° en el surtidor

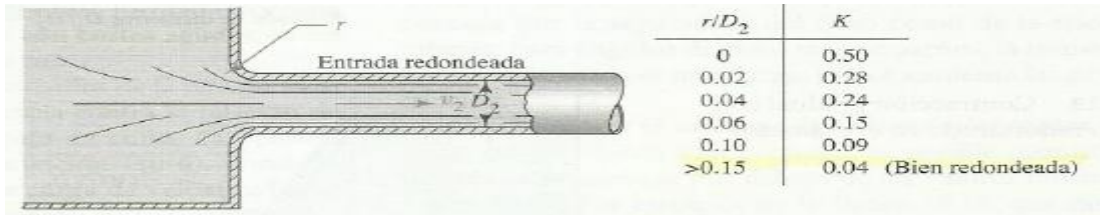
$h_{20} =$ Pérdida de electroválvula doble de compuerta en el surtidor

$h_{21} =$ Pérdida de fricción en el surtidor

Distancias de anillo exterior

| Distancias en decímetros del añillo exterior | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | Izquierda | | | | | | | | Derecha |
| | 2ª rama izda | 50,52 | 50,52 | 2ª rama dcha | | | | | |
| | | | 50,52 | | | | | | |
| | | | 34,33 | | | | | | |
| | 3ª rama izda | 84,85 | 84,85 | 3ª rama cha | | | | | |
| | Ramas | 135,37 | 135,37 | | | | | | |
| Surtidores de izquierda a derecha. | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Distancias de izquierda a derecha | | | | | | | | | |
| Ramas | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 |
| Tramos Anillo | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 |
| | | 17,13 | 17,13 | 17,13 | 17,13 | 17,13 | 17,13 | 17,13 | 17,13 |
| | | | 15,44 | 15,44 | 15,44 | 15,44 | 15,44 | 15,44 | 15,44 |
| | | | | 17,13 | 17,13 | 17,13 | 17,13 | 17,13 | 17,13 |
| | | | | | 18,96 | 18,96 | 18,96 | 18,96 | 18,96 |
| | | | | | | 20,2 | 20,2 | 20,2 | 20,2 |
| | | | | | | | 20,84 | 20,84 | 20,84 |
| | | | | | | | | 20,84 | 20,84 |
| Anillo | 9,48 | 26,61 | 42,05 | 59,18 | 78,14 | 98,34 | 119,18 | 140,02 | 160,22 |
| Acometida | 19,07 | 7,07 | 7,07 | 19,07 | 27,91 | 33,32 | 35,15 | 33,32 | 27,91 |
| TOTAL | 163,92 | 169,05 | 184,49 | 213,62 | 241,42 | 267,03 | 289,7 | 308,71 | 323,5 |
| Distancias de derecha a izquierda | | | | | | | | | |
| Ramas | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 | 135,37 |
| Tramos Anillo | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 | 9,48 |
| | 20,2 | 20,2 | 20,2 | 20,2 | 20,2 | 20,2 | 20,2 | 20,2 | 20,2 |
| | 20,84 | 20,84 | 20,84 | 20,84 | 20,84 | 20,84 | 20,84 | 20,84 | |
| | 20,84 | 20,84 | 20,84 | 20,84 | 20,84 | 20,84 | 20,84 | | |
| | 20,2 | 20,2 | 20,2 | 20,2 | 20,2 | | | | |
| | 18,96 | 18,96 | 18,96 | 18,96 | | | | | |
| | 17,13 | 17,13 | 17,13 | | | | | | |
| | 15,44 | 15,44 | | | | | | | |
| 17,13 | | | | | | | | | |
| Anillo | 160,22 | 143,09 | 127,65 | 110,52 | 91,56 | 71,36 | 50,52 | 29,68 | 9,48 |
| Acometida | 19,07 | 7,07 | 7,07 | 19,07 | 27,91 | 33,32 | 35,15 | 33,32 | 27,91 |
| TOTAL | 314,66 | 285,53 | 270,09 | 264,96 | 254,84 | 240,05 | 221,04 | 198,37 | 172,76 |
| ELEGIMOS EL SURTIDOR MÁS LEJANO POR EL CAMINO MÁS CORTO (marcado en rojo) Y TOMAMOS SUS DISTANCIAS (en recuadro negro) | | | | | | | | | |

Pérdida de entrada con bordes redondeados:



$$h_1 = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.04 \cdot \frac{\left(3.189 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.0207 m$$

Pérdida de tres codos de 90° en succión

$$h_{2 \text{ codo}} = f_{succión} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 30 \cdot \frac{\left(3.189 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.2333 m$$

$$h_{2 \text{ para 3 codos}} = 3 \cdot h_{2 \text{ codo}} = 3 \cdot 0.2333 m = 0.6998 m$$

Pérdida de válvula de globo en succión

$$h_3 = f_{succión} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 340 \cdot \frac{\left(3.189 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 2.6438 m$$

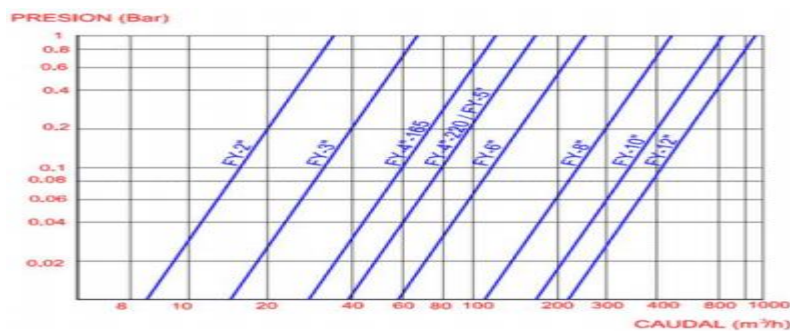
Pérdida de fricción en succión

$$h_4 = f_{succión} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot \frac{4 m}{0.100 m} \cdot \frac{\left(3.189 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.3110 m$$

Pérdida de válvula de globo en rama 1 descarga

$$h_6 = f_{rama1desc.} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 340 \cdot \frac{\left(4.983 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 6.4547 m$$

Pérdida filtro Y en tres tubos en paralelo rama 1 descarga



$$Q_{por\ rama} = \frac{Q_{total}}{3} = \frac{90.17 \frac{m^3}{h}}{3} = 30.06 \frac{m^3}{h}$$

$$Presión\ de\ pérdida = 0.08\ bar$$

$$h_5 = pérdida\ filtro\ Y\ m.c.a = \frac{p}{\gamma} = \frac{0.8\ bar}{9810 \frac{N}{m^3}} \cdot \frac{100000 \frac{N}{m^2}}{1\ bar} = 0.815\ m$$

Pérdida de dos codos de 90° en rama 1 descarga

$$h_{7\ codo} = f_{rama1des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 30 \cdot \frac{(4.983 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.5695\ m$$

$$h_{7\ para\ 2\ codos} = 2 \cdot h_{7\ codo} = 2 \cdot 0.5695\ m = 1.1391\ m$$

Pérdida de fricción en rama 1 descarga

$$h_8 = f_{rama1des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot \frac{28\ m}{0.080\ m} \cdot \frac{(4.983 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 6.6445\ m$$

Pérdida "tes" en descarga lateral en rama 2 descarga

$$h_9 = f_{rama2des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot 60 \cdot \frac{(6.378 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.9907\ m$$

Pérdida de fricción en rama 2 descarga

$$h_{10} = f_{rama2des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot \frac{5.05\ m}{0.050\ m} \cdot \frac{(6.378 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 3.3509\ m$$

Pérdida "tes" en descarga lateral en rama 3 descarga

$$h_{11} = f_{rama3des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot 60 \cdot \frac{(4.983 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.2909\ m$$

Pérdida de fricción en rama 3 descarga

$$h_{12} = f_{rama3des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot \frac{8.48\ m}{0.040\ m} \cdot \frac{(4.983 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 4.5613\ m$$

Pérdida “tes” en descarga lateral anillo descarga

$$h_{13} = f_{anillo\ des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.018 \cdot 60 \cdot \frac{(4.326 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.0300\ m$$

Pérdida de cuatro “tes” en descarga frontal anillo descarga

$$h_{14\ para\ 1\ te} = f_{anillo\ des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.018 \cdot 20 \cdot \frac{(4.326 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.3433\ m$$

$$h_{14\ para\ 4\ tes} = 4 \cdot h_{7\ para\ 1\ te} = 4 \cdot 0.3433\ m = 1.3733\ m$$

Pérdida de fricción en anillo descarga

$$h_{15} = f_{anillo\ des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.018 \cdot \frac{7.81\ m}{0.032\ m} \cdot \frac{(4.326 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 4.1896\ m$$

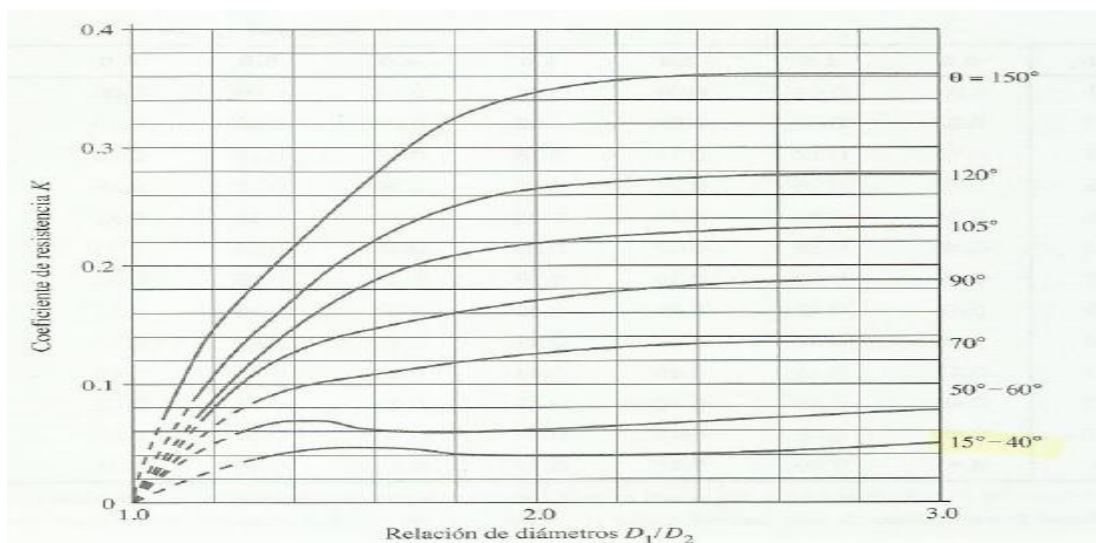
Pérdida “tes” en descarga lateral acometida descarga

$$h_{16} = f_{acometida\ des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.023 \cdot 60 \cdot \frac{(2.211 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.3450\ m$$

Pérdida de fricción en acometida descarga

$$h_{17} = f_{acometida\ des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.023 \cdot \frac{2.80\ m}{0.020\ m} \cdot \frac{(2.211 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.8050\ m$$

Pérdida de contracción gradual en surtidor



$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{0.020 \text{ m}}{0.010 \text{ m}} = 2 \Rightarrow K = 0.048$$

$$h_{18} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.048 \cdot \frac{(8.859 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.1920 \text{ m}$$

Pérdida de codo de 90° en surtidor

$$h_{19} = f_{\text{surtidor}} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.021 \cdot 30 \cdot \frac{(8.859 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 2.5200 \text{ m}$$

Pérdida de electroválvula doble de compuerta en surtidor

$$h_{20} = f_{\text{surtidor}} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.021 \cdot 8 \cdot \frac{(8.859 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.6720 \text{ m}$$

Pérdida de fricción en surtidor

$$h_{21} = f_{\text{surtidor}} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.021 \cdot \frac{0.065 \text{ m}}{0.010 \text{ m}} \cdot \frac{(8.859 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.5460 \text{ m}$$

TABLA 10.4 Resistencia en válvulas y accesorios expresada como la longitud equivalente en diámetros de tubería, L_e/D

| Tipo | Longitud equivalente en diámetros de tubería L_e/D |
|---|--|
| Válvula de globo —totalmente abierta | 340 |
| Válvula de ángulo —totalmente abierta | 150 |
| Válvula de compuerta —totalmente abierta | 8 |
| —abierta $\frac{3}{4}$ | 35 |
| —abierta $\frac{1}{2}$ | 160 |
| —abierta $\frac{1}{4}$ | 900 |
| Válvula de retención —tipo oscilante | 100 |
| Válvula de retención —tipo bola | 150 |
| Válvula de mariposa —totalmente abierta, 2-8 in | 45 |
| —10-14 in | 35 |
| —16-24 in | 25 |
| Válvula de pie —tipo disco de vástago | 420 |
| Válvula de pie —tipo disco de bisagras | 75 |
| Codo estándar de 90° | 30 |
| Codo de 90° y radio largo | 20 |
| Codo de 90° para calle | 50 |
| Codo estándar de 45° | 16 |
| Codo de 45° para calle | 26 |
| Doblez de retorno cerrado | 50 |
| Te estándar —con flujo por la línea principal | 20 |
| —con flujo por la ramificación | 60 |

(Reproducción con autorización de Crane Co., Flow of Fluids through Valves, Fittings and Pipe, artículo técnico núm. 410, 2011. Todos los derechos reservados.)

Pérdida total

$$h_{L \text{ total}} = \sum_{i=1}^{n=21} h_i = 41.5955 \text{ m}$$

4.4.1.1.3 BOMBA CENTRÍFUGA Y PRESIÓN TUBERÍAS.

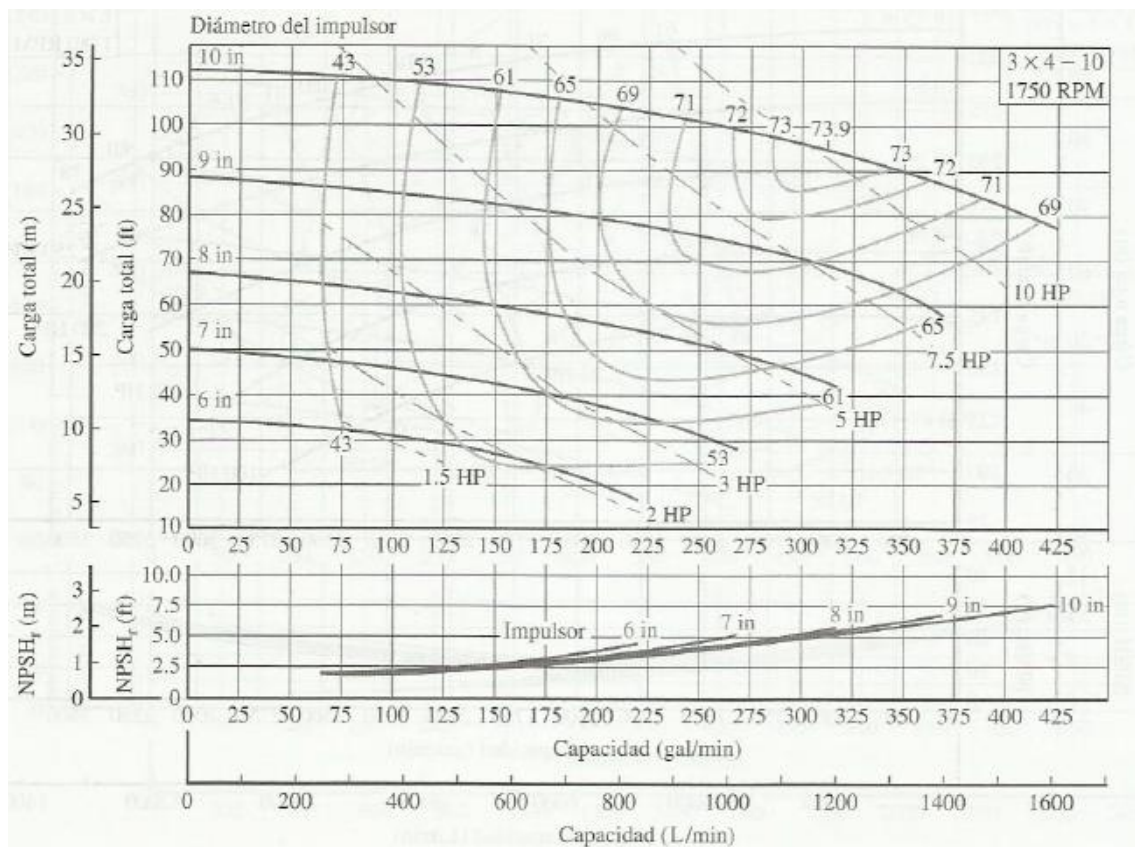
Ecuación de Bernuilli

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + h_A - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \Rightarrow h_A = z_2 - z_1 + h_L + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

$$h_A = 6.3 \text{ m} - 1.5 \text{ m} + 41.5955 \text{ m} + \frac{\left(8.859 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 50.3955 \text{ m}$$

$$Q = 90.17 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{h}}{60 \text{ min}} = 1502.88 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

Curva característica de bomba



Leyes de afinidad para velocidad de giro de 3500 rpm

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow Q_1 = \frac{N_1}{N_2} \cdot Q_2 = \frac{1750 \text{ rpm}}{3500 \text{ rpm}} \cdot 1502.88 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 751.44 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \Rightarrow h_1 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot h_2 = \left(\frac{1750 \text{ rpm}}{3500 \text{ rpm}}\right)^2 \cdot 50.3955 \text{ m} = 12.5988 \text{ m}$$

$$P_1 = 3 \text{ HP} \rightarrow 3 \times 4 - 10 \text{ in con impulsor 7 in al } 61\% \text{ } 1750 \text{ rpm}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 \Rightarrow P_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \cdot P_1 = \left(\frac{3500 \text{ rpm}}{1750 \text{ rpm}}\right)^3 \cdot 3 \text{ HP} = 24 \text{ HP} \approx 25 \text{ HP}$$

Parámetros de la bomba centrífuga

$$\text{Potencia} = 25 \text{ HP}$$

$$\text{Velocidad de giro} = 3500 \text{ rpm}$$

$$\text{Conexión descarga} = 3 \text{ in}$$

$$\text{Conexión de succión} = 4 \text{ in}$$

$$\text{Armadura para alojar impulsores} = 10 \text{ in}$$

$$\text{Impulsor} = 7 \text{ in}$$

$$\text{Eficiencia} = 61\%$$

$$P_2 = 25 \text{ HP} \rightarrow 3 \times 4 - 10 \text{ in con impulsor 7 in al } 61\% \text{ a } 3500 \text{ rpm}$$

Presión máxima con motor de 25 HP en descarga

$$P = \frac{h_A \cdot \gamma \cdot Q}{e} \Rightarrow h_A = \frac{P \cdot e}{\gamma \cdot Q}$$

$$h_A = \frac{25 \text{ HP} \cdot \frac{745.7 \text{ W}}{\text{HP}} \cdot 0.61}{9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \cdot 0.025 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 46.368 \text{ m}$$

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + h_A - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

$$p_2 = \gamma [(z_1 - z_2) + (h_A - h_L) - \frac{v_2^2}{2 \cdot g}] =$$

$$= 9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} [(1.5 \text{ m} - 0 \text{ m}) + (46.368 \text{ m} - 0 \text{ m}) - \frac{(4.983 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}] = 457170 \text{ Pa}$$

$$\text{Presión máxima} = 457170 \text{ Pa} \cdot \frac{1 \text{ bar}}{100000 \text{ Pa}} = 4.5717 \text{ bar}$$

Tubería recomendada PN10

4.4.1.1.4 CAVITACION Y EFECTO ARIETE.

Cavitación

$NPSH_R$ de 3 HP \rightarrow 3x4 – 10 in impulsor 7 in 61% a 1750 rpm = 1.1 m

$$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \Rightarrow h_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \cdot h_1 = \left(\frac{3500 \text{ rpm}}{1750 \text{ rpm}}\right)^2 \cdot 1.1 = 4.4 \text{ m}$$

$$NPSH_A = h_{atmosférica} + z_1 - h_L - h_{presión \text{ de vapor}}$$

$$h_{atmosférica} = \frac{p_{atmosférica}}{\gamma} = \frac{1.012 \text{ bar} \cdot \frac{100000 \text{ Pa}}{1 \text{ bar}}}{9810 \frac{N}{m^3}} = 10.31 \text{ m}$$

$$h_L = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 0.0207\text{m} + 0.6998\text{m} + 2.6438\text{m} + 0.3110\text{m} = 3.6753 \text{ m}$$

$$h_{presión \text{ de vapor}} = \frac{p_{vapor \ 30^\circ C}}{\gamma} = \frac{4243 \text{ Pa}}{9810 \frac{N}{m^3}} = 0.4325 \text{ m}$$

$$NPSH_A = 10.31 \text{ m} + 1.5 \text{ m} - 3.6753 \text{ m} - 0.4325 = 7.7022 \text{ m}$$

$$NPSH_A > 1.1 \cdot NPSH_R \Rightarrow 7.7022 \text{ m} > 1.1 \cdot 4.4 \text{ m} = 4.84 \text{ M}$$

TABLA 13.2 Presión de vapor y carga de la presión de vapor para el agua

| Temperatura °C | Presión de vapor kPa (abs) | Peso específico (kN/m ³) | Carga de la presión de vapor (m) | Temperatura °F | Presión de vapor (psia) | Peso específico (lb/ft ³) | Carga de la presión de vapor (ft) |
|-------------------|----------------------------------|--|--|-------------------|-------------------------------|---|---|
| 0 | 0.6105 | 9.806 | 0.06226 | 32 | 0.08854 | 62.42 | 0.2043 |
| 5 | 0.8722 | 9.807 | 0.08894 | 40 | 0.1217 | 62.43 | 0.2807 |
| 10 | 1.228 | 9.804 | 0.1253 | 50 | 0.1781 | 62.41 | 0.4109 |
| 20 | 2.338 | 9.789 | 0.2388 | 60 | 0.2563 | 62.37 | 0.5917 |
| 30 | 4.243 | 9.765 | 0.4345 | 70 | 0.3631 | 62.30 | 0.8393 |
| 40 | 7.376 | 9.731 | 0.7580 | 80 | 0.5069 | 62.22 | 1.173 |
| 50 | 12.33 | 9.690 | 1.272 | 90 | 0.6979 | 62.11 | 1.618 |
| 60 | 19.92 | 9.642 | 2.066 | 100 | 0.9493 | 62.00 | 2.205 |
| 70 | 31.16 | 9.589 | 3.250 | 120 | 1.692 | 61.71 | 3.948 |
| 80 | 47.34 | 9.530 | 4.967 | 140 | 2.888 | 61.38 | 6.775 |
| 90 | 70.10 | 9.467 | 7.405 | 160 | 4.736 | 61.00 | 11.18 |
| 100 | 101.3 | 9.399 | 10.78 | 180 | 7.507 | 61.58 | 17.55 |
| | | | | 200 | 11.52 | 60.12 | 27.59 |
| | | | | 212 | 14.69 | 59.83 | 35.36 |

Efecto ariete

El efecto ariete se produce por la compresión del fluido al experimentar una brusca parada de la velocidad de flujo por el cierre de una válvula.

En el presente diseño el motor funciona al máximo de su capacidad bombeando un caudal constante, que no se interrumpe por el cierre de las electroválvulas de los surtidores ya que son dobles. Eso significa que al tiempo que se cierra la válvula de un surtidor (para ejecutar la coreografía deseada), se abre su pareja que vierte directamente sobre el vaso de la fuente.

4.4.1.1.5 JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE TUBERIAS POR DIÁMETRO RECOMENDADO

Diámetro recomendado

| Dimensionamiento de tuberías según tablas recomendadas | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|---------|-------|----------|-------------|---------------|-----------|----------------|------------|------------|--------|---------|
| Rug. Abs. polietileno | 1,50E-06 m | | | | | | | | | | | | |
| Altura de chorro | 4 m | | | | | | | | | | | | |
| Velocidad de salida | 8,85889384 m/s | | | | | | | | | | | | |
| | Caudal | Caudal | Caudal | DN | DN | Area | Velocidad | Reynols | Rug. Rel. | Friccion | | | |
| | m3/s | m3/h | l/min | m | pulgadas | m2 | m/s | | | | | | |
| 1 surtidor | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,010 | | 7,85398E-05 | 8,859 | 58282 | 6667 | 0,021 | | | |
| 1 surtidor | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,020 | 0,75 | 0,000314159 | 2,215 | 29141 | 13333 | 0,023 | | | |
| 5 surtidores | 0,00347888 | 12,52 | 208,73 | 0,032 | 1,25 | 0,000804248 | 4,326 | 91066 | 21333 | 0,018 | | | |
| 9 surtidores | 0,00626198 | 22,54 | 375,72 | 0,040 | 1,50 | 0,001256637 | 4,983 | 131135 | 26667 | 0,017 | | | |
| 18 surtidores | 0,01252397 | 45,09 | 751,44 | 0,050 | 2 | 0,001963495 | 6,378 | 209816 | 33333 | 0,016 | | | |
| 36 surtidores | 0,02504793 | 90,17 | 1502,88 | 0,080 | 3 | 0,005026548 | 4,983 | 262270 | 53333 | 0,015 | | | |
| 36 surtidores | 0,02504793 | 90,17 | 1502,88 | 0,100 | 4 | 0,007853982 | 3,189 | 209816 | 66667 | 0,015 | | | |
| Pérdida en Succión | | | | f | L | D | k, Leq/D, L/D | 1/2g | v ² | h | u | h tot | |
| Perdida por entrada con bornes redondados | | | | | | | | 0,040 | 0,0509684 | 10,171008 | 0,020736 | 1 | 0,0207 |
| Perdida de tres codos de 90 | | | | 0,015 | | | | 30 | 0,0509684 | 10,171008 | 0,23328 | 3 | 0,6998 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,015 | | | | 340 | 0,0509684 | 10,171008 | 2,64384 | 1 | 2,6438 |
| Perdida por fricción | | | | 0,015 | 4 | 0,100 | | 40 | 0,0509684 | 10,171008 | 0,31104 | 1 | 0,3110 |
| Pérdida en primera rama de descarga | | | | | | | | | | | | | |
| Perdida filtro Y en tres tubos paralelo | | | | | | | | | | | | | 0,8150 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,015 | | | | 340 | 0,0509684 | 24,8315625 | 6,4546875 | 1 | 6,4547 |
| Perdida de dos codos de 90 | | | | 0,015 | | | | 30 | 0,0509684 | 24,8315625 | 0,56953125 | 2 | 1,1391 |
| Perdida por fricción | | | | 0,015 | 28 | 0,080 | | 350 | 0,0509684 | 24,8315625 | 6,64453125 | 1 | 6,6445 |
| Pérdida en segunda rama de descarga | | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,016 | | | | 60 | 0,0509684 | 40,684032 | 1,990656 | 1 | 1,9907 |
| Perdida por fricción | | | | 0,016 | 5,05 | 0,050 | | 101 | 0,0509684 | 40,684032 | 3,3509376 | 1 | 3,3509 |
| Pérdida en tercera rama de descarga | | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,017 | | | | 60 | 0,0509684 | 24,8315625 | 1,2909375 | 1 | 1,2909 |
| Perdida por fricción | | | | 0,017 | 8,48 | 0,040 | | 212 | 0,0509684 | 24,8315625 | 4,5613125 | 1 | 4,5613 |
| Pérdida en anillo de descarga | | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,018 | | | | 60 | 0,0509684 | 18,7110901 | 1,02996826 | 1 | 1,0300 |
| Perdida de te descarga frontal | | | | 0,018 | | | | 20 | 0,0509684 | 18,7110901 | 0,34332275 | 4 | 1,3733 |
| Perdida por fricción | | | | 0,018 | 7,81 | 0,032 | 244,0625 | 0,0509684 | 18,7110901 | 4,18961048 | 1 | 4,1896 | |
| Pérdida en acometida de descarga | | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,023 | | | | 60 | 0,0509684 | 4,905 | 0,345 | 1 | 0,3450 |
| Perdida por fricción | | | | 0,023 | 2,8 | 0,020 | | 140 | 0,0509684 | 4,905 | 0,805 | 1 | 0,8050 |
| Pérdida en surtidor | | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida en contracción gradual | | | | | 0,020 | 0,010 | 0,048 | 0,0509684 | 78,48 | 0,192 | 1 | 0,1920 | |
| Perdida de un codo de 90 | | | | 0,021 | | | 30 | 0,0509684 | 78,48 | 2,52 | 1 | 2,5200 | |
| Perdida de electroválvula doble de compuerta | | | | 0,021 | | | 8 | 0,0509684 | 78,48 | 0,672 | 1 | 0,6720 | |
| Perdida por fricción | | | | 0,021 | 0,065 | 0,010 | 6,5 | 0,0509684 | 78,48 | 0,546 | 1 | 0,5460 | |
| | | | | | | | | | | | | | 41,5955 |

Velocidades mínimas recomendadas

| Dimensionamiento de tuberías según rango de velocidades recomendadas | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|---------|-------|----------|------------|---------------|-----------|----------------|------------|---|---------|
| Rug. Abs. polietileno | 1,50E-06 m | | | | | | | | | | | |
| Altura de chorro | 4 m | | | | | | | | | | | |
| Velocidad de salida | 8,85889384 m/s | | | | | | | | | | | |
| | Caudal | Caudal | Caudal | DN | DN | Area | Velocidad | Reynols | Rug. Rel. | Friccion | | |
| | m3/s | m3/h | l/min | m | pulgadas | m2 | m/s | | | | | |
| 1 surtidor | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,010 | | 7,854E-05 | 8,859 | 58282 | 6667 | 0,021 | | |
| 1 surtidor | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,020 | 0,75 | 0,00031416 | 2,215 | 29141 | 13333 | 0,023 | | |
| 5 surtidores | 0,00347888 | 12,52 | 208,73 | 0,040 | 1,50 | 0,00125664 | 2,768 | 72853 | 26667 | 0,019 | | |
| 9 surtidores | 0,00626198 | 22,54 | 375,72 | 0,050 | 2 | 0,0019635 | 3,189 | 104908 | 33333 | 0,017 | | |
| 18 surtidores | 0,01252397 | 45,09 | 751,44 | 0,065 | 2,5 | 0,00331831 | 3,774 | 161397 | 43333 | 0,016 | | |
| 36 surtidores | 0,02504793 | 90,17 | 1502,88 | 0,100 | 4 | 0,00785398 | 3,189 | 209816 | 66667 | 0,015 | | |
| 36 surtidores | 0,02504793 | 90,17 | 1502,88 | 0,150 | 6 | 0,01767146 | 1,417 | 139877 | 100000 | 0,017 | | |
| Pérdida en succión | | | | f | L | D | k, Leq/D, L/D | 1/2g | v ² | h | u | h total |
| Perdida por entrada con bornes redondados | | | | | | | 0,040 | 0,0509684 | 2,009088 | 0,004096 | 1 | 0,0041 |
| Perdida de tres codos de 90 | | | | 0,017 | | | 30 | 0,0509684 | 2,009088 | 0,052224 | 3 | 0,1567 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,017 | | | 340 | 0,0509684 | 2,009088 | 0,591872 | 1 | 0,5919 |
| Perdida por fricción | | | | 0,017 | 4 | 0,150 | 26,6666667 | 0,0509684 | 2,009088 | 0,04642133 | 1 | 0,0464 |
| Pérdida en primera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida filtro Y en tres tubos paralelo | | | | | | | | | | | | 0,8150 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,015 | | | 340 | 0,0509684 | 10,171008 | 2,64384 | 1 | 2,6438 |
| Perdida de dos codos de 90 | | | | 0,015 | | | 30 | 0,0509684 | 10,171008 | 0,23328 | 2 | 0,4666 |
| Perdida por fricción | | | | 0,015 | 28 | 0,100 | 280 | 0,0509684 | 10,171008 | 2,17728 | 1 | 2,1773 |
| Pérdida en segunda rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,016 | | | 60 | 0,0509684 | 14,2446105 | 0,696984 | 1 | 0,6970 |
| Perdida por fricción | | | | 0,016 | 5,05 | 0,065 | 77,6923077 | 0,0509684 | 14,2446105 | 0,90250492 | 1 | 0,9025 |
| Pérdida en tercera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,017 | | | 60 | 0,0509684 | 10,171008 | 0,528768 | 1 | 0,5288 |
| Perdida por fricción | | | | 0,017 | 8,48 | 0,050 | 169,6 | 0,0509684 | 10,171008 | 1,49465088 | 1 | 1,4947 |
| Pérdida en anillo de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,019 | | | 60 | 0,0509684 | 7,6640625 | 0,4453125 | 1 | 0,4453 |
| Perdida de te descarga frontal | | | | 0,019 | | | 20 | 0,0509684 | 7,6640625 | 0,1484375 | 4 | 0,5938 |
| Perdida por fricción | | | | 0,019 | 7,81 | 0,040 | 195,25 | 0,0509684 | 7,6640625 | 1,44912109 | 1 | 1,4491 |
| Pérdida en acometida de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,023 | | | 60 | 0,0509684 | 4,905 | 0,345 | 1 | 0,3450 |
| Perdida por fricción | | | | 0,023 | 2,8 | 0,020 | 140 | 0,0509684 | 4,905 | 0,805 | 1 | 0,8050 |
| Pérdida en surtidor | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida en contracción gradual | | | | | 0,020 | 0,010 | 0,048 | 0,0509684 | 78,48 | 0,192 | 1 | 0,1920 |
| Perdida de un codo de 90 | | | | 0,021 | | | 30 | 0,0509684 | 78,48 | 2,52 | 1 | 2,5200 |
| Perdida de electroválvula doble de compuerta | | | | 0,021 | | | 8 | 0,0509684 | 78,48 | 0,672 | 1 | 0,6720 |
| Perdida por fricción | | | | 0,021 | 0,065 | 0,010 | 6,5 | 0,0509684 | 78,48 | 0,546 | 1 | 0,5460 |
| | | | | | | | | | | | | 18,0928 |

Velocidad de succión menor de 2 m/s

Velocidad de descarga menor de 4 m/s

Extrapolación de una tubería serie a cada tubería según su caudal

| Dimensionamiento de tuberías suponemos una tubería serie y multiplicando cada tramo por su caudal | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-------------|--------|------------|------------|------------|---------------|------------|----------------|------------|---|---------|
| Rug. Abs. polietileno | 1,50E-06 m | | | | | | | | | | | |
| Altura de chorro | 4 m | | | | | | | | | | | |
| Velocidad de salida | 8,85889384 m/s | | | | | | | | | | | |
| | Caudal | Caudal | Caudal | DN | DN | Area | Velocidad | Reynols | Rug. Rel. | Friccion | | |
| | m3/s | m3/h | l/min | m | pulgadas | m2 | m/s | | | | | |
| 1 surtidor | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,010 | | 7,854E-05 | 8,859 | 58282 | 6667 | 0,021 | | |
| 1 surtidor | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,017 | 0,75 | 0,00022698 | 3,065 | 34284 | 11333 | 0,022 | | |
| 5 surtidores | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,017 | 0,75 | 0,00022698 | 3,065 | 34284 | 11333 | 0,022 | | |
| 9 surtidores | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,017 | 0,75 | 0,00022698 | 3,065 | 34284 | 11333 | 0,022 | | |
| 18 surtidores | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,017 | 0,75 | 0,00022698 | 3,065 | 34284 | 11333 | 0,022 | | |
| 36 surtidores | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,017 | 0,75 | 0,00022698 | 3,065 | 34284 | 11333 | 0,022 | | |
| 36 surtidores | 0,00069578 | 2,50 | 41,75 | 0,024 | 1 | 0,00045239 | 1,538 | 24284 | 16000 | 0,024 | | |
| Pérdida en Succión | | | | f | L | D | k, Leq/D, L/D | 1/2g | v ² | h | u | h tot |
| Perdida por entrada con bornes redondados | | | | | | | 0,040 | 0,0509684 | 2,36545139 | 0,00482253 | 1 | 0,0048 |
| Perdida de dos tres de 90 | | | | 0,024 | | | 30 | 0,0509684 | 2,36545139 | 0,08680556 | 3 | 0,2604 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,024 | | | 340 | 0,0509684 | 2,36545139 | 0,9837963 | 1 | 0,9838 |
| Perdida por fricción | | | | 0,024 | 4 | 0,024 | 166,666667 | 0,0509684 | 2,36545139 | 0,48225309 | 1 | 0,4823 |
| Pérdida en primera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida filtro Y en tres tubos paralelo | | | | | | | | | | | | 0,8150 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,022 | | | 340 | 0,0509684 | 9,39643922 | 3,58233259 | 1 | 3,5823 |
| Perdida de dos codos de 90 | | | | 0,022 | | | 30 | 0,0509684 | 9,39643922 | 0,31608817 | 2 | 0,6322 |
| Perdida por fricción | | | | 0,022 | 28 | 0,017 | 1647,05882 | 0,0509684 | 9,39643922 | 17,3538603 | 1 | 17,3539 |
| Pérdida en segunda rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,022 | | | 60 | 0,0509684 | 9,39643922 | 0,63217634 | 1 | 0,6322 |
| Perdida por fricción | | | | 0,022 | 5,05 | 0,017 | 297,058824 | 0,0509684 | 9,39643922 | 3,12989266 | 1 | 3,1299 |
| Pérdida en tercera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,022 | | | 60 | 0,0509684 | 9,39643922 | 0,63217634 | 1 | 0,6322 |
| Perdida por fricción | | | | 0,022 | 8,48 | 0,017 | 498,823529 | 0,0509684 | 9,39643922 | 5,25574054 | 1 | 5,2557 |
| Pérdida en anillo de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,022 | | | 60 | 0,0509684 | 9,39643922 | 0,63217634 | 1 | 0,6322 |
| Perdida de te descarga frontal | | | | 0,022 | | | 20 | 0,0509684 | 9,39643922 | 0,21072545 | 4 | 0,8429 |
| Perdida por fricción | | | | 0,022 | 7,81 | 0,017 | 459,411765 | 0,0509684 | 9,39643922 | 4,84048746 | 1 | 4,8405 |
| Pérdida en acometida de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,022 | | | 60 | 0,0509684 | 9,39643922 | 0,63217634 | 1 | 0,6322 |
| Perdida por fricción | | | | 0,022 | 2,8 | 0,017 | 164,705882 | 0,0509684 | 9,39643922 | 1,73538603 | 1 | 1,7354 |
| Pérdida en surtidor | | | | | | | | | | | | |
| Perdida en contracción gradual | | | | | 0,017 | 0,010 | 0,049 | 0,0509684 | 78,48 | 0,196 | 1 | 0,1960 |
| Perdida de un codo de 90 | | | | 0,021 | | | 30 | 0,0509684 | 78,48 | 2,52 | 1 | 2,5200 |
| Perdida de electroválvula doble de compuerta | | | | 0,021 | | | 8 | 0,0509684 | 78,48 | 0,672 | 1 | 0,6720 |
| Perdida por fricción | | | | 0,021 | 0,065 | 0,010 | 6,5 | 0,0509684 | 78,48 | 0,546 | 1 | 0,5460 |
| | | | | | | | | | | | | 46,3818 |
| | Caudal real | Velocidad | | Area | Radio | Diámetro | DN mm | DN pulgada | | | | |
| caudal 1 tobera | 0,000695776 | 3,065361189 | | 0,00022698 | 0,0085 | 0,0170 | 0,020 | 0,75 | | | | |
| caudal 5 toberas | 0,003478879 | 3,065361189 | | 0,0011349 | 0,01900658 | 0,0380 | 0,040 | 1,5 | | | | |
| caudal 9 toberas | 0,006261983 | 3,065361189 | | 0,00204282 | 0,0255 | 0,0510 | 0,050 | 2 | | | | |
| caudal 18 toberas | 0,012523966 | 3,065361189 | | 0,00408564 | 0,03606245 | 0,0721 | 0,080 | 3 | | | | |
| caudal 36 toberas | 0,025047932 | 3,065361189 | | 0,00817128 | 0,051 | 0,1020 | 0,100 | 4 | | | | |
| caudal 36 toberas | 0,025047932 | 1,538002402 | | 0,01628602 | 0,072 | 0,1440 | 0,150 | 6 | | | | |

Como puede observarse, el cálculo con velocidades mínimas, aunque disminuye la carga, aumenta mucho el diámetro nominal de las tuberías. Respecto a la extrapolación observamos que aumenta la carga manteniendo y aumenta el diámetro nominal.

4.4.1.2 ANILLO CENTRAL DE 16 SURTIDORES

4.4.1.2.1 VELOCIDADES, CAUDALES Y NÚMEROS ADIMENSIONALES

Diámetro tobera de salida. $D = 14 \text{ mm} = 0.014 \text{ m}$

Altura del chorro de agua. $z = 8 \text{ m}$

Peso específico del agua entre 0°C y 15°C . $\gamma = 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Densidad del agua 5°C . $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Viscosidad del agua entre 0°C y 15°C . $\eta = 1.52 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

Rugosidad absoluta tubería polietileno. $\varepsilon = 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

VELOCIDAD DE SALIDA DE SURTIDOR

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 8 \text{ m}} = 12.53 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

CAUDAL DE TUBERIAS

$$Q_{\text{surt}} = A \cdot v = \pi \cdot R^2 \cdot v = \pi \cdot \left(\frac{0.014 \text{ m}}{2}\right)^2 \cdot 12.53 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1.93 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 6.94 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{acometida descarga}} = Q_{\text{surt}} \cdot 1 = 1.93 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1 = 1.93 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 2.5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{anillo descarga}} = Q_{\text{surt}} \cdot 2 = 1.93 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 2 = 3.85 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 13.89 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

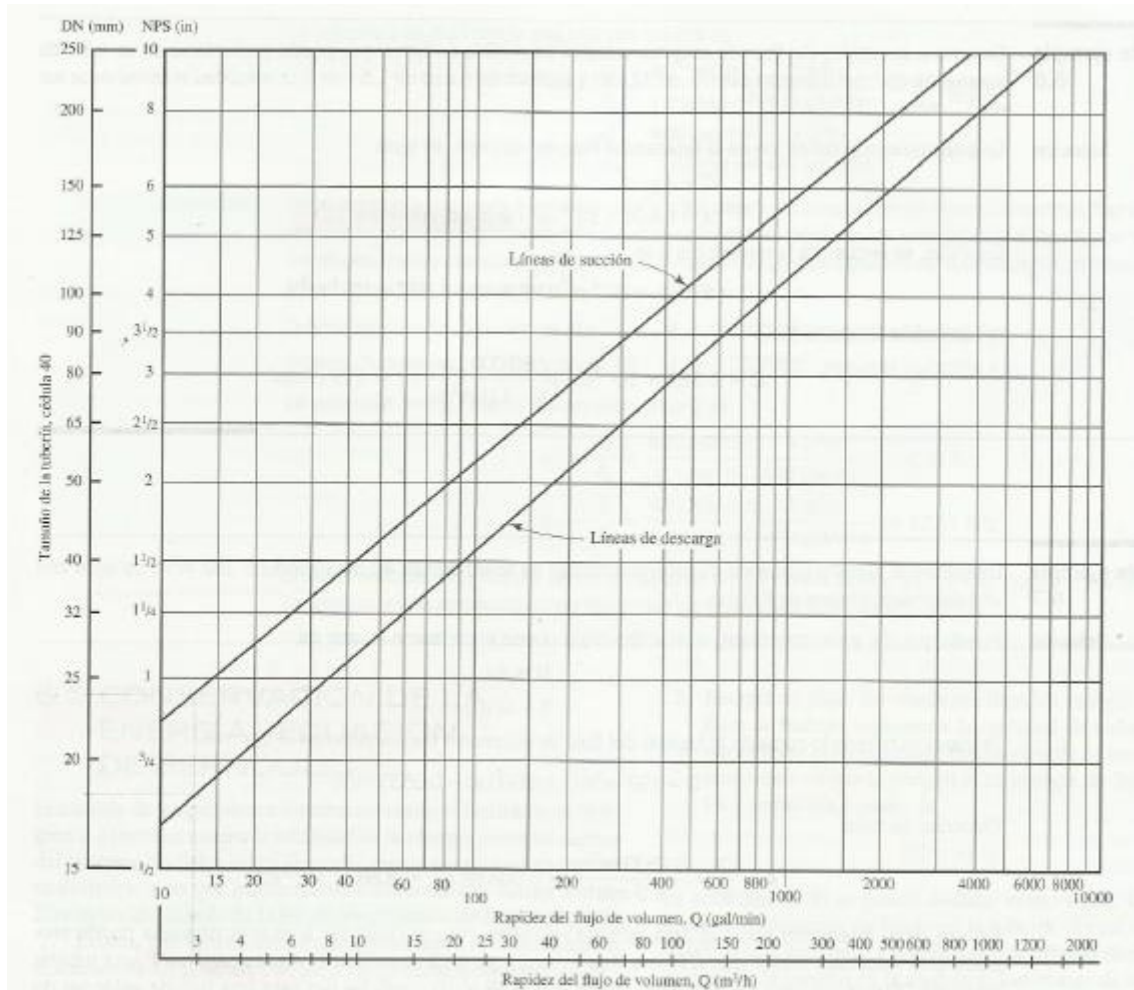
$$Q_{\text{rama 3 desescarga}} = Q_{\text{surt}} \cdot 4 = 1.93 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 4 = 7.71 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 27.77 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{rama 2 desescarga}} = Q_{\text{surt}} \cdot 8 = 1.93 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 8 = 0.0152 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 55.54 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{rama 1 desescarga}} = Q_{\text{surt}} \cdot 16 = 1.93 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 16 = 0.031 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 111.09 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{succión}} = Q_{\text{surt}} \cdot 16 = 1.93 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 16 = 0.031 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 111.09 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

DIAMETROS RECOMENDADOS PARA SUCCIÓN Y DESCARGA EN FUNCIÓN DEL CAUDAL



$$D_{\text{acometida descarga}} = 0.025 \text{ m} = 1 \text{ in}$$

$$D_{\text{anillo descarga}} = 0.032 \text{ m} = 1 \frac{1}{4} \text{ in}$$

$$D_{\text{rama 3 descarga}} = 0.040 \text{ m} = 1 \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$D_{\text{rama 2 descarga}} = 0.065 \text{ m} = 2 \frac{1}{2} \text{ in}$$

$$D_{\text{rama 1 descarga}} = 0.080 \text{ m} = 3 \text{ in}$$

$$D_{\text{succión}} = 0.100 \text{ m} = 4 \text{ in}$$

VELOCIDADES EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE LA TUBERIA

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$

$$v_{acometida\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{1.93 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.025\ m}{2}\right)^2} = 3.929 \frac{m}{s}$$

$$v_{anillo\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{3.857 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.032\ m}{2}\right)^2} = 4.796 \frac{m}{s}$$

$$v_{rama\ 3\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{7.714 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.040\ m}{2}\right)^2} = 6.139 \frac{m}{s}$$

$$v_{rama\ 2\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0.0154 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.065\ m}{2}\right)^2} = 4.650 \frac{m}{s}$$

$$v_{rama\ 1\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0.031 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.080\ m}{2}\right)^2} = 6.139 \frac{m}{s}$$

$$v_{succión} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0.031 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.100\ m}{2}\right)^2} = 3.929 \frac{m}{s}$$

NUMEROS DE REYNOLDS

$$N_R = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\eta}$$

$$N_{R\ surtidor} = \frac{12.53 \frac{m}{s} \cdot 0.014\ m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3}\ Pa \cdot s} = 115393 \approx 1.1 \cdot 10^5$$

$$N_{R\ acometida\ descarga} = \frac{3.929 \frac{m}{s} \cdot 0.025\ m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3}\ Pa \cdot s} = 64620 \approx 6 \cdot 10^4$$

$$N_{R\ anillo\ descarga} = \frac{4.796 \frac{m}{s} \cdot 0.032\ m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3}\ Pa \cdot s} = 100969 \approx 1 \cdot 10^5$$

$$N_{R \text{ rama 3 descarga}} = \frac{6.139 \frac{m}{s} \cdot 0.040 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 164550 \approx 1.6 \cdot 10^5$$

$$N_{R \text{ rama 2 descarga}} = \frac{4.650 \frac{m}{s} \cdot 0.065 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 198831 \approx 2 \cdot 10^5$$

$$N_{R \text{ rama 1 descarga}} = \frac{6.139 \frac{m}{s} \cdot 0.080 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 323100 \approx 3 \cdot 10^5$$

$$N_{R \text{ succión}} = \frac{3.929 \frac{m}{s} \cdot 0.100 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 258480 \approx 2.5 \cdot 10^5$$

RUGOSIDADES RELATIVAS

$$Rugosidad \text{ relativa surtidor} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.014 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 9333 \approx 10000$$

$$Rugosidad \text{ relativa acometida descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.025 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 16667 \approx 15000$$

$$Rugosidad \text{ relativa anillo descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.032 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 21333 \approx 20000$$

$$Rugosidad \text{ relativa rama 3 descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.040 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 26667 \approx 25000$$

$$Rugosidad \text{ relativa rama 2 descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.065 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 43333 \approx 40000$$

$$Rugosidad \text{ relativa rama 1 descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.080 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 53333 \approx 50000$$

$$Rugosidad \text{ relativa succión} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.100 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 66667 \approx 50000$$

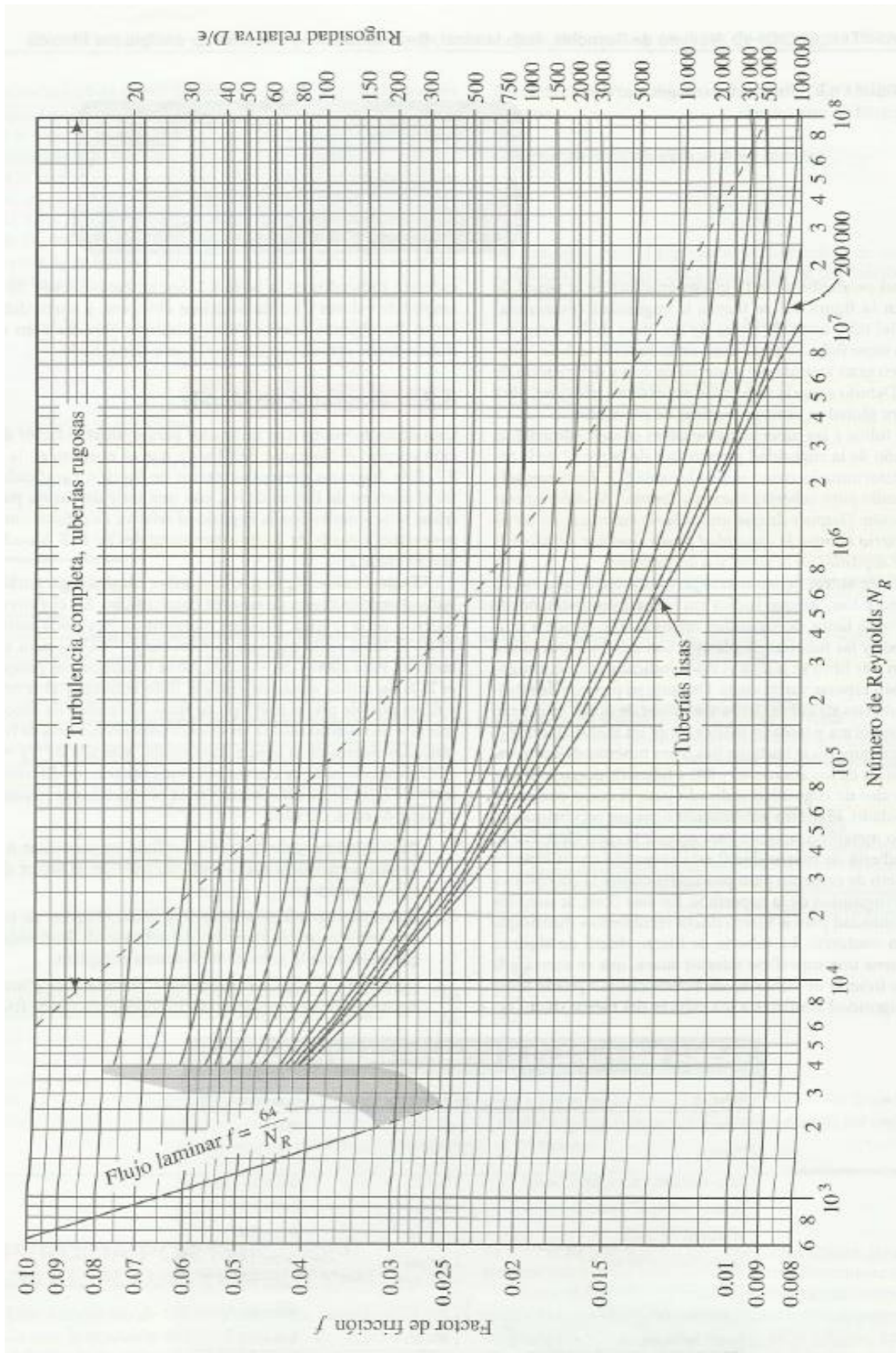
FACTOR DE FRICCIÓN. DIAGRAMA DE MOODY

$$F. \text{ fricción surtidor} = 0.017 \quad F. \text{ fricción acometida descarga} = 0.020$$

$$F. \text{ fricción anillo descarga} = 0.018 \quad F. \text{ fricción rama 3 descarga} = 0.017$$

$$F. \text{ fricción rama 2 descarga} = 0.016 \quad F. \text{ fricción rama 1 descarga} = 0.014$$

$$F. \text{ fricción succión} = 0.015$$



4.4.1.2.2 PÉRDIDAS MAYORES Y MENORES

$h_1 =$ Pérdida de entrada en la succión con bornes redondeados

$h_2 =$ Pérdida de 3 codos de 90° en la succión

$h_3 =$ Pérdida de válvula de globo en la succión

$h_4 =$ Pérdida de fricción en la succión

$h_5 =$ Pérdida de tres filtros Y en paralelo en rama 1 descarga

$h_6 =$ Pérdida de válvula de globo en rama 1 descarga

$h_7 =$ Pérdida de 2 codos de 90° en rama 1 descarga

$h_8 =$ Pérdida de 2 codos de 45° en rama 1 descarga

$h_9 =$ Pérdida de fricción en rama 1 descarga

$h_{10} =$ Pérdida de "te" de salida lateral en rama 2 descarga

$h_{11} =$ Pérdida de fricción en rama 2 descarga

$h_{12} =$ Pérdida de "te" de salida lateral en rama 3 descarga

$h_{13} =$ Pérdida de codo de 90° en rama 3 descarga

$h_{14} =$ Pérdida de fricción en rama 3 descarga

$h_{15} =$ Pérdida de "te" de salida lateral en anillo descarga

$h_{16} =$ Pérdida de "te" de salida frontal en anillo descarga

$h_{17} =$ Pérdida de fricción en anillo descarga

$h_{18} =$ Pérdida de "te" de salida lateral en acometida descarga

$h_{19} =$ Pérdida de fricción en acometida descarga

$h_{20} =$ Pérdida de contracción gradual en el surtidor

$h_{21} =$ Pérdida de codo de 90° en el surtidor

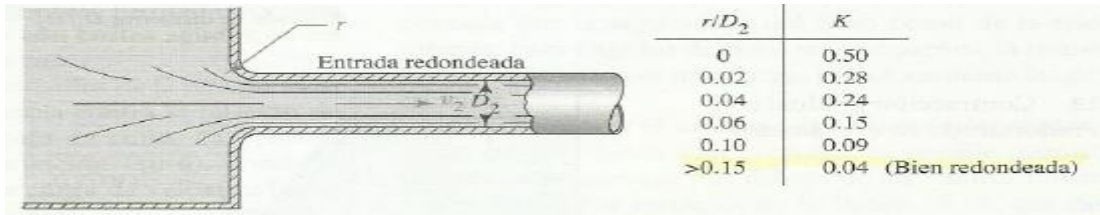
$h_{22} =$ Pérdida de electroválvula doble de compuerta en el surtidor

$h_{23} =$ Pérdida de fricción en el surtidor

Distancias de anillo central

| Distancias en decímetros del anillo central | | | | | |
|---|-----------|--|--------|--------|--------------|
| | | Izquierda | | | Derecha |
| | | 2ª rama izda | 22,52 | 22,52 | 2ª rama dcha |
| | | | | 19,91 | |
| | | | 42,43 | 22,52 | |
| | | 3ª rama izda | 42,43 | 42,43 | 3ª rama cha |
| | | Ramas | 64,95 | 64,95 | |
| | | | | | |
| | | Surtidores de izquierda a derecha | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | Distancias de izquierda a derecha | | | |
| | Ramas | 64,95 | 64,95 | 64,95 | 64,95 |
| | | 10,81 | 10,81 | 10,81 | 10,81 |
| | Tramos | | 18,18 | 18,18 | 18,18 |
| | anillo | | | 21,63 | 21,63 |
| | | | | | 23,41 |
| | Anillo | 10,81 | 28,99 | 50,62 | 74,03 |
| | Acometida | 7,46 | 7,46 | 16,42 | 16,42 |
| | TOTAL | 83,22 | 101,4 | 131,99 | 155,4 |
| | | | | | |
| | | Distancias de derecha a izquierda | | | |
| | Ramas | 64,95 | 64,95 | 64,95 | 64,95 |
| | | 18,81 | 18,81 | 18,81 | 18,81 |
| | Tramos | | 23,41 | 23,41 | 23,41 |
| | anillo | | 21,63 | 21,63 | |
| | | | 18,18 | | |
| | Anillo | 82,03 | 63,85 | 42,22 | 18,81 |
| | Acometida | 7,46 | 7,46 | 16,42 | 16,42 |
| | TOTAL | 154,44 | 136,26 | 123,59 | 100,18 |
| | | | | | |
| | | ELEGIMOS EL SURTIDOR MÁS LEJANO POR EL CAMINO MÁS CORTO (marcado en rojo) | | | |
| | | Y TOMAMOS SUS DISTANCIAS (en recuadro negro) | | | |

Pérdida de entrada con bordes redondeados:



$$h_1 = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.04 \cdot \frac{\left(3.929 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.0315 m$$

Pérdida de tres codos de 90° en succión

$$h_{2 \text{ codo}} = f_{\text{succión}} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 30 \cdot \frac{\left(3.929 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.3540 m$$

$$h_{2 \text{ para 3 codos}} = 3 \cdot h_{2 \text{ codo}} = 3 \cdot 0.3540 m = 1.0621 m$$

Pérdida de válvula de globo en succión

$$h_3 = f_{\text{succión}} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 340 \cdot \frac{\left(3.929 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 4.0125 m$$

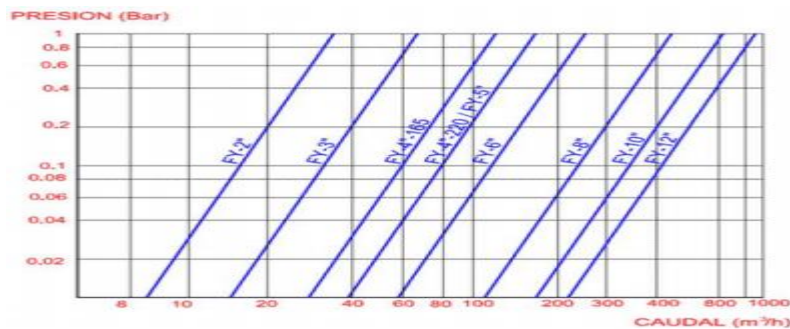
Pérdida de fricción en succión

$$h_4 = f_{\text{succión}} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot \frac{4 m}{0.100 m} \cdot \frac{\left(3.929 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.4721 m$$

Pérdida de válvula de globo en rama 1 descarga

$$h_6 = f_{\text{rama1desc.}} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.014 \cdot 340 \cdot \frac{\left(6.139 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 9.1430 m$$

Pérdida filtro Y en tres tubos en paralelo rama 1 descarga



$$Q_{por\ rama} = \frac{Q_{total}}{3} = \frac{111.09 \frac{m^3}{h}}{3} = 37.07 \frac{m^3}{h}$$

$$Presión\ de\ pérdida = 0.08\ bar$$

$$h_5 = pérdida\ filtro\ Y\ m.c.a = \frac{p}{\gamma} = \frac{0.8\ bar}{9810 \frac{N}{m^3}} \cdot \frac{100000 \frac{N}{m^2}}{1\ bar} = 0.815\ m$$

Pérdida de dos codos de 90° en rama 1 descarga

$$h_{7\ codo} = f_{rama1des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.014 \cdot 30 \cdot \frac{(6.139 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.8067\ m$$

$$h_{7\ para\ 2\ codos} = 2 \cdot h_{7\ codo} = 2 \cdot 0.5695\ m = 1.6135\ m$$

Pérdida de dos codos de 45° en rama 1 descarga

$$h_{8\ codo} = f_{rama1des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.014 \cdot 16 \cdot \frac{(6.139 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.4303\ m$$

$$h_{7\ para\ 2\ codos} = 2 \cdot h_{7\ codo} = 2 \cdot 0.5695\ m = 0.8605\ m$$

Pérdida de fricción en rama 1 descarga

$$h_9 = f_{rama1des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.014 \cdot \frac{28\ m}{0.080\ m} \cdot \frac{(6.139 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 9.4119\ m$$

Pérdida "tes" en descarga lateral en rama 2 descarga

$$h_{10} = f_{rama2des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot 60 \cdot \frac{(4.650 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.0578\ m$$

Pérdida de fricción en rama 2 descarga

$$h_{11} = f_{rama2des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot \frac{2.25\ m}{0.065\ m} \cdot \frac{(4.650 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.6103\ m$$

Pérdida "te" en descarga lateral en rama 3 descarga

$$h_{12} = f_{rama3des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot 60 \cdot \frac{(6.139 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.9592\ m$$

Pérdida de codo de 90° en rama 3 descarga

$$h_{13 \text{ codo}} = f_{rama1des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot 30 \cdot \frac{(6.139 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.9796 \text{ m}$$

Pérdida de fricción en rama 3 descarga

$$h_{14} = f_{rama3des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot \frac{4.25 \text{ m}}{0.040 \text{ m}} \cdot \frac{(6.139 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 3.4694 \text{ m}$$

Pérdida "te" en descarga lateral anillo descarga

$$h_{15} = f_{anillo des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.018 \cdot 60 \cdot \frac{(4.796 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.2662 \text{ m}$$

Pérdida de cuatro "te" en descarga frontal anillo descarga

$$h_{16} = f_{anillo des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.018 \cdot 20 \cdot \frac{(4.796 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.4221 \text{ m}$$

Pérdida de fricción en anillo descarga

$$h_{17} = f_{anillo des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.018 \cdot \frac{4.22 \text{ m}}{0.032 \text{ m}} \cdot \frac{(4.796 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 2.7829 \text{ m}$$

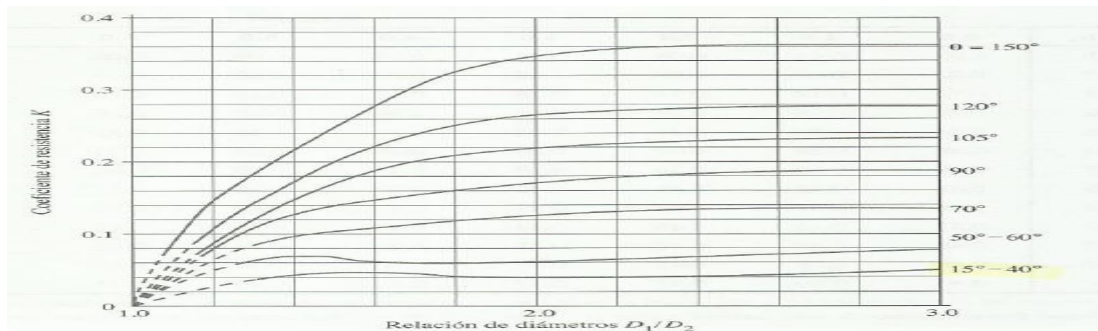
Pérdida "te" en descarga lateral acometida descarga

$$h_{18} = f_{acometida des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.020 \cdot 60 \cdot \frac{(3.929 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.9441 \text{ m}$$

Pérdida de fricción en acometida descarga

$$h_{19} = f_{acometida des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.020 \cdot \frac{1.64 \text{ m}}{0.025 \text{ m}} \cdot \frac{(3.929 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.0322 \text{ m}$$

Pérdida de contracción gradual en surtidor



$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{0.025 \text{ m}}{0.014 \text{ m}} = 1.78; K = 0.049; h_{20} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.049 \cdot \frac{(12.53 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.3920 \text{ m}$$

Pérdida de codo de 90° en surtidor

$$h_{21} = f_{\text{surtidor}} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot 30 \cdot \frac{(12.53 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 4.0800 \text{ m}$$

Pérdida de electroválvula doble de compuerta en surtidor

$$h_{22} = f_{\text{surtidor}} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot 8 \cdot \frac{(12.53 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1.0880 \text{ m}$$

Pérdida de fricción en surtidor

$$h_{23} = f_{\text{surtidor}} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot \frac{0.096 \text{ m}}{0.014 \text{ m}} \cdot \frac{(12.53 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0.9326 \text{ m}$$

TABLA 10.4 Resistencia en válvulas y accesorios expresada como la longitud equivalente en diámetros de tubería, L_e/D

| Tipo | Longitud equivalente en diámetros de tubería L_e/D |
|---|--|
| Válvula de globo —totalmente abierta | 340 |
| Válvula de ángulo —totalmente abierta | 150 |
| Válvula de compuerta —totalmente abierta | 8 |
| —abierta 3/4 | 35 |
| —abierta 1/2 | 160 |
| —abierta 1/4 | 900 |
| Válvula de retención —tipo oscilante | 100 |
| Válvula de retención —tipo bola | 150 |
| Válvula de mariposa —totalmente abierta, 2-8 in | 45 |
| —10-14 in | 35 |
| —16-24 in | 25 |
| Válvula de pie —tipo disco de vástago | 420 |
| Válvula de pie —tipo disco de bisagras | 75 |
| Codo estándar de 90° | 30 |
| Codo de 90° y radio largo | 20 |
| Codo de 90° para calle | 50 |
| Codo estándar de 45° | 16 |
| Codo de 45° para calle | 26 |
| Doblez de retorno cerrado | 50 |
| Te estándar —con flujo por la línea principal | 20 |
| —con flujo por la ramificación | 60 |

Reproducido con autorización de Crane Co., Flow of Fluids through Valves, Fittings and Pipe, artículo técnico núm. 410, 2013. Todos los derechos reservados.

Pérdida total

$$h_{L \text{ total}} = \sum_{i=1}^{n=23} h_i = 48.4384 \text{ m}$$

4.4.1.2.3 BOMBA CENTRÍFUGA Y PRESIÓN TUBERÍAS.

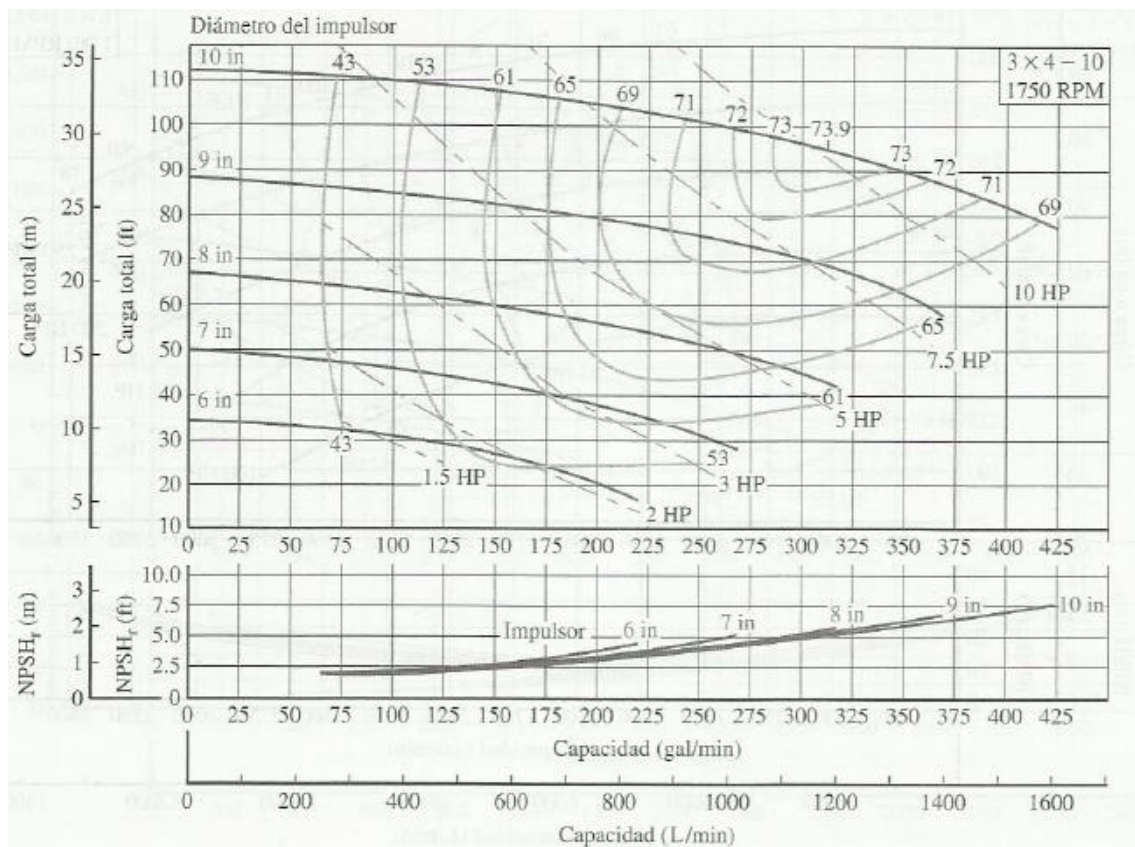
Ecuación de Bernuilli

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + h_A - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \Rightarrow h_A = z_2 - z_1 + h_L + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

$$h_A = 6.3 \text{ m} - 1.5 \text{ m} + 48.4384 \text{ m} + \frac{\left(12.53 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 61.2405 \text{ m}$$

$$Q = 111.09 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{h}}{60 \text{ min}} = 1851.5 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

Curva característica de bomba



Leyes de afinidad para velocidad de giro de 3500 rpm

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow Q_1 = \frac{N_1}{N_2} \cdot Q_2 = \frac{1750 \text{ rpm}}{3500 \text{ rpm}} \cdot 1851.5 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 925.75 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \Rightarrow h_1 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot h_2 = \left(\frac{1750 \text{ rpm}}{3500 \text{ rpm}}\right)^2 \cdot 61.2405 \text{ m} = 15.3101 \text{ m}$$

$$P_1 = 5 \text{ HP} \rightarrow 3x4 - 10 \text{ in con impulsor 8 in al } 67\% \text{ } 1750 \text{ rpm}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 \Rightarrow P_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \cdot P_1 = \left(\frac{3500 \text{ rpm}}{1750 \text{ rpm}}\right)^3 \cdot 5 \text{ HP} = 40 \text{ HP}$$

Parámetros de la bomba centrífuga

$$\text{Potencia} = 40 \text{ HP}$$

$$\text{Velocidad de giro} = 3500 \text{ rpm}$$

$$\text{Conexión descarga} = 3 \text{ in}$$

$$\text{Conexión de succión} = 4 \text{ in}$$

$$\text{Armadura para alojar impulsores} = 10 \text{ in}$$

$$\text{Impulsor} = 8 \text{ in}$$

$$\text{Eficiencia} = 67\%$$

$$P_2 = 40 \text{ HP} \rightarrow 3x4 - 10 \text{ in con impulsor 8 in al } 67\% \text{ a } 3500 \text{ rpm}$$

Presión máxima con motor de 40 HP en descarga

$$P = \frac{h_A \cdot \gamma \cdot Q}{e} \Rightarrow h_A = \frac{P \cdot e}{\gamma \cdot Q}$$

$$h_A = \frac{40 \text{ HP} \cdot \frac{745.7 \text{ W}}{\text{HP}} \cdot 0.67}{9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \cdot 0.031 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 66.0191 \text{ m}$$

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + h_A - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

$$p_2 = \gamma [(z_1 - z_2) + (h_A - h_L) - \frac{v_2^2}{2 \cdot g}] =$$

$$= 9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} [(1.5 \text{ m} - 0 \text{ m}) + (66.0191 \text{ m} - 0 \text{ m}) - \frac{(6.139 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}] = 681206 \text{ Pa}$$

$$\text{Presión máxima} = 681206 \text{ Pa} \cdot \frac{1 \text{ bar}}{100000 \text{ Pa}} = 6.8120 \text{ bar}$$

Tubería recomendada PN10

4.4.1.2.4 CAVITACION Y EFECTO ARIETE.

Cavitación

$$NPSH_R \text{ de } 5 \text{ HP} \rightarrow 3 \times 4 - 10 \text{ in impulsor } 8 \text{ in } 67\% \text{ a } 1750 \text{ rpm} = 1.3 \text{ m}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \Rightarrow h_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \cdot h_1 = \left(\frac{3500 \text{ rpm}}{1750 \text{ rpm}}\right)^2 \cdot 1.3 = 5.2 \text{ m}$$

$$NPSH_A = h_{atmosférica} + z_1 - h_L - h_{presión \text{ de vapor}}$$

$$h_{atmosférica} = \frac{p_{atmosférica}}{\gamma} = \frac{1.012 \text{ bar} \cdot \frac{100000 \text{ Pa}}{1 \text{ bar}}}{9810 \frac{N}{m^3}} = 10.31 \text{ m}$$

$$h_L = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 0.0315 \text{ m} + 1.0621 \text{ m} + 4.0125 \text{ m} + 0.4721 \text{ m} = 5.5782 \text{ m}$$

$$h_{presión \text{ de vapor}} = \frac{p_{vapor \ 30^\circ C}}{\gamma} = \frac{4243 \text{ Pa}}{9810 \frac{N}{m^3}} = 0.4325 \text{ m}$$

$$NPSH_A = 10.31 \text{ m} + 1.5 \text{ m} - 5.5782 \text{ m} - 0.4325 = 5.7993 \text{ m}$$

$$NPSH_A > 1.1 \cdot NPSH_R \Rightarrow 5.7993 \text{ m} > 1.1 \cdot 5.2 \text{ m} = 5.72 \text{ M}$$

TABLA 13.2 Presión de vapor y carga de la presión de vapor para el agua

| Temperatura °C | Presión de vapor kPa (abs) | Peso específico (kN/m ³) | Carga de la presión de vapor (m) | Temperatura °F | Presión de vapor (psia) | Peso específico (lb/ft ³) | Carga de la presión de vapor (ft) |
|-------------------|----------------------------------|--|--|-------------------|-------------------------------|---|---|
| 0 | 0.6105 | 9.806 | 0.06226 | 32 | 0.08854 | 62.42 | 0.2043 |
| 5 | 0.8722 | 9.807 | 0.08894 | 40 | 0.1217 | 62.43 | 0.2807 |
| 10 | 1.228 | 9.804 | 0.1253 | 50 | 0.1781 | 62.41 | 0.4109 |
| 20 | 2.338 | 9.789 | 0.2388 | 60 | 0.2563 | 62.37 | 0.5917 |
| 30 | 4.243 | 9.765 | 0.4345 | 70 | 0.3631 | 62.30 | 0.8393 |
| 40 | 7.376 | 9.731 | 0.7580 | 80 | 0.5069 | 62.22 | 1.173 |
| 50 | 12.33 | 9.690 | 1.272 | 90 | 0.6979 | 62.11 | 1.618 |
| 60 | 19.92 | 9.642 | 2.066 | 100 | 0.9493 | 62.00 | 2.205 |
| 70 | 31.16 | 9.589 | 3.250 | 120 | 1.692 | 61.71 | 3.948 |
| 80 | 47.34 | 9.530 | 4.967 | 140 | 2.888 | 61.38 | 6.775 |
| 90 | 70.10 | 9.467 | 7.405 | 160 | 4.736 | 61.00 | 11.18 |
| 100 | 101.3 | 9.399 | 10.78 | 180 | 7.507 | 61.58 | 17.55 |
| | | | | 200 | 11.52 | 60.12 | 27.59 |
| | | | | 212 | 14.69 | 59.83 | 35.36 |

Efecto ariete

El efecto ariete se produce por la compresión del fluido al experimentar una brusca parada de la velocidad de flujo por el cierre de una válvula.

En el presente diseño el motor funciona al máximo de su capacidad bombeando un caudal constante, que no se interrumpe por el cierre de las electroválvulas de los surtidores ya que son dobles. Eso significa que al tiempo que se cierra la válvula de un surtidor (para ejecutar la coreografía deseada), se abre su pareja que vierte directamente sobre el vaso de la fuente.

4.4.1.2.5 JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE TUBERIAS POR DIÁMETRO RECOMENDADO

Diámetro recomendado

| Dimensionamiento de tuberías según tablas recomendadas | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|---------|-------|----------|------------|---------------|-----------|----------------|------------|---------|--------|
| Rug. Abs. polietileno | 1,50E-06 m | | | | | | | | | | | |
| Altura de chorro | 8 m | | | | | | | | | | | |
| Velocidad de salida | 12,5283678 m/s | | | | | | | | | | | |
| | Caudal | Caudal | Caudal | DN | DN | Area | Velocidad | Reynols | Rug. Rel. | Friccion | | |
| | m3/s | m3/h | l/min | m | pulgadas | m2 | m/s | | | | | |
| 1 surtidor | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,014 | | 0,00015394 | 12,528 | 115393 | 9333 | 0,017 | | |
| 1 surtidor | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,025 | 1 | 0,00049087 | 3,929 | 64620 | 16667 | 0,020 | | |
| 2 surtidores | 0,00385718 | 13,89 | 231,43 | 0,032 | 1,25 | 0,00080425 | 4,796 | 100969 | 21333 | 0,018 | | |
| 4 surtidores | 0,00771437 | 27,77 | 462,86 | 0,040 | 1,5 | 0,00125664 | 6,139 | 161550 | 26667 | 0,017 | | |
| 8 surtidores | 0,01542874 | 55,54 | 925,72 | 0,065 | 2,5 | 0,00331831 | 4,650 | 198831 | 43333 | 0,016 | | |
| 16 surtidores | 0,03085748 | 111,09 | 1851,45 | 0,080 | 3 | 0,00502655 | 6,139 | 323100 | 53333 | 0,014 | | |
| 16 surtidores | 0,03085748 | 111,09 | 1851,45 | 0,100 | 4 | 0,00785398 | 3,929 | 258480 | 66667 | 0,015 | | |
| Pérdida en succión | | | | f | L | D | k, Leq/D, L/D | 1/2g | v ² | h | u | h tot |
| Pérdida por entrada con bornes redondados | | | | | | | 0,040 | 0,0509684 | 15,4362249 | 0,03147039 | 1 | 0,0315 |
| Pérdida de tres codos de 90 | | | | 0,015 | | | 30 | 0,0509684 | 15,4362249 | 0,35404186 | 3 | 1,0621 |
| Pérdida de válvula de globo | | | | 0,015 | | | 340 | 0,0509684 | 15,4362249 | 4,01247437 | 1 | 4,0125 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,015 | 4 | 0,100 | 40 | 0,0509684 | 15,4362249 | 0,47205581 | 1 | 0,4721 |
| Pérdida en primera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida filtro Y en tres tubos paralelo | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de válvula de globo | | | | 0,014 | | | 340 | 0,0509684 | 37,686096 | 9,143008 | 1 | 9,1430 |
| Pérdida de dos codos de 90 | | | | 0,014 | | | 30 | 0,0509684 | 37,686096 | 0,806736 | 2 | 1,6135 |
| Pérdida de dos codos de 45 | | | | 0,014 | | | 16 | 0,0509684 | 37,686096 | 0,4302592 | 2 | 0,8605 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,014 | 28 | 0,080 | 350 | 0,0509684 | 37,686096 | 9,41192 | 1 | 9,4119 |
| Pérdida en segunda rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,016 | | | 60 | 0,0509684 | 21,6186057 | 1,0577911 | 1 | 1,0578 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,016 | 2,25 | 0,065 | 34,6153846 | 0,0509684 | 21,6186057 | 0,6102641 | 1 | 0,6103 |
| Pérdida en tercera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,017 | | | 60 | 0,0509684 | 37,686096 | 1,959216 | 1 | 1,9592 |
| Pérdida de un codo de 90 | | | | 0,017 | | | 30 | 0,0509684 | 37,686096 | 0,979608 | 1 | 0,9796 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,017 | 4,25 | 0,040 | 106,25 | 0,0509684 | 37,686096 | 3,469445 | 1 | 3,4694 |
| Pérdida en anillo de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,018 | | | 60 | 0,0509684 | 23,0017676 | 1,26615234 | 1 | 1,2662 |
| Pérdida de te descarga frontal | | | | 0,018 | | | 20 | 0,0509684 | 23,0017676 | 0,42205078 | 1 | 0,4221 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,018 | 4,22 | 0,032 | 131,875 | 0,0509684 | 23,0017676 | 2,78289734 | 1 | 2,7829 |
| Pérdida en acometida de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,020 | | | 60 | 0,0509684 | 15,4362249 | 0,94411162 | 1 | 0,9441 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,020 | 1,64 | 0,025 | 65,6 | 0,0509684 | 15,4362249 | 1,0322287 | 1 | 1,0322 |
| Pérdida en surtidor | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida en contracción gradual | | | | | 0,025 | 0,014 | 0,049 | 0,0509684 | 156,96 | 0,392 | 1 | 0,3920 |
| Pérdida de un codo de 90 | | | | 0,017 | | | 30 | 0,0509684 | 156,96 | 4,08 | 1 | 4,0800 |
| Pérdida de electroválvula doble de compuerta | | | | 0,017 | | | 8 | 0,0509684 | 156,96 | 1,088 | 1 | 1,0880 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,017 | 0,096 | 0,014 | 6,85714286 | 0,0509684 | 156,96 | 0,93257143 | 1 | 0,9326 |
| | | | | | | | | | | | 48,4384 | |

Velocidades mínimas recomendadas

| Dimensionamiento de tuberías según rango de velocidades recomendadas | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|---------|-------|----------|------------|---------------|-----------|----------------|------------|---|---------|
| Rug. Abs. polietileno | 1,50E-06 m | | | | | | | | | | | |
| Altura chorro | 8 m | | | | | | | | | | | |
| Velocidad de salida | 12,5283678 m/s | | | | | | | | | | | |
| | Caudal | Caudal | Caudal | DN | DN | Area | Velocidad | Reynols | Rug. Rel. | Friccion | | |
| | m3/s | m3/h | l/min | m | pulgadas | m2 | m/s | | | | | |
| 1 surtidor | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,014 | | 0,00015394 | 12,528 | 115393 | 9333 | 0,017 | | |
| 1 surtidor | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,025 | 1 | 0,00049087 | 3,929 | 64620 | 16667 | 0,020 | | |
| 2 surtidores | 0,00385718 | 13,89 | 231,43 | 0,040 | 1,5 | 0,00125664 | 3,069 | 80775 | 26667 | 0,019 | | |
| 4 surtidores | 0,00771437 | 27,77 | 462,86 | 0,050 | 2 | 0,0019635 | 3,929 | 129240 | 33333 | 0,017 | | |
| 8 surtidores | 0,01542874 | 55,54 | 925,72 | 0,090 | 3,5 | 0,00636173 | 2,425 | 143600 | 60000 | 0,016 | | |
| 16 surtidores | 0,03085748 | 111,09 | 1851,45 | 0,125 | 5 | 0,01227185 | 2,514 | 206784 | 83333 | 0,016 | | |
| 16 surtidores | 0,03085748 | 111,09 | 1851,45 | 0,150 | 6 | 0,01767146 | 1,746 | 172320 | 100000 | 0,016 | | |
| Pérdida en succión | | | | f | L | D | k, Leq/D, L/D | 1/2g | v ² | h | u | h tot |
| Perdida por entrada con bornes redondados | | | | | | | 0,040 | 0,0509684 | 3,04913085 | 0,00621637 | 1 | 0,0062 |
| Perdida de tress codos de 90 | | | | 0,016 | | | 30 | 0,0509684 | 3,04913085 | 0,07459647 | 3 | 0,2238 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,016 | | | 340 | 0,0509684 | 3,04913085 | 0,8454267 | 1 | 0,8454 |
| Perdida por fricción | | | | 0,016 | 4 | 0,150 | 26,6666667 | 0,0509684 | 3,04913085 | 0,06630798 | 1 | 0,0663 |
| Pérdida en primera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida filtro Y en tres tubos paralelo | | | | | | | | | | | | 0,8150 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,016 | | | 340 | 0,0509684 | 6,32267773 | 1,7530768 | 1 | 1,7531 |
| Perdida de dos codos de 90 | | | | 0,016 | | | 30 | 0,0509684 | 6,32267773 | 0,15468325 | 2 | 0,3094 |
| Perdida de dos codos de 45 | | | | 0,016 | | | 16 | 0,0509684 | 6,32267773 | 0,08249773 | 2 | 0,1650 |
| Perdida por fricción | | | | 0,016 | 28 | 0,125 | 224 | 0,0509684 | 6,32267773 | 1,15496825 | 1 | 1,1550 |
| Pérdida en segunda rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,016 | | | 60 | 0,0509684 | 5,88181105 | 0,28779504 | 1 | 0,2878 |
| Perdida por fricción | | | | 0,016 | 2,25 | 0,090 | 25 | 0,0509684 | 5,88181105 | 0,1199146 | 1 | 0,1199 |
| Pérdida en tercera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,017 | | | 60 | 0,0509684 | 15,4362249 | 0,80249487 | 1 | 0,8025 |
| Perdida de un codo de 90 | | | | 0,017 | | | 30 | 0,0509684 | 15,4362249 | 0,40124744 | 1 | 0,4012 |
| Perdida por fricción | | | | 0,017 | 4,25 | 0,050 | 85 | 0,0509684 | 15,4362249 | 1,13686774 | 1 | 1,1369 |
| Pérdida en anillo de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,019 | | | 60 | 0,0509684 | 9,421524 | 0,547428 | 1 | 0,5474 |
| Perdida de te descarga frontal | | | | 0,019 | | | 20 | 0,0509684 | 9,421524 | 0,182476 | 1 | 0,1825 |
| Perdida por fricción | | | | 0,019 | 4,22 | 0,040 | 105,5 | 0,0509684 | 9,421524 | 0,9625609 | 1 | 0,9626 |
| Pérdida en acometida de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,020 | | | 60 | 0,0509684 | 15,4362249 | 0,94411162 | 1 | 0,9441 |
| Perdida por fricción | | | | 0,020 | 1,64 | 0,025 | 65,6 | 0,0509684 | 15,4362249 | 1,0322287 | 1 | 1,0322 |
| Pérdida en surtidor | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida en contracción gradual | | | | | 0,025 | 0,014 | 0,049 | 0,0509684 | 156,96 | 0,392 | 1 | 0,3920 |
| Perdida de un codo de 90 | | | | 0,017 | | | 30 | 0,0509684 | 156,96 | 4,08 | 1 | 4,0800 |
| Perdida de electroválvula doble de compuerta | | | | 0,017 | | | 8 | 0,0509684 | 156,96 | 1,088 | 1 | 1,0880 |
| Perdida por fricción | | | | 0,017 | 0,096 | 0,014 | 6,85714286 | 0,0509684 | 156,96 | 0,93257143 | 1 | 0,9326 |
| | | | | | | | | | | | | 18,2488 |

Velocidad de succión menor de 2 m/s

Velocidad de descarga menor de 4 m/s

Extrapolación de una tubería serie a cada tubería según su caudal

| Dimensionamiento de tuberías suponemos una tubería serie y multiplicando cada tramo por su caudal | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----------|--------|------------|----------|------------|---------------|------------|----------------|------------|---|---------|
| Rug. Abs. polietileno | 1,50E-06 m | | | | | | | | | | | |
| Altura de chorro | 8 m | | | | | | | | | | | |
| Velocidad de salida | 12,5283678 m/s | | | | | | | | | | | |
| | Caudal | Caudal | Caudal | DN | DN | Area | Velocidad | Reynols | Rug. Rel. | Friccion | | |
| | m3/s | m3/h | l/min | m | pulgadas | m2 | m/s | | | | | |
| 1 surtidor | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,014 | | 0,00015394 | 12,528 | 115393 | 9333 | 0,017 | | |
| 1 surtidor | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,024 | 1 | 0,00045239 | 4,263 | 67313 | 16000 | 0,022 | | |
| 2 surtidores | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,024 | 1 | 0,00045239 | 4,263 | 67313 | 16000 | 0,020 | | |
| 4 surtidores | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,024 | 1 | 0,00045239 | 4,263 | 67313 | 16000 | 0,020 | | |
| 8 surtidores | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,024 | 1 | 0,00045239 | 4,263 | 67313 | 16000 | 0,020 | | |
| 16 surtidores | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,024 | 1 | 0,00045239 | 4,263 | 67313 | 16000 | 0,020 | | |
| 16 surtidores | 0,00192859 | 6,94 | 115,72 | 0,035 | 2 | 0,00096211 | 2,005 | 46157 | 23333 | 0,025 | | |
| Pérdida en Succión | | | | f | L | D | k, Leq/D, L/D | 1/2g | v ² | h | u | h tot |
| Pérdida por entrada con bornes redondados | | | | | | | 0,040 | 0,0509684 | 4,018176 | 0,008192 | 1 | 0,0082 |
| Pérdida de dos tres de 90 | | | | 0,025 | | | 30 | 0,0509684 | 4,018176 | 0,1536 | 3 | 0,4608 |
| Pérdida de válvula de globo | | | | 0,025 | | | 340 | 0,0509684 | 4,018176 | 1,7408 | 1 | 1,7408 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,025 | 4 | 0,035 | 114,285714 | 0,0509684 | 4,018176 | 0,58514286 | 1 | 0,5851 |
| Pérdida en primera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida filtro Y en tres tubos paralelo | | | | | | | | | | | | 0,8150 |
| Pérdida de válvula de globo | | | | 0,020 | | | 340 | 0,0509684 | 18,1742361 | 6,29891975 | 1 | 6,2989 |
| Pérdida de dos codos de 90 | | | | 0,020 | | | 30 | 0,0509684 | 18,1742361 | 0,55578704 | 2 | 1,1116 |
| Pérdida de dos codos de 45 | | | | 0,020 | | | 16 | 0,0509684 | 18,1742361 | 0,29641975 | 2 | 0,5928 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,020 | 28 | 0,024 | 1166,66667 | 0,0509684 | 18,1742361 | 21,6139403 | 1 | 21,6139 |
| Pérdida en segunda rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,020 | | | 60 | 0,0509684 | 18,1742361 | 1,11157407 | 1 | 1,1116 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,020 | 2,25 | 0,024 | 93,75 | 0,0509684 | 18,1742361 | 1,73683449 | 1 | 1,7368 |
| Pérdida en tercera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,020 | | | 60 | 0,0509684 | 18,1742361 | 1,11157407 | 1 | 1,1116 |
| Pérdida de un codo de 90 | | | | 0,020 | | | 30 | 0,0509684 | 18,1742361 | 0,55578704 | 1 | 0,5558 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,020 | 4,25 | 0,024 | 177,083333 | 0,0509684 | 18,1742361 | 3,28068737 | 1 | 3,2807 |
| Pérdida en anillo de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,020 | | | 60 | 0,0509684 | 18,1742361 | 1,11157407 | 1 | 1,1116 |
| Pérdida de te descarga frontal | | | | 0,020 | | | 20 | 0,0509684 | 18,1742361 | 0,37052469 | 1 | 0,3705 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,020 | 4,22 | 0,024 | 175,833333 | 0,0509684 | 18,1742361 | 3,25752958 | 1 | 3,2575 |
| Pérdida en acometida de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,022 | | | 60 | 0,0509684 | 18,1742361 | 1,22273148 | 1 | 1,2227 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,022 | 1,64 | 0,024 | 68,333333 | 0,0509684 | 18,1742361 | 1,3925553 | 1 | 1,3926 |
| Pérdida en surtidor | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida en contracción gradual | | | | | 0,024 | 0,014 | 0,049 | 0,0509684 | 156,96 | 0,392 | 1 | 0,3920 |
| Pérdida de un codo de 90 | | | | 0,017 | | | 30 | 0,0509684 | 156,96 | 4,08 | 1 | 4,0800 |
| Pérdida de electroválvula doble de compuerta | | | | 0,017 | | | 8 | 0,0509684 | 156,96 | 1,088 | 1 | 1,0880 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,017 | 0,096 | 0,014 | 6,85714286 | 0,0509684 | 156,96 | 0,93257143 | 1 | 0,9326 |
| | | | | | | | | | | | | 54,8712 |
| | Caudal real | Velocidad | | Area | Radio | Diámetro | DN mm | DN pulgada | | | | |
| caudal 1 tobera | 0,001928592 | 4,263 | | 0,00045239 | 0,0120 | 0,0240 | 0,025 | 1 | | | | |
| caudal 5 toberas | 0,003857185 | 4,263 | | 0,00090478 | 0,0170 | 0,0339 | 0,032 | 1,25 | | | | |
| caudal 9 toberas | 0,007714370 | 4,263 | | 0,00180956 | 0,0240 | 0,0480 | 0,050 | 2 | | | | |
| caudal 18 toberas | 0,015428739 | 4,263 | | 0,00361911 | 0,0339 | 0,0679 | 0,065 | 2,5 | | | | |
| caudal 36 toberas | 0,030857478 | 4,263 | | 0,00723823 | 0,0480 | 0,0960 | 0,100 | 4 | | | | |
| caudal 36 toberas | 0,030857478 | 2,005 | | 0,0153938 | 0,0700 | 0,1400 | 0,150 | 6 | | | | |

Como puede observarse, el cálculo con velocidades mínimas, aunque disminuye la carga, aumenta mucho el diámetro nominal de las tuberías. Respecto a la extrapolación observamos que aumenta la carga manteniendo y aumenta el diámetro nominal.

4.4.1.3 ANILLO INTERIOR DE 6 SURTIDORES

4.4.1.3.1 VELOCIDADES, CAUDALES Y NÚMEROS ADIMENSIONALES

Diámetro tobera de salida. $D = 19 \text{ mm} = 0.019 \text{ m}$

Altura del chorro de agua. $z = 12 \text{ m}$

Peso específico del agua entre 0°C y 15°C . $\gamma = 9.81 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3}$

Densidad del agua 5°C . $\rho = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Viscosidad del agua entre 0°C y 15°C . $\eta = 1.52 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

Rugosidad absoluta tubería polietileno. $\varepsilon = 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$

VELOCIDAD DE SALIDA DE SURTIDOR

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 12 \text{ m}} = 15.34 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

CAUDAL DE TUBERIAS

$$Q_{surt} = A \cdot v = \pi \cdot R^2 \cdot v = \pi \cdot \left(\frac{0.019 \text{ m}}{2}\right)^2 \cdot 15.34 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4.35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 15.66 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{acometida \text{ descarga}} = Q_{surt} \cdot 1 = 4.35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1 = 4.35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 15.66 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

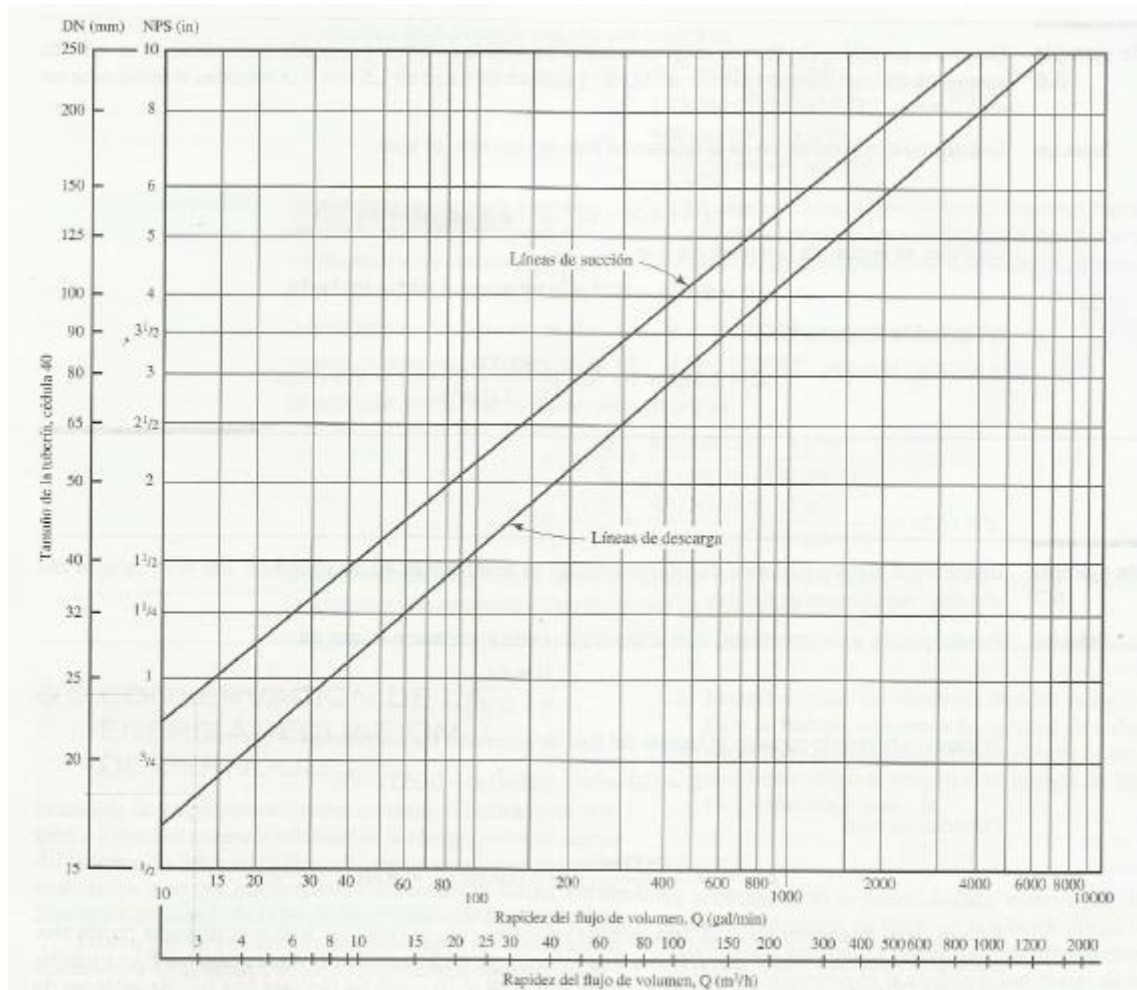
$$Q_{anillo \text{ descarga}} = Q_{surt} \cdot 2 = 4.35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 2 = 8.70 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 31.32 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{rama 2 \text{ descarga}} = Q_{surt} \cdot 3 = 4.35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 3 = 0.01305 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 46.99 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{rama 1 \text{ desescarga}} = Q_{surt} \cdot 6 = 4.35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 6 = 0.0261 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 93.97 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$Q_{succión} = Q_{surt} \cdot 6 = 4.35 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 6 = 0.0261 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 93.97 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

DIAMETROS RECOMENDADOS PARA SUCCIÓN Y DESCARGA EN FUNCIÓN DEL CAUDAL



$$D_{acometida\ descarga} = 0.032\ m = 1\ 1/4\ in$$

$$D_{anillo\ descarga} = 0.050\ m = 2\ in$$

$$D_{rama\ 2\ descarga} = 0.050\ m = 2\ in$$

$$D_{rama\ 1\ descarga} = 0.080\ m = 3\ in$$

$$D_{succión} = 0.100\ m = 4\ in$$

VELOCIDADES EN FUNCIÓN DEL TAMAÑO DE LA TUBERIA

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$

$$v_{acometida\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{4.35 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.032\ m}{2}\right)^2} = 5.409 \frac{m}{s}$$

$$v_{anillo\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{8.70 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.050\ m}{2}\right)^2} = 4.431 \frac{m}{s}$$

$$v_{rama\ 2\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0.0130 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.050\ m}{2}\right)^2} = 6.647 \frac{m}{s}$$

$$v_{rama\ 1\ descarga} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0.0261 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.080\ m}{2}\right)^2} = 5.193 \frac{m}{s}$$

$$v_{succión} = \frac{Q}{\pi \cdot \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{0.0261 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.100\ m}{2}\right)^2} = 3.324 \frac{m}{s}$$

NUMEROS DE REYNOLDS

$$N_R = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\eta}$$

$$N_{R\ surtidor} = \frac{15.34 \frac{m}{s} \cdot 0.019\ m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3}\ Pa \cdot s} = 191801 \approx 2 \cdot 10^5$$

$$N_{R\ acometida\ descarga} = \frac{5.409 \frac{m}{s} \cdot 0.032\ m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3}\ Pa \cdot s} = 113882 \approx 1.1 \cdot 10^5$$

$$N_{R\ anillo\ descarga} = \frac{4.431 \frac{m}{s} \cdot 0.050\ m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3}\ Pa \cdot s} = 145769 \approx 1.5 \cdot 10^5$$

$$N_{R\ rama\ 2\ descarga} = \frac{6.647 \frac{m}{s} \cdot 0.050\ m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3}\ Pa \cdot s} = 218653 \approx 2 \cdot 10^5$$

$$N_{R \text{ rama 1 descarga}} = \frac{5.193 \frac{m}{s} \cdot 0.080 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 273316 \approx 3 \cdot 10^5$$

$$N_{R \text{ succión}} = \frac{3.324 \frac{m}{s} \cdot 0.100 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 218653 \approx 2 \cdot 10^5$$

RUGOSIDADES RELATIVAS

$$\text{Rugosidad relativa surtidor} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.019 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 12667 \approx 15000$$

$$\text{Rugosidad relativa acometida descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.032 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 21333 \approx 20000$$

$$\text{Rugosidad relativa anillo descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.050 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 33333 \approx 30000$$

$$\text{Rugosidad relativa rama 2 descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.050 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 33333 \approx 30000$$

$$\text{Rugosidad relativa rama 1 descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.080 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 53333 \approx 50000$$

$$\text{Rugosidad relativa succión} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.100 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 66667 \approx 50000$$

FACTOR DE FRICCIÓN. DIAGRAMA DE MOODY

$$F. \text{ fricción surtidor} = 0.021$$

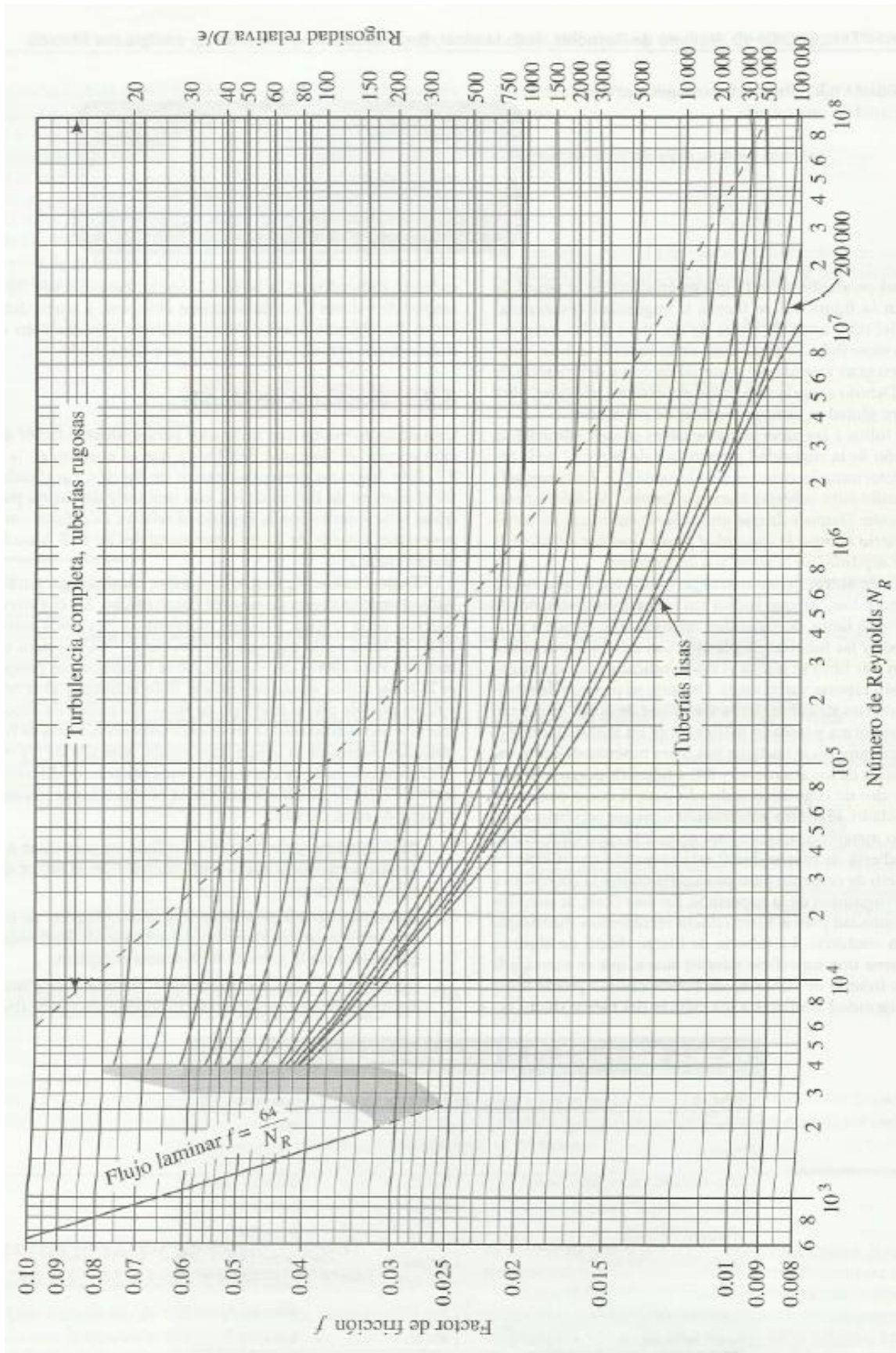
$$F. \text{ fricción acometida descarga} = 0.020$$

$$F. \text{ fricción anillo descarga} = 0.017$$

$$F. \text{ fricción rama 2 descarga} = 0.016$$

$$F. \text{ fricción rama 1 descarga} = 0.015$$

$$F. \text{ fricción succión} = 0.015$$



4.4.1.3.2 PÉRDIDAS MAYORES Y MENORES

$h_1 =$ Pérdida de entrada en la succión con bornes redondeados

$h_2 =$ Pérdida de 3 codos de 90° en la succión

$h_3 =$ Pérdida de válvula de globo en la succión

$h_4 =$ Pérdida de fricción en la succión

$h_5 =$ Pérdida de tres filtros Y en paralelo en rama 1 descarga

$h_6 =$ Pérdida de válvula de globo en rama 1 descarga

$h_7 =$ Pérdida de 2 codos de 90° en rama 1 descarga

$h_8 =$ Pérdida de 2 codos de 45° en rama 1 descarga

$h_9 =$ Pérdida de fricción en rama 1 descarga

$h_{10} =$ Pérdida de "te" de salida lateral en rama 2 descarga

$h_{11} =$ Pérdida de fricción en rama 2 descarga

$h_{12} =$ Pérdida de "te" de salida lateral en anillo descarga

$h_{13} =$ Pérdida de "te" de salida frontal en anillo descarga

$h_{14} =$ Pérdida de fricción en anillo descarga

$h_{15} =$ Pérdida de "te" de salida lateral en acometida descarga

$h_{16} =$ Pérdida de fricción en acometida descarga

$h_{17} =$ Pérdida de contracción gradual en el surtidor

$h_{18} =$ Pérdida de codo de 90° en el surtidor

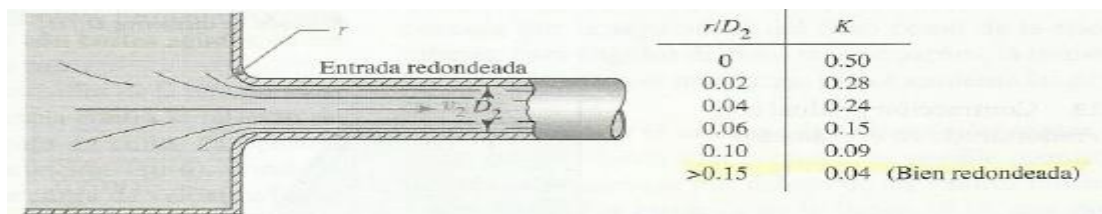
$h_{19} =$ Pérdida de electroválvula doble de compuerta en el surtidor

$h_{20} =$ Pérdida de fricción en el surtidor

Distancias de anillo central

| Distancias en decímetros del anillo central | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|
| | | | |
| | 2ª rama izda | 7,07 | |
| Surtidores de izquierda a derecha | | | |
| | | 1 | 2 |
| | | | 3 |
| Distancias de izquierda a derecha | | | |
| Rama | 7,07 | 7,07 | 7,07 |
| Tramos anillo | 5 | 5 | 5 |
| | | 9,14 | 9,14 |
| | | | 9,14 |
| Anillo | 5 | 14,14 | 23,28 |
| Acometida | 1,59 | 2,93 | 1,59 |
| TOTAL | 13,66 | 24,14 | 31,94 |
| Distancias de derecha a izquierda | | | |
| Ramas | 7,07 | 7,07 | 7,07 |
| Tramos anillo | 5 | 5 | 5 |
| | 9,14 | 9,14 | |
| | 9,14 | | |
| Anillo | 23,28 | 14,14 | 5 |
| Acometida | 1,59 | 2,93 | 1,59 |
| TOTAL | 31,94 | 24,14 | 13,66 |
| ELEGIMOS EL SURTIDOR MÁS LEJANO POR EL CAMINO MÁS CORTO (marcado en rojo) Y TOMAMOS SUS DISTANCIAS (en recuadro negro) | | | |

Pérdida de entrada con bordes redondeados:



$$h_1 = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.04 \cdot \frac{\left(3.324 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.0225 m$$

Pérdida de tres codos de 90° en succión

$$h_{2\ codo} = f_{succión} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 30 \cdot \frac{(3.324 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.2533\ m$$

$$h_{2\ para\ 3\ codos} = 3 \cdot h_{2\ codo} = 3 \cdot 0.2533\ m = 0.7600\ m$$

Pérdida de válvula de globo en succión

$$h_3 = f_{succión} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 340 \cdot \frac{(3.324 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 2.8712\ m$$

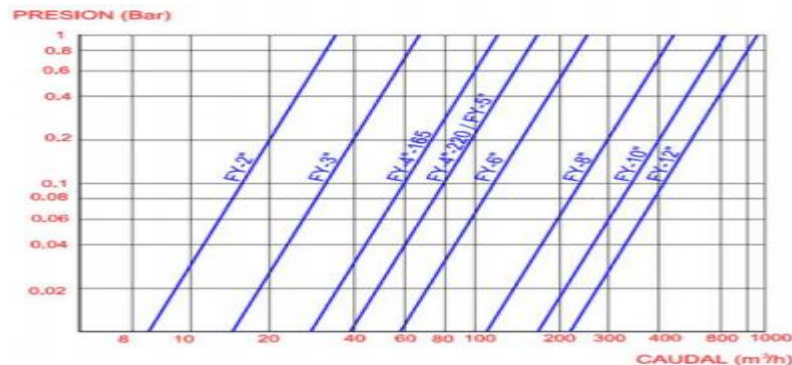
Pérdida de fricción en succión

$$h_4 = f_{succión} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot \frac{4\ m}{0.100\ m} \cdot \frac{(3.324 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.3378\ m$$

Pérdida de válvula de globo en rama 1 descarga

$$h_6 = f_{rama1desc.} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 340 \cdot \frac{(5.193 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 7.0098\ m$$

Pérdida filtro Y en tres tubos en paralelo rama 1 descarga



$$Q_{por\ rama} = \frac{Q_{total}}{3} = \frac{93.97 \frac{m^3}{h}}{3} = 31.32 \frac{m^3}{h}$$

$$Presión\ de\ pérdida = 0.08\ bar$$

$$h_5 = pérdida\ filtro\ Y\ m.c.a = \frac{p}{\gamma} = \frac{0.8\ bar}{9810 \frac{N}{m^3}} \cdot \frac{100000 \frac{N}{m^2}}{1\ bar} = 0.815\ m$$

Pérdida de dos codos de 90° en rama 1 descarga

$$h_{7\text{ codo}} = f_{rama1des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 30 \cdot \frac{(5.193 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.6185 \text{ m}$$

$$h_{7\text{ para 2 codos}} = 2 \cdot h_{7\text{ codo}} = 2 \cdot 0.6185 \text{ m} = 1.2370 \text{ m}$$

Pérdida de dos codos de 45° en rama 1 descarga

$$h_{8\text{ codo}} = f_{rama1des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot 16 \cdot \frac{(5.193 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.3298 \text{ m}$$

$$h_{7\text{ para 2 codos}} = 2 \cdot h_{7\text{ codo}} = 2 \cdot 0.32985 \text{ m} = 0.6598 \text{ m}$$

Pérdida de fricción en rama 1 descarga

$$h_9 = f_{rama1des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.015 \cdot \frac{28 \text{ m}}{0.080 \text{ m}} \cdot \frac{(5.193 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 7.2160 \text{ m}$$

Pérdida “te” en descarga lateral en rama 2 descarga

$$h_{10} = f_{rama2des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot 60 \cdot \frac{(6.647 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 2.1619 \text{ m}$$

Pérdida de fricción en rama 2 descarga

$$h_{11} = f_{rama2des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot \frac{0.71 \text{ m}}{0.050 \text{ m}} \cdot \frac{(6.647 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.5116 \text{ m}$$

Pérdida “te” en descarga lateral anillo descarga

$$h_{15} = f_{anillo\ des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot 60 \cdot \frac{(4.431 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.0209 \text{ m}$$

Pérdida de cuatro “te” en descarga frontal anillo descarga

$$h_{16} = f_{anillo\ des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot 20 \cdot \frac{(4.431 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.3403 \text{ m}$$

Pérdida de fricción en anillo descarga

$$h_{17} = f_{anillo\ des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.017 \cdot \frac{1.41\ m}{0.050\ m} \cdot \frac{(4.431\ \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81\ \frac{m}{s^2}} = 0.4798\ m$$

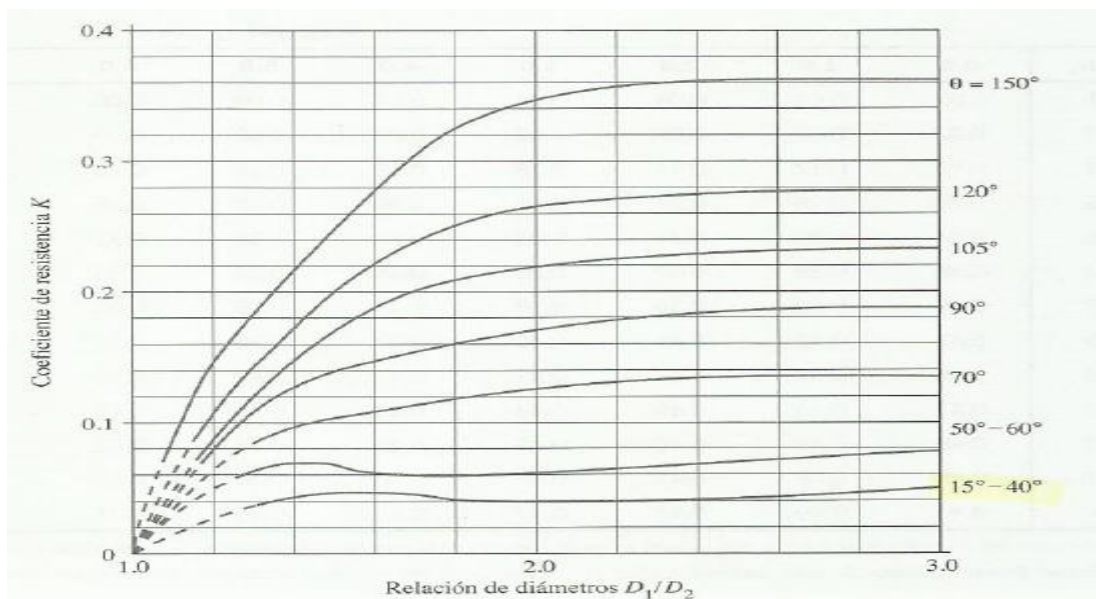
Pérdida “te” en descarga lateral acometida descarga

$$h_{18} = f_{acometida\ des} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.020 \cdot 60 \cdot \frac{(5.409\ \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81\ \frac{m}{s^2}} = 1.17897\ m$$

Pérdida de fricción en acometida descarga

$$h_{19} = f_{acometida\ des} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.020 \cdot \frac{0.29\ m}{0.032\ m} \cdot \frac{(5.409\ \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81\ \frac{m}{s^2}} = 10.2703\ m$$

Pérdida de contracción gradual en surtidor



$$\frac{D_1}{D_2} = \frac{0.032\ m}{0.019\ m} = 1.68; K = 0.049; h_{20} = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.049 \cdot \frac{(15.34\ \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81\ \frac{m}{s^2}} = 0.5880\ m$$

Pérdida de codo de 90° en surtidor

$$h_{21} = f_{surtidor} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.021 \cdot 30 \cdot \frac{(15.34\ \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81\ \frac{m}{s^2}} = 7.5600\ m$$

Pérdida de electroválvula doble de compuerta en surtidor

$$h_{22} = f_{surtidor} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.021 \cdot 8 \cdot \frac{(15.34 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 2.0160 m$$

Pérdida de fricción en surtidor

$$h_{23} = f_{surtidor} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.021 \cdot \frac{0.142 m}{0.019 m} \cdot \frac{(15.34 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.8834 m$$

TABLA 10.4 Resistencia en válvulas y accesorios expresada como la longitud equivalente en diámetros de tubería, L_e/D

| Tipo | Longitud equivalente en diámetros de tubería L_e/D |
|---|--|
| Válvula de globo —totalmente abierta | 340 |
| Válvula de ángulo —totalmente abierta | 150 |
| Válvula de compuerta —totalmente abierta | 8 |
| —abierta $\frac{3}{4}$ | 35 |
| —abierta $\frac{1}{2}$ | 160 |
| —abierta $\frac{1}{4}$ | 900 |
| Válvula de retención —tipo oscilante | 100 |
| Válvula de retención —tipo bola | 150 |
| Válvula de mariposa —totalmente abierta, 2-8 in | 45 |
| —10-14 in | 35 |
| —16-24 in | 25 |
| Válvula de pie —tipo disco de vástago | 420 |
| Válvula de pie —tipo disco de bisagras | 75 |
| Codo estándar de 90° | 30 |
| Codo de 90° y radio largo | 20 |
| Codo de 90° para calle | 50 |
| Codo estándar de 45° | 16 |
| Codo de 45° para calle | 26 |
| Doblez de retorno cerrado | 50 |
| Te estándar —con flujo por la línea principal | 20 |
| —con flujo por la ramificación | 60 |

(Reproducido con autorización de Crane Co. Flow of Fluids through Valves, Fittings and Pipe, artículo técnico núm. 410, 2011. Todos los derechos reservados)

Pérdida total

$$h_{L total} = \sum_{i=1}^{n=23} h_i = 41.2220 m$$

4.4.1.3.3 BOMBA CENTRÍFUGA Y PRESIÓN TUBERÍAS.

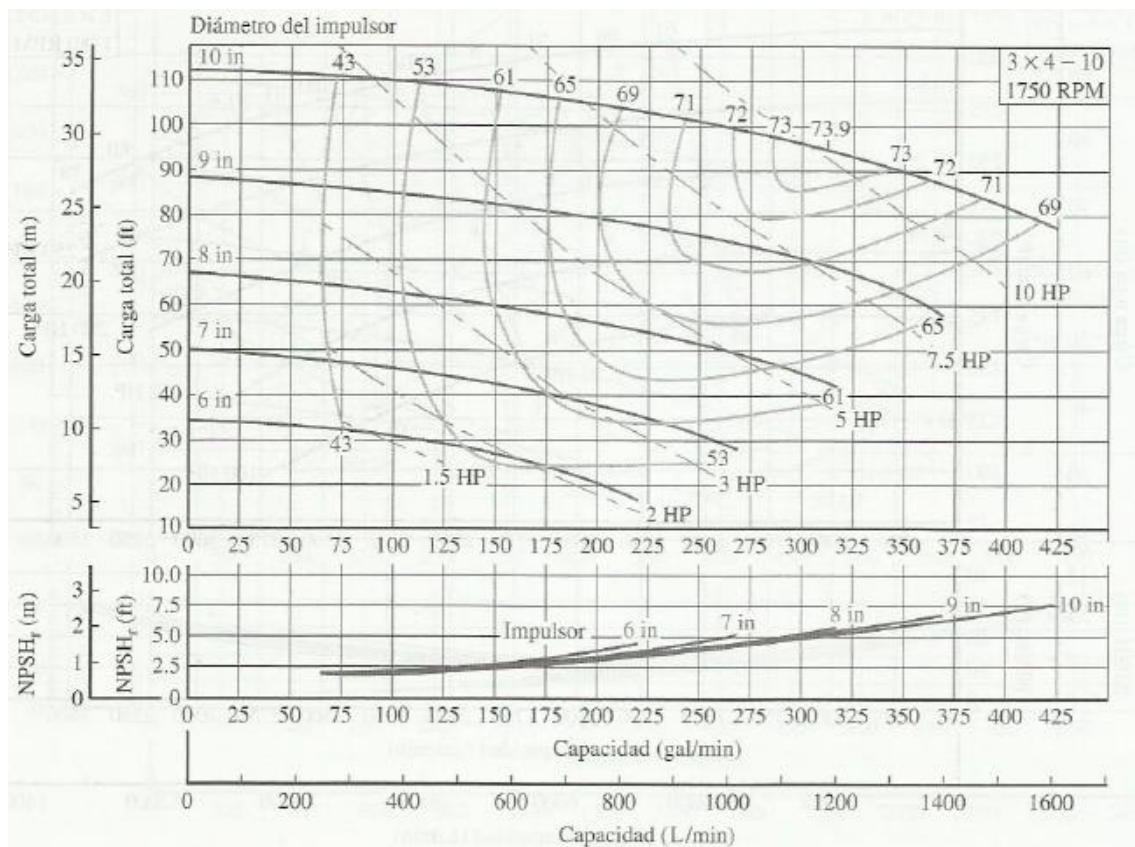
Ecuación de Bernoulli

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + h_A - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \Rightarrow h_A = z_2 - z_1 + h_L + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

$$h_A = 6.3 \text{ m} - 1.5 \text{ m} + 41.2220 \text{ m} + \frac{\left(15.34 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 58.0157 \text{ m}$$

$$Q = 93.97 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ l}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{h}}{60 \text{ min}} = 1566.17 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

Curva característica de bomba



Leyes de afinidad para velocidad de giro de 3500 rpm

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow Q_1 = \frac{N_1}{N_2} \cdot Q_2 = \frac{1750 \text{ rpm}}{3500 \text{ rpm}} \cdot 1566.17 \frac{\text{l}}{\text{min}} = 783.085 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \Rightarrow h_1 = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot h_2 = \left(\frac{1750 \text{ rpm}}{3500 \text{ rpm}}\right)^2 \cdot 58.0157 \text{ m} = 14.5039 \text{ m}$$

$$P_1 = 3.5 \text{ HP} \rightarrow 3 \times 4 - 10 \text{ in con impulsor 8 in al } 67\% \text{ } 1750 \text{ rpm}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^3 \Rightarrow P_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \cdot P_1 = \left(\frac{3500 \text{ rpm}}{1750 \text{ rpm}}\right)^3 \cdot 3.5 \text{ HP} = 28 \text{ HP} \approx 30 \text{ Hp}$$

Parámetros de la bomba centrífuga

$$\text{Potencia} = 30 \text{ HP}$$

$$\text{Velocidad de giro} = 3500 \text{ rpm}$$

$$\text{Conexión descarga} = 3 \text{ in}$$

$$\text{Conexión de succión} = 4 \text{ in}$$

$$\text{Armadura para alojar impulsores} = 10 \text{ in}$$

$$\text{Impulsor} = 8 \text{ in}$$

$$\text{Eficiencia} = 65\%$$

$$P_2 = 30 \text{ HP} \rightarrow 3 \times 4 - 10 \text{ in con impulsor 8 in al } 65\% \text{ a } 3500 \text{ rpm}$$

Presión máxima con motor de 30 HP en descarga

$$P = \frac{h_A \cdot \gamma \cdot Q}{e} \Rightarrow h_A = \frac{P \cdot e}{\gamma \cdot Q}$$

$$h_A = \frac{30 \text{ HP} \cdot \frac{745.7 \text{ W}}{\text{HP}} \cdot 0.65}{9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \cdot 0.026 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 58.5332 \text{ m}$$

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + h_A - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

$$p_2 = \gamma [(z_1 - z_2) + (h_A - h_L) - \frac{v_2^2}{2 \cdot g}] =$$

$$= 9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} [(1.5 \text{ m} - 0 \text{ m}) + (58.5332 \text{ m} - 0 \text{ m}) - \frac{(5.913 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}] = 606407 \text{ Pa}$$

$$\text{Presión máxima} = 606407 \text{ Pa} \cdot \frac{1 \text{ bar}}{100000 \text{ Pa}} = 6.0640 \text{ bar}$$

Tubería recomendada PN10

4.4.1.3.4 CAVITACION Y EFECTO ARIETE.

Cavitación

$$NPSH_R \text{ de } 3.5 \text{ HP} \rightarrow 3x4 - 10 \text{ in impulsor } 8 \text{ in } 67\% \text{ a } 1750 \text{ rpm} = 1.1 \text{ m}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \Rightarrow h_2 = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \cdot h_1 = \left(\frac{3500 \text{ rpm}}{1750 \text{ rpm}}\right)^2 \cdot 1.1 = 4.4 \text{ m}$$

$$NPSH_A = h_{atmosférica} + z_1 - h_L - h_{presión \text{ de vapor}}$$

$$h_{atmosférica} = \frac{p_{atmosférica}}{\gamma} = \frac{1.012 \text{ bar} \cdot \frac{100000 \text{ Pa}}{1 \text{ bar}}}{9810 \frac{N}{m^3}} = 10.31 \text{ m}$$

$$h_L = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 0.0225\text{m} + 0.7600\text{m} + 2.8712\text{m} + 0.3378\text{m} = 3.9915 \text{ m}$$

$$h_{presión \text{ de vapor}} = \frac{p_{vapor \ 30^\circ C}}{\gamma} = \frac{4243 \text{ Pa}}{9810 \frac{N}{m^3}} = 0.4325 \text{ m}$$

$$NPSH_A = 10.31 \text{ m} + 1.5 \text{ m} - 3.9915 \text{ m} - 0.4325 = 7.368 \text{ m}$$

$$NPSH_A > 1.1 \cdot NPSH_R \Rightarrow 7.368 \text{ m} > 1.1 \cdot 4.4 \text{ m} = 4.84 \text{ M}$$

TABLA 13.2 Presión de vapor y carga de la presión de vapor para el agua

| Temperatura °C | Presión de vapor kPa (abs) | Peso específico (kN/m³) | Carga de la presión de vapor (m) | Temperatura °F | Presión de vapor (psia) | Peso específico (lb/ft³) | Carga de la presión de vapor (ft) |
|----------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 0.6105 | 9.806 | 0.06226 | 32 | 0.08854 | 62.42 | 0.2043 |
| 5 | 0.8722 | 9.807 | 0.08894 | 40 | 0.1217 | 62.43 | 0.2807 |
| 10 | 1.228 | 9.804 | 0.1253 | 50 | 0.1781 | 62.41 | 0.4109 |
| 20 | 2.338 | 9.789 | 0.2388 | 60 | 0.2563 | 62.37 | 0.5917 |
| 30 | 4.243 | 9.765 | 0.4345 | 70 | 0.3631 | 62.30 | 0.8393 |
| 40 | 7.376 | 9.731 | 0.7580 | 80 | 0.5069 | 62.22 | 1.173 |
| 50 | 12.33 | 9.690 | 1.272 | 90 | 0.6979 | 62.11 | 1.618 |
| 60 | 19.92 | 9.642 | 2.066 | 100 | 0.9493 | 62.00 | 2.205 |
| 70 | 31.16 | 9.589 | 3.250 | 120 | 1.692 | 61.71 | 3.948 |
| 80 | 47.34 | 9.530 | 4.967 | 140 | 2.888 | 61.38 | 6.775 |
| 90 | 70.10 | 9.467 | 7.405 | 160 | 4.736 | 61.00 | 11.18 |
| 100 | 101.3 | 9.399 | 10.78 | 180 | 7.507 | 61.58 | 17.55 |
| | | | | 200 | 11.52 | 60.12 | 27.59 |
| | | | | 212 | 14.69 | 59.83 | 35.36 |

Efecto ariete

El efecto ariete se produce por la compresión del fluido al experimentar una brusca parada de la velocidad de flujo por el cierre de una válvula.

En el presente diseño el motor funciona al máximo de su capacidad bombeando un caudal constante, que no se interrumpe por el cierre de las electroválvulas de los surtidores ya que son dobles. Eso significa que al tiempo que se cierra la válvula de un surtidor (para ejecutar la coreografía deseada), se abre su pareja que vierte directamente sobre el vaso de la fuente.

4.4.1.3.5 JUSTIFICACIÓN DE ELECCIÓN DE TUBERIAS POR DIÁMETRO RECOMENDADO

Diámetro recomendado

| Dimensionamiento de tuberías según tablas recomendadas | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|---------|-------|----------|------------|---------------|------------|----------------|------------|------------|-------|---------|
| Rug. Abs. polietileno | 1,50E-06 m | | | | | | | | | | | | |
| Altura de chorro | 12 m | | | | | | | | | | | | |
| velocidad de salida | 15,3440542 m/s | | | | | | | | | | | | |
| | Caudal | Caudal | Caudal | DN | DN | Area | Velocidad | Reynols | Rug. Rel. | Friccion | | | |
| | m3/s | m3/h | l/min | m | pulgadas | m2 | m/s | | | | | | |
| 1 surtidor | 0,00435048 | 15,66 | 261,03 | 0,019 | | 0,00028353 | 15,344 | 191801 | 12667 | 0,021 | | | |
| 1 surtidor | 0,00435048 | 15,66 | 261,03 | 0,032 | 1,25 | 0,00080425 | 5,409 | 113882 | 21333 | 0,020 | | | |
| 2 surtidores | 0,00870096 | 31,32 | 522,06 | 0,050 | 2 | 0,0019635 | 4,431 | 145769 | 33333 | 0,017 | | | |
| 3 surtidores | 0,01305144 | 46,99 | 783,09 | 0,050 | 2 | 0,0019635 | 6,647 | 218653 | 33333 | 0,016 | | | |
| 6 surtidores | 0,02610288 | 93,97 | 1566,17 | 0,080 | 3 | 0,00502655 | 5,193 | 273316 | 53333 | 0,015 | | | |
| 6 surtidores | 0,02610288 | 93,97 | 1566,17 | 0,100 | 4 | 0,00785398 | 3,324 | 218653 | 66667 | 0,015 | | | |
| Pérdida en Succión | | | | f | L | D | k, Leq/D, L/D | 1/2g | v ² | h | u | h tot | |
| Pérdida por entrada con bornes redondados | | | | | | | | 0,040 | 0,0509684 | 11,0457994 | 0,02251947 | 1 | 0,0225 |
| Pérdida de tres codos de 90 | | | | 0,015 | | | | 30 | 0,0509684 | 11,0457994 | 0,25334402 | 3 | 0,7600 |
| Pérdida de válvula de globo | | | | 0,015 | | | | 340 | 0,0509684 | 11,0457994 | 2,87123227 | 1 | 2,8712 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,015 | | 4 | 0,100 | 40 | 0,0509684 | 11,0457994 | 0,33779203 | 1 | 0,3378 |
| Pérdida en primera rama de descarga | | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida filtro Y en tres tubos paralelo | | | | | | | | | | | | | 0,8150 |
| Pérdida de válvula de globo | | | | 0,015 | | | | 340 | 0,0509684 | 26,9672838 | 7,00984441 | 1 | 7,0098 |
| Pérdida de dos codos de 90 | | | | 0,015 | | | | 30 | 0,0509684 | 26,9672838 | 0,61851568 | 2 | 1,2370 |
| Pérdida de dos codos de 45 | | | | 0,015 | | | | 16 | 0,0509684 | 26,9672838 | 0,32987503 | 2 | 0,6598 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,015 | | 28 | 0,080 | 350 | 0,0509684 | 26,9672838 | 7,21601631 | 1 | 7,2160 |
| Pérdida en segunda rama de descarga | | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,016 | | | | 60 | 0,0509684 | 44,1831978 | 2,161869 | 1 | 2,1619 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,016 | | 0,71 | 0,050 | 14,2 | 0,0509684 | 44,1831978 | 0,51164233 | 1 | 0,5116 |
| Pérdida en anillo de descarga | | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,017 | | | | 60 | 0,0509684 | 19,6369768 | 1,02088259 | 1 | 1,0209 |
| Pérdida de te descarga frontal | | | | 0,017 | | | | 20 | 0,0509684 | 19,6369768 | 0,3402942 | 1 | 0,3403 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,017 | | 1,41 | 0,050 | 28,2 | 0,0509684 | 19,6369768 | 0,47981482 | 1 | 0,4798 |
| Pérdida en acometida de descarga | | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida de te descarga lateral | | | | 0,020 | | | | 60 | 0,0509684 | 29,2613757 | 1,78968658 | 1 | 1,7897 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,020 | | 0,29 | 0,032 | 9,0625 | 0,0509684 | 29,2613757 | 0,27031724 | 1 | 0,2703 |
| Pérdida en surtidor | | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida en contracción gradual | | | | | | 0,032 | 0,019 | 0,049 | 0,0509684 | 235,44 | 0,588 | 1 | 0,5880 |
| Pérdida de un codo de 90 | | | | 0,021 | | | | 30 | 0,0509684 | 235,44 | 7,56 | 1 | 7,5600 |
| Pérdida de electroválvula doble de compuerta | | | | 0,021 | | | | 8 | 0,0509684 | 235,44 | 2,016 | 1 | 2,0160 |
| Pérdida por fricción | | | | 0,021 | | 0,142 | 0,019 | 7,47368421 | 0,0509684 | 235,44 | 1,88336842 | 1 | 1,8834 |
| | | | | | | | | | | | | | 39,5511 |

Velocidades mínimas recomendadas

| Dimensionamiento de tuberías según rango de velocidades recomendadas | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|---------|-------|----------|------------|---------------|-----------|----------------|------------|---|---------|
| Rug. Abs. polietileno | 1,50E-06 m | | | | | | | | | | | |
| Altua de chorro | 12 m | | | | | | | | | | | |
| velocidad de salida | 15,3440542 m/s | | | | | | | | | | | |
| | Caudal | Caudal | Caudal | DN | DN | Area | Velocidad | Reynols | Rug. Rel. | Friccion | | |
| | m3/s | m3/h | l/min | m | pulgadas | m2 | m/s | | | | | |
| 1 surtidor | 0,00435048 | 15,66 | 261,03 | 0,019 | | 0,00028353 | 15,344 | 191801 | 12667 | 0,021 | | |
| 1 surtidor | 0,00435048 | 15,66 | 261,03 | 0,040 | 1 | 0,00125664 | 3,462 | 91105 | 26667 | 0,020 | | |
| 2 surtidores | 0,00870096 | 31,32 | 522,06 | 0,065 | 1,5 | 0,00331831 | 2,622 | 112130 | 43333 | 0,018 | | |
| 3 surtidores | 0,01305144 | 46,99 | 783,09 | 0,065 | 3,5 | 0,00331831 | 3,933 | 168194 | 43333 | 0,017 | | |
| 6 surtidores | 0,02610288 | 93,97 | 1566,17 | 0,100 | 5 | 0,00785398 | 3,324 | 218653 | 66667 | 0,016 | | |
| 6 surtidores | 0,02610288 | 93,97 | 1566,17 | 0,150 | 6 | 0,01767146 | 1,477 | 145769 | 100000 | 0,016 | | |
| Pérdida en succión | | | | f | L | D | k, Leq/D, L/D | 1/2g | v ² | h | u | h tot |
| Perdida por entrada con bornes redondados | | | | | | | 0,040 | 0,0509684 | 2,18188631 | 0,00444829 | 1 | 0,0044 |
| Perdida de tres codos de 90 | | | | 0,016 | | | 30 | 0,0509684 | 2,18188631 | 0,05337948 | 3 | 0,1601 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,016 | | | 340 | 0,0509684 | 2,18188631 | 0,60496746 | 1 | 0,6050 |
| Perdida por fricción | | | | 0,016 | 4 | 0,150 | 26,6666667 | 0,0509684 | 2,18188631 | 0,04744843 | 1 | 0,0474 |
| Pérdida en primera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida filtro Y en tres tubos paralelo | | | | | | | | | | | | 0,8150 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,016 | | | 340 | 0,0509684 | 11,0457994 | 3,06264776 | 1 | 3,0626 |
| Perdida de dos codos de 90 | | | | 0,016 | | | 30 | 0,0509684 | 11,0457994 | 0,27023363 | 2 | 0,5405 |
| Perdida de dos codos de 45 | | | | 0,016 | | | 16 | 0,0509684 | 11,0457994 | 0,1441246 | 2 | 0,2882 |
| Perdida por fricción | | | | 0,016 | 28 | 0,100 | 280 | 0,0509684 | 11,0457994 | 2,52218051 | 1 | 2,5222 |
| Pérdida en segunda rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,017 | | | 60 | 0,0509684 | 15,4697657 | 0,80423858 | 1 | 0,8042 |
| Perdida por fricción | | | | 0,017 | 0,71 | 0,065 | 10,9230769 | 0,0509684 | 15,4697657 | 0,14641267 | 1 | 0,1464 |
| Pérdida en anillo de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,018 | | | 60 | 0,0509684 | 6,87545142 | 0,37846522 | 1 | 0,3785 |
| Perdida de te descarga frontal | | | | 0,018 | | | 20 | 0,0509684 | 6,87545142 | 0,12615507 | 1 | 0,1262 |
| Perdida por fricción | | | | 0,018 | 1,41 | 0,065 | 21,6923077 | 0,0509684 | 6,87545142 | 0,13682973 | 1 | 0,1368 |
| Pérdida en acometida de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,020 | | | 60 | 0,0509684 | 11,9854595 | 0,73305563 | 1 | 0,7331 |
| Perdida por fricción | | | | 0,020 | 0,29 | 0,040 | 7,25 | 0,0509684 | 11,9854595 | 0,08857755 | 1 | 0,0886 |
| Pérdida en tobera | | | | | | | | | | | | |
| Pérdida en contracción gradual | | | | | 0,040 | 0,019 | 0,048 | 0,0509684 | 235,44 | 0,576 | 1 | 0,5760 |
| Perdida de un codo de 90 | | | | 0,021 | | | 30 | 0,0509684 | 235,44 | 7,56 | 1 | 7,5600 |
| Perdida de electroválvula doble de compuerta | | | | 0,021 | | | 8 | 0,0509684 | 235,44 | 2,016 | 1 | 2,0160 |
| Perdida por fricción | | | | 0,021 | 0,142 | 0,019 | 7,47368421 | 0,0509684 | 235,44 | 1,88336842 | 1 | 1,8834 |
| | | | | | | | | | | | | 22,4947 |

Velocidad de succión menor de 2 m/s

Velocidad de descarga menor de 4 m/s

Extrapolación de una tubería serie a cada tubería según su caudal

| Dimensionamiento de tuberías suponemos una tubería serie y multiplicando cada tramo por su caudal | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----------|--------|------------|----------|------------|---------------|------------|----------------|------------|---|---------|
| Rug. Abs. polietileno | 1,50E-06 m | | | | | | | | | | | |
| Altura de chorro | 12 m | | | | | | | | | | | |
| Velocidad de salida | 15,3440542 m/s | | | | | | | | | | | |
| | Caudal | Caudal | Caudal | DN | DN | Area | Velocidad | Reynolds | Rug. Rel. | Friccion | | |
| | m3/s | m3/h | l/min | m | pulgadas | m2 | m/s | | | | | |
| 1 surtidor | 0,00435048 | 15,66 | 261,03 | 0,019 | | 0,00028353 | 15,344 | 191801 | 12667 | 0,021 | | |
| 1 surtidor | 0,00435048 | 15,66 | 261,03 | 0,035 | 1,5 | 0,00096211 | 4,522 | 104120 | 23333 | 0,017 | | |
| 2 surtidores | 0,00435048 | 15,66 | 261,03 | 0,035 | 1,5 | 0,00096211 | 4,522 | 104120 | 23333 | 0,017 | | |
| 3 surtidores | 0,00435048 | 15,66 | 261,03 | 0,035 | 1,5 | 0,00096211 | 4,522 | 104120 | 23333 | 0,017 | | |
| 6 surtidores | 0,00435048 | 15,66 | 261,03 | 0,035 | 1,5 | 0,00096211 | 4,522 | 104120 | 23333 | 0,017 | | |
| 6 surtidores | 0,00435048 | 15,66 | 261,03 | 0,045 | 2 | 0,00159043 | 2,735 | 80983 | 30000 | 0,018 | | |
| Pérdida en succión | | | | f | L | D | k, Leq/D, L/D | 1/2g | v ² | h | u | h tot |
| Perdida por entrada con bornes redondados | | | | | | | 0,040 | 0,0509684 | 7,48246334 | 0,01525477 | 1 | 0,0153 |
| Perdida de tres codos de 90 | | | | 0,018 | | | 30 | 0,0509684 | 7,48246334 | 0,20593936 | 3 | 0,6178 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,018 | | | 340 | 0,0509684 | 7,48246334 | 2,33397939 | 1 | 2,3340 |
| Perdida por fricción | | | | 0,018 | 4 | 0,045 | 88,8888889 | 0,0509684 | 7,48246334 | 0,61019069 | 1 | 0,6102 |
| Pérdida en primera rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida filtro Y en tres tubos paralelo | | | | | | | | | | | | 0,8150 |
| Perdida de válvula de globo | | | | 0,017 | | | 340 | 0,0509684 | 20,4466647 | 6,02353323 | 1 | 6,0235 |
| Perdida de dos codos de 90 | | | | 0,017 | | | 30 | 0,0509684 | 20,4466647 | 0,53148823 | 2 | 1,0630 |
| Perdida de dos codos de 45 | | | | 0,017 | | | 16 | 0,0509684 | 20,4466647 | 0,28346039 | 2 | 0,5669 |
| Perdida por fricción | | | | 0,017 | 28 | 0,035 | 800 | 0,0509684 | 20,4466647 | 14,1730194 | 1 | 14,1730 |
| Pérdida en segunda rama de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,017 | | | 60 | 0,0509684 | 20,4466647 | 1,06297645 | 1 | 1,0630 |
| Perdida por fricción | | | | 0,017 | 0,71 | 0,035 | 20,2857143 | 0,0509684 | 20,4466647 | 0,35938728 | 1 | 0,3594 |
| Pérdida en anillo de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,017 | | | 60 | 0,0509684 | 20,4466647 | 1,06297645 | 1 | 1,0630 |
| Perdida de te descarga frontal | | | | 0,017 | | | 20 | 0,0509684 | 20,4466647 | 0,35432548 | 1 | 0,3543 |
| Perdida por fricción | | | | 0,017 | 1,41 | 0,035 | 40,2857143 | 0,0509684 | 20,4466647 | 0,71371276 | 1 | 0,7137 |
| Pérdida en acometida de descarga | | | | | | | | | | | | |
| Perdida de te descarga lateral | | | | 0,017 | | | 60 | 0,0509684 | 20,4466647 | 1,06297645 | 1 | 1,0630 |
| Perdida por fricción | | | | 0,017 | 0,29 | 0,035 | 8,28571429 | 0,0509684 | 20,4466647 | 0,14679199 | 1 | 0,1468 |
| Pérdida en tobera | | | | | | | | | | | | |
| Perdida en contracción gradual | | | | | 0,035 | 0,049 | 0,71428571 | 0,0509684 | 235,44 | 8,57142857 | 1 | 8,5714 |
| Perdida de un codo de 90 | | | | 0,021 | | | 30 | 0,0509684 | 235,44 | 7,56 | 1 | 7,5600 |
| Perdida de electroválvula doble de compuerta | | | | 0,021 | | | 8 | 0,0509684 | 235,44 | 2,016 | 1 | 2,0160 |
| Perdida por fricción | | | | 0,021 | 0,142 | 0,019 | 7,47368421 | 0,0509684 | 235,44 | 1,88336842 | 1 | 1,8834 |
| | | | | | | | | | | | | 51,0126 |
| | Caudal real | Velocidad | | Area | Radio | Diámetro | DN mm | DN pulgada | | | | |
| caudal 1 tobera | 0,004350480 | 4,522 | | 0,00096211 | 0,0175 | 0,0350 | 0,032 | 1,25 | | | | |
| caudal 2 toberas | 0,008700961 | 4,522 | | 0,00192423 | 0,0247 | 0,0495 | 0,050 | 2 | | | | |
| caudal 3 toberas | 0,013051441 | 4,522 | | 0,00288634 | 0,0303 | 0,0606 | 0,065 | 2,25 | | | | |
| caudal 6 toberas | 0,026102882 | 4,522 | | 0,00577268 | 0,0429 | 0,0857 | 0,080 | 3 | | | | |
| caudal 6 toberas | 0,026102882 | 2,735 | | 0,00954259 | 0,0551 | 0,1102 | 0,125 | 5 | | | | |

Como puede observarse, el cálculo con velocidades mínimas, aunque disminuye la carga, aumenta mucho el diámetro nominal de las tuberías. Respecto a la extrapolación observamos que aumenta la carga manteniendo y aumenta el diámetro nominal.

4.4.1.4 CIRCUITO DE RETORNO

4.4.1.4.1 CAUDALES Y DIMENSIÓN DEL VERTEDERO

Longitud del canal. Long = 5 m

Desnivel del canal. h = 1.3 m

Anchura del canal. L = 2 m

Peso específico del agua entre 0 °C y 15 °C. $\gamma = 9.81 \frac{kN}{m^3}$

Densidad del agua 5 °C. $\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$

Viscosidad del agua entre 0 °C y 15 °C. $\eta = 1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s$

Radio del vaso de la fuente. r = 17 m

Dimensión depósito compensación a · b · c = 4 m · 6 m · 4 m

Volúmen depósito compensación = 96 m³

Caudal total

Caudal anillo 36 surtidores = 90.17 $\frac{m^3}{h}$

Caudal anillo 16 surtidores = 111.09 $\frac{m^3}{h}$

Caudal anillo 6 surtidores = 93.97 $\frac{m^3}{h}$

$$Caudal\ total = \sum_{i=1}^{n=3} Q_i = 295.23 \frac{m^3}{h} = 0.082 \frac{m^3}{s}$$

Justificación tamaño del vertedero rectangular

Anchura con sobrecresta mínima

$$H_{min} > 0.2\ ft \Rightarrow 0.2\ ft \cdot \frac{1\ m}{3.28084\ ft} = 0.06096\ m$$

$$Q = 3.33 L_{\text{vertedero}} \cdot H^{3/2} \text{ en pies} \Rightarrow L_{\text{vertedero}} = \frac{Q}{3.33 \cdot H^{3/2}}$$

$$L_{\text{vertedero}} = \frac{0.082 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \left(\frac{3.28084 \text{ ft}}{1 \text{ m}}\right)^3}{3.33 \cdot 0.2^{3/2} \text{ ft}^2} = 9.72254 \text{ ft} \cdot \frac{1 \text{ m}}{3.28084} = 2.9634 \text{ m}$$

Anchura con sobrecresta máxima

$$H_{\text{cresta}} \geq 3 \cdot H_{\text{max}} \Rightarrow 0.3 \text{ m} \geq 3 \cdot H_{\text{max}} \Rightarrow H_{\text{max}} = 0.1 \text{ m} = 0.328084 \text{ ft}$$

$$L_{\text{vertedero}} = \frac{0.082 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \left(\frac{3.28084 \text{ ft}}{1 \text{ m}}\right)^3}{3.33 \cdot 0.328084^{3/2} \text{ ft}^2} = 4.6275 \text{ ft} \cdot \frac{1 \text{ m}}{3.28084} = 1.410 \text{ m}$$

Comprobación sobrecresta máxima

$$H_{\text{max}} < L/3 \Rightarrow 0.1 \text{ m} < 1.410 \text{ m}/3 = 0.47 \text{ m}$$

Comprobación de anchura

$$L_{\text{min}} < 2 \text{ m} < L_{\text{max}} \Rightarrow 1.410 \text{ m} < 2 \text{ m} < 2.9634 \text{ m}$$

4.4.1.4.2 VELOCIDAD CANAL Y NÚMEROS ADIMENSIONALES

Sobrecresta para anchura de 2 metros

$$Q = 3.33 L_{\text{vertedero}} \cdot H^{3/2} \text{ en pies} \Rightarrow H = \sqrt[3]{\left(\frac{Q}{3.33 \cdot L_{\text{vertedero}}}\right)^2}$$

$$H = \sqrt[3]{\frac{0.082 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \left(\frac{3.28084 \text{ ft}}{1 \text{ m}}\right)^3}{3.33 \cdot 2 \text{ m} \cdot \frac{3.28084 \text{ ft}}{1 \text{ m}}}} = 0.25994 \text{ ft} \cdot \frac{1 \text{ m}}{3.28084} = 0.0792 \text{ m}$$

Velocidad en vertedero

TABLA 14.1 Valores de la n de Manning

| Descripción del canal | n |
|---|-------|
| Vidrio, cobre, plástico u otras superficies lisas | 0.010 |
| Acero liso sin pintura, madera cepillada | 0.012 |
| Acero pintado o hierro fundido recubierto | 0.013 |
| Asfalto liso, baldosas de drenaje de arcilla común, concreto acabado con llana, ladrillo vidriado | 0.013 |
| Hierro fundido sin revestimiento, tubería de hierro negro forjado, baldosas de drenaje de arcilla vitrificada | 0.014 |
| Ladrillo con mortero de cemento, concreto acabado con flota, tubería de concreto | 0.015 |
| Formado, concreto sin acabado, tubería de acero en espiral | 0.017 |
| Tierra lisa | 0.018 |
| Tierra excavada limpia | 0.022 |
| Colector de aguas pluviales de metal corrugado | 0.024 |
| Canal natural con piedras y maleza | 0.030 |
| Canal natural con vegetación ligera | 0.050 |
| Canal natural con hierbas altas y juncos | 0.060 |
| Canal natural con vegetación densa | 0.100 |

$$A = base \cdot altura = 2 \text{ m} \cdot 0.0792 \text{ m} = 0.15846 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{0.082 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0.15846 \text{ m}^2} = 0.517 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Velocidad en el canal

$$A \cdot R^{2/3} = \frac{n \cdot Q}{S^{1/2}}$$

$$A = L_{\text{vertedero}} \cdot z; \quad R = \frac{z}{2}; \quad \text{en rectángulos desproporcionados}$$

$$L_v \cdot 2 \cdot R \cdot R^{2/3} = \frac{n \cdot Q}{S^{1/2}} \Rightarrow R^{5/3} = \frac{n \cdot Q}{2 \cdot L_v \cdot S^{1/2}}$$

$$R = \left(\frac{n \cdot Q}{2 \cdot L_v \cdot S^{1/2}} \right)^{3/5} = \left(\frac{0.015 \cdot 0.082 \frac{m^3}{s}}{2 \cdot 2 m \cdot \left(\frac{1.3 m}{5 m} \right)^{1/2}} \right)^{3/5} = 0.0117 m$$

$$z = 2 \cdot R = 2 \cdot 0.0117 m = 0.0234 m$$

$$v = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} = \frac{R^{2/3} \cdot \left(\frac{h}{L} \right)^{1/2}}{n} = \frac{(0.0117 m)^{2/3} \cdot \left(\frac{1.3 m}{5 m} \right)^{1/2}}{0.015 \frac{s}{m^{1/3}}} = 1.7519 \frac{m}{s}$$

Número Reynolds

$$N_R = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\eta} = \frac{v \cdot R \cdot \rho}{\eta} = \frac{1.7519 \frac{m}{s} \cdot 0.0117 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 13485 > 2000$$

Número Froude

$$N_F = \frac{v}{\sqrt{g \cdot y_h}} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{A}{L_{vert}}}} = \frac{v}{\sqrt{g \cdot \frac{L_{vert} \cdot z}{L_{vert}}}} = \frac{1.7519 \frac{m}{s}}{\sqrt{9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 0.0234 m}} = 3.656 > 1$$

Por lo tanto la velocidad de flujo en el canal es **supercrítica turbulenta**.

4.4.1.4.3 JUSTIFICACIÓN DEPOSITO DE COMPENSACIÓN

Tiempos

Tiempo de fluido en canal abierto

$$t = \frac{v}{e} = \frac{1.7519 \frac{m}{s}}{5 m} = 0.350 s$$

Tiempo de fluido en el aire

$$\text{Ascensión; } e = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot e}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot (-12) m}{-9.81 \frac{m}{s^2}}} = 1.564 s$$

$$\text{Caída; } e = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2 \cdot e}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12 m}{9.81 \frac{m}{s^2}}} = 1.564 s$$

$$t = t_{ascensión} + t_{caída} = 1.564 \text{ s} + 1.564 \text{ s} = 3.128 \text{ s}$$

Tiempo en las tuberías

$$t = \sum t_i = \sum \frac{v_i}{e_i}$$

$$t = \frac{4}{3.189} + \frac{28}{4.983} + \frac{5.05}{6.378} + \frac{8.48}{4.983} + \frac{7.51}{4.326} + \frac{2.8}{2.215} + \frac{0.020}{8.859} = 12.369 \text{ s}$$

| Tiempo del fluido dentro de las tuberías | | | | | | | | |
|--|-----------|------------|--------------------|-----------|------------|----------------------|-----------|------------|
| Anillo 6 surtidores | | | Anillo 16 surtidor | | | Anillo 36 surtidores | | |
| Distancia | Velocidad | Tiempo | Distancia | Velocidad | Tiempo | Distancia | Velocidad | Tiempo |
| 4 | 3,324 | 1,20336943 | 4 | 3,929 | 1,01807076 | 4 | 3,189 | 1,2543117 |
| 28 | 5,193 | 5,39187368 | 28 | 6,139 | 4,56100342 | 28 | 4,983 | 5,61910496 |
| 0,71 | 6,647 | 0,1068151 | 2,25 | 4,65 | 0,48387097 | 5,05 | 6,378 | 0,79178426 |
| 1,41 | 4,431 | 0,31821259 | 4,25 | 6,139 | 0,69229516 | 8,48 | 4,983 | 1,70178607 |
| 0,29 | 5,409 | 0,05361435 | 4,22 | 4,796 | 0,87989992 | 7,51 | 4,326 | 1,73601479 |
| 0,032 | 15,344 | 0,00208551 | 1,64 | 3,929 | 0,41740901 | 2,8 | 2,215 | 1,26410835 |
| | | | 0,025 | 12,528 | 0,00199553 | 0,02 | 8,859 | 0,00225759 |
| TOTAL | | 7,07597066 | | | 8,05454476 | | | 12,3693677 |

Tiempo total de fluido fuera del depósito

$$t_{total} = t_{canal} + t_{aire} + t_{tubería} = 0.350 \text{ s} + 3.128 \text{ s} + 12.369 \text{ s} = 15.847 \text{ s}$$

Volúmenes

Volumen de fluido en movimiento

$$V = Q \cdot t = 0.082 \frac{m^3}{s} \cdot 15.847 \text{ s} = 1.299 \text{ m}^3$$

Volumen de fluido sobre el vaso

$$V = A \cdot H = \pi \cdot r^2 \cdot H = \pi \cdot 17^2 \text{ m}^2 \cdot 0.0792 \text{ m} = 71.907 \text{ m}^3$$

Volumen de seguridad para evitar cavitación

$$V = a \cdot b \cdot h_{seguridad} = 4 \text{ m} \cdot 6 \text{ m} \cdot 0.5 \text{ m} = 12 \text{ m}^3$$

Volumen total

$$V = \sum V_i = 1.299 \text{ m}^3 + 71.907 \text{ m}^3 + 12 \text{ m}^3 = 85.206 \text{ m}^3$$

$$85.206 \text{ m}^3 < 96 \text{ m}^3$$

4.4.1.5 CIRCUITO DE DEPURACIÓN Y FILTRADO

4.4.1.5.1 CAUDALES Y VELOCIDADES

$$\text{Volumen del vaso de la fuente} = \pi \cdot 17^2 m^2 \cdot 0.3 m = 272.376 m^3$$

$$\text{volumen del depósito de compensación} = 85.206 m^3$$

$$\text{Volumen total de agua} = 357.582 m^3 \approx 360 m^3$$

$$\text{Tiempo de depuración} < 2 \text{ horas}$$

$$\text{Velocidad recomendada de succión} = 1.3 \frac{m}{s}$$

$$\text{Velocidad recomendada de descarga} = 2 \frac{m}{s}$$

$$\text{Peso específico del agua entre } 0^\circ C \text{ y } 15^\circ C. \gamma = 9.81 \frac{kN}{m^3}$$

$$\text{Densidad del agua } 5^\circ C. \rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Viscosidad del agua entre } 0^\circ C \text{ y } 15^\circ C. \eta = 1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s$$

$$\text{Rugosidad absoluta tubería polietileno. } \varepsilon = 1.5 \cdot 10^{-6} m$$

CAUDAL

$$Q_{total} = \frac{V}{t} = \frac{360 m^3}{2 h} = 180 \frac{m^3}{h} = 0.05 \frac{m^3}{s} = 3000 \frac{l}{min}$$

Para 2 bombas

$$Q_{bomba} = \frac{Q_{total}}{2} = \frac{180 m^3}{2} = 90 \frac{m^3}{h} = 0.025 \frac{m^3}{s} = 1500 \frac{l}{min}$$

VELOCIDADES

Para tubería de succión de 6 in

$$Q_{succión} = A \cdot v = \pi \cdot R^2 \cdot v \Rightarrow v = \frac{Q_{succión}}{\pi \cdot R^2} = \frac{0.025 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.150 m}{2}\right)^2} = 1.414 \frac{m}{s} \approx 1.4 \frac{m}{s}$$

Para tubería de descarga de 5 in

$$Q_{succión} = A \cdot v = \pi \cdot R^2 \cdot v \Rightarrow v = \frac{Q_{succión}}{\pi \cdot R^2} = \frac{0.025 \frac{m^3}{s}}{\pi \cdot \left(\frac{0.125 m}{2}\right)^2} = 3.037 \frac{m}{s} \approx 2 \frac{m}{s}$$

4.4.1.5.2 FILTRO DE ARENA Y NÚMEROS ADIMENSIONALES

FILTRO DE ARENA

$$\text{Diámetro} = 1600 \text{ mm}$$

$$\text{Velocidad de filtración} = 50 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$$

$$\text{Arena de } 0.4 \text{ mm a } 0.8 \text{ mm}$$

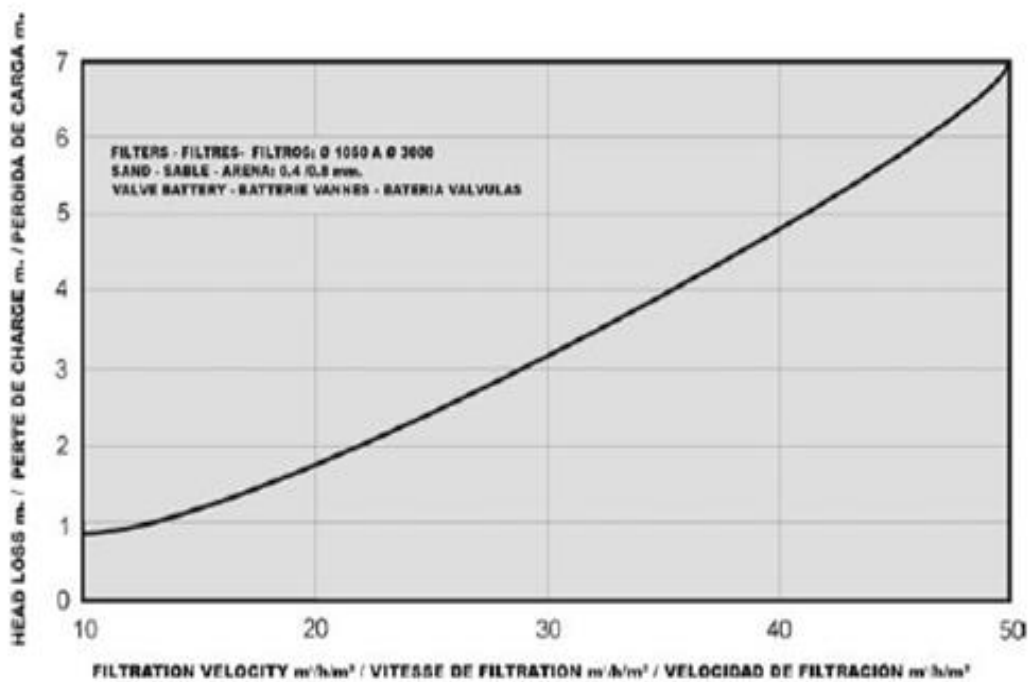
$$\text{Presión máxima de trabajo} = 2.5 \text{ bar}$$

$$\text{Area de filtrado} = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot \left(\frac{1.6 \text{ m}}{2}\right)^2 = 2.01 \text{ m}^2$$

$$\text{Capacidad de filtrado} = \text{Velocidad de filtración} \cdot \text{Area de filtrado}$$

$$\text{Capacidad máxima de filtrado} = 50 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot 2.01 \text{ m}^2 = 100.531 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$100.531 \text{ m}^3/\text{h} > 90 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$



$$\text{Filtrado real} = \frac{90 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}}{2.01 \text{ m}^2} = 44.76 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}^2$$

$$\text{Pérdida en carga según tabla} = 5.7 \text{ m}$$

NUMEROS DE REYNOLDS

$$N_R = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\eta}$$

$$N_{R \text{ succión}} = \frac{1.414 \frac{m}{s} \cdot 0.150 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 139539 \approx 1.4 \cdot 10^5$$

$$N_{R \text{ descarga}} = \frac{2.037 \frac{m}{s} \cdot 0.125 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} = 167516 \approx 1.7 \cdot 10^5$$

RUGOSIDADES RELATIVAS

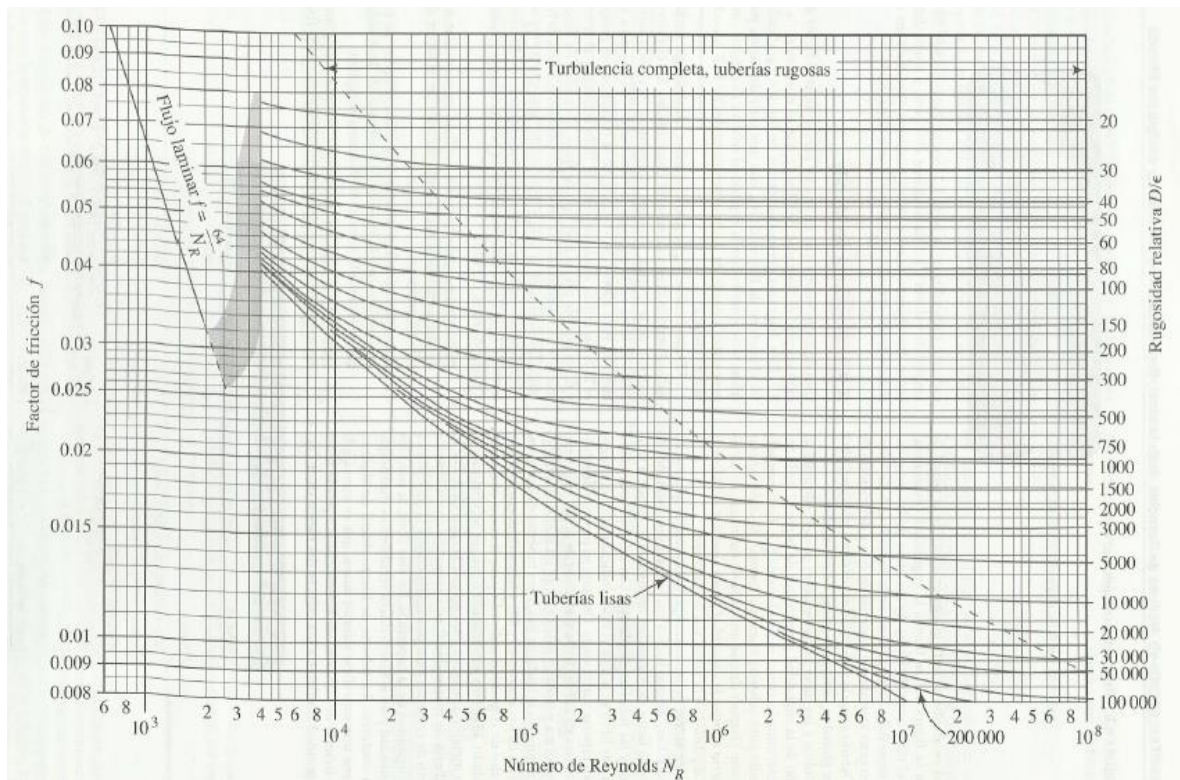
$$Rugosidad \text{ relativa succión} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.150 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 100000$$

$$Rugosidad \text{ relativa descarga} = \frac{D}{\varepsilon} = \frac{0.125 m}{1.5 \cdot 10^{-6} m} = 83333 \approx 100000$$

FACTOR DE FRICCIÓN. DIAGRAMA DE MOODY

$$F. \text{ fricción succión} = 0.016$$

$$F. \text{ fricción descarga} = 0.016$$



4.4.1.5.3 PÉRDIDAS MAYORES Y MENORES

$h_1 =$ Pérdida de entrada en la succión con bornes redondeados

$h_2 =$ Pérdida de 4 codos de 90° en la succión

$h_3 =$ Pérdida de "te" de salida frontal en la succión

$h_4 =$ Pérdida de válvula de globo en la succión

$h_5 =$ Pérdida de fricción en la succión

$h_6 =$ Pérdida de filtro de arena en descarga

$h_7 =$ Pérdida de válvula de globo en descarga

$h_8 =$ Pérdida de "te" de salida frontal en la descarga

$h_9 =$ Pérdida de 2 codos de 90° en descarga

$h_{10} =$ Pérdida de fricción en descarga

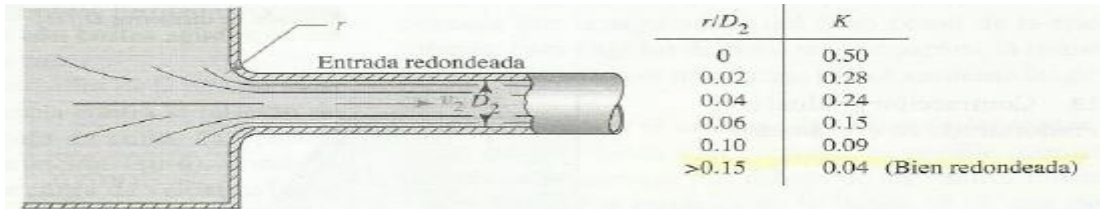
$h_{11} =$ Pérdida de salida en descarga

Distancias

Succión = 50 m

Descarga = 11 m

Pérdida de entrada con bordes redondeados:



$$h_1 = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.04 \cdot \frac{\left(1.414 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.0040 m$$

Pérdida de cuatro codos de 90° en succión

$$h_{2 \text{ codo}} = f_{\text{succión}} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot 30 \cdot \frac{\left(1.414 \frac{m}{s}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.0489 m$$

$$h_{2 \text{ para 3 codos}} = 4 \cdot h_{2 \text{ codo}} = 4 \cdot 0.0489 m = 0.1956 m$$

Pérdida de "te" de salida frontal en succión

$$h_3 = f_{succión} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot 20 \cdot \frac{(1.414 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.0326 m$$

Pérdida de válvula de globo en succión

$$h_4 = f_{succión} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot 340 \cdot \frac{(1.414 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.5544 m$$

Pérdida de fricción en succión

$$h_5 = f_{succión} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot \frac{50 m}{0.150 m} \cdot \frac{(1.414 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.5435 m$$

Pérdida de filtro de arena en descarga

$$h_6 = 5.7 m$$

Pérdida de válvula de globo en descarga

$$h_7 = f_{descarga} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot 340 \cdot \frac{(2.037 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 1.1505 m$$

Pérdida de "te" de salida frontal en descarga

$$h_8 = f_{descarga} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot 20 \cdot \frac{(2.037 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.0677 m$$

Pérdida de dos codos de 90° en descarga

$$h_{9 \text{ codo}} = f_{descarga} \cdot \frac{L_{eq}}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot 30 \cdot \frac{(2.037 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.1015 m$$

$$h_{9 \text{ para 2 codos}} = 2 \cdot h_{7 \text{ codo}} = 2 \cdot 0.1015 m = 0.2030 m$$

Pérdida de fricción en descarga

$$h_{10} = f_{descarga} \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = 0.016 \cdot \frac{11 m}{0.125 m} \cdot \frac{(2.037 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.2977 m$$

Pérdida salida en descarga

$$h_{11} = 1.00 \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} = \frac{(2.037 \frac{m}{s})^2}{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}} = 0.2115 m$$

TABLA 10.4 Resistencia en válvulas y accesorios expresada como la longitud equivalente en diámetros de tubería, L_e/D

| Tipo | Longitud equivalente en diámetros de tubería L_e/D |
|---|--|
| Válvula de globo —totalmente abierta | 340 |
| Válvula de ángulo —totalmente abierta | 150 |
| Válvula de compuerta —totalmente abierta | 8 |
| —abierta $\frac{3}{4}$ | 35 |
| —abierta $\frac{1}{2}$ | 160 |
| —abierta $\frac{1}{4}$ | 900 |
| Válvula de retención —tipo oscilante | 100 |
| Válvula de retención —tipo bola | 150 |
| Válvula de mariposa —totalmente abierta, 2-8 in | 45 |
| —10-14 in | 35 |
| —16-24 in | 25 |
| Válvula de pie —tipo disco de vástago | 420 |
| Válvula de pie —tipo disco de bisagras | 75 |
| Codo estándar de 90° | 30 |
| Codo de 90° y radio largo | 20 |
| Codo de 90° para calle | 50 |
| Codo estándar de 45° | 16 |
| Codo de 45° para calle | 26 |
| Doblez de retorno cerrado | 50 |
| Te estándar —con flujo por la línea principal | 20 |
| —con flujo por la ramificación | 60 |

(Reproducción con autorización de Crane Co., *Flow of Fluids through Valves, Fittings and Pipe*, artículo técnico núm. 410, 2011. Todos los derechos reservados.)

Pérdida total

$$h_{L total} = \sum_{i=1}^{n=23} h_i = 9.5698 m$$

4.4.1.5.4 BOMBA CENTRÍFUGA Y PRESIÓN TUBERÍAS.

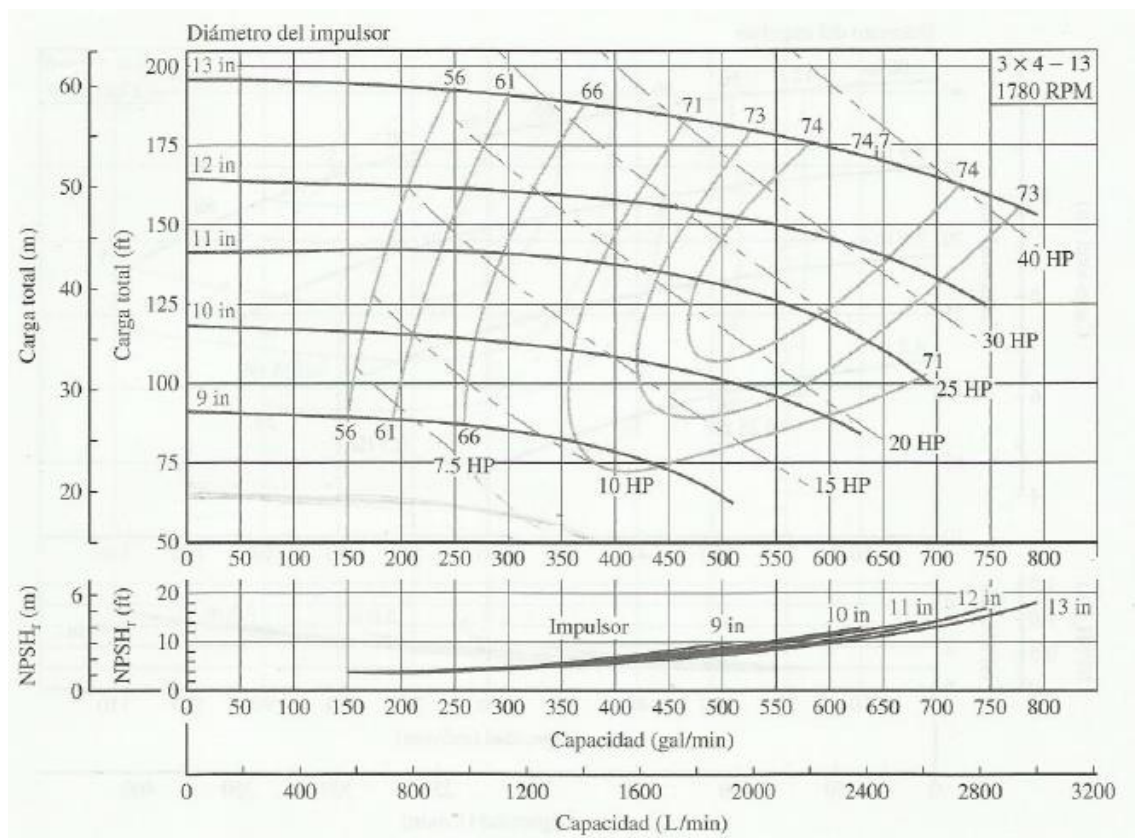
Ecuación de Bernoulli

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + h_A - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \Rightarrow h_A = h_L$$

$$h_A = 9.5698 \text{ m}$$

$$Q = 90 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1500 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

Curva característica de bomba



Parámetros de cada una de las dos bombas centrífugas

$$\text{Potencia} = 7.5 \text{ HP}$$

$$\text{Velocidad de giro} = 1780 \text{ rpm}$$

$$\text{Conexión descarga} = 3 \text{ in}$$

$$\text{Conexión de succión} = 4 \text{ in}$$

$$\text{Armadura para alojar impulsores} = 13 \text{ in}$$

$$\text{Impulsor} = 8 \text{ in}$$

$$\text{Eficiencia} = 66\%$$

$$P_2 = 7.5 \text{ HP} \rightarrow 3x4 - 13 \text{ in con impulsor } 8 \text{ in al } 66\% \text{ a } 1780 \text{ rpm}$$

Presión máxima con motor de 7.5 HP en descarga

$$P = \frac{h_A \cdot \gamma \cdot Q}{e} \Rightarrow h_A = \frac{P \cdot e}{\gamma \cdot Q}$$

$$h_A = \frac{7.5 \text{ HP} \cdot \frac{745.7 \text{ W}}{\text{HP}} \cdot 0.66}{9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \cdot 0.025 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 15.051 \text{ m}$$

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + h_A - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 \cdot g}$$

$$p_2 = \gamma \left[(z_1 - z_2) + (h_A - h_L) - \frac{v_2^2}{2 \cdot g} \right] =$$

$$= 9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} \left[(6 \text{ m} - 0 \text{ m}) + (15.051 \text{ m} - 0 \text{ m}) - \frac{\left(2.037 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right] = 208585 \text{ Pa}$$

$$\text{Presión máxima} = 208585 \text{ Pa} \cdot \frac{1 \text{ bar}}{100000 \text{ Pa}} = 2.085 \text{ bar}$$

Tubería recomendada PN10

2.085 bar < 2.5 bar ; presión de trabajo máxima del filtro de arena

4.4.1.5.5 CAVITACION Y EFECTO ARIETE.

Cavitación

$$NPSH_R \text{ de } 7.5 \text{ HP} \rightarrow 3x4 - 13 \text{ in impulsor } 8 \text{ in } 66\% \text{ a } 1750 \text{ rpm} = 2.5 \text{ m}$$

$$NPSH_A = h_{\text{atmosférica}} + z_1 - h_L - h_{\text{presión de vapor}}$$

$$h_{\text{atmosférica}} = \frac{p_{\text{atmosférica}}}{\gamma} = \frac{1.012 \text{ bar} \cdot \frac{100000 \text{ Pa}}{1 \text{ bar}}}{9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}} = 10.31 \text{ m}$$

$$h_L = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 =$$

$$= 0.004 \text{ m} + 0.1956 \text{ m} + 0.0326 \text{ m} + 0.5544 \text{ m} + 0.5435 = 1.3301 \text{ m}$$

$$h_{\text{presión de vapor}} = \frac{p_{\text{vapor } 30^{\circ}\text{C}}}{\gamma} = \frac{4243 \text{ Pa}}{9810 \frac{\text{N}}{\text{m}^3}} = 0.4325 \text{ m}$$

$$NPSH_A = 10.31 \text{ m} + 6.3 \text{ m} - 1.3301 \text{ m} - 0.4325 = 14.847 \text{ m}$$

$$NPSH_A > 1.1 \cdot NPSH_R \Rightarrow 14.847 > 1.1 \cdot 2.5 \text{ m} = 2.75 \text{ M}$$

TABLA 13.2 Presión de vapor y carga de la presión de vapor para el agua

| Temperatura °C | Presión de vapor kPa (abs) | Peso específico (kN/m ³) | Carga de la presión de vapor (m) | Temperatura °F | Presión de vapor (psia) | Peso específico (lb/ft ³) | Carga de la presión de vapor (ft) |
|-------------------|----------------------------------|--|--|-------------------|-------------------------------|---|---|
| 0 | 0.6105 | 9.806 | 0.06226 | 32 | 0.08854 | 62.42 | 0.2043 |
| 5 | 0.8722 | 9.807 | 0.08894 | 40 | 0.1217 | 62.43 | 0.2807 |
| 10 | 1.228 | 9.804 | 0.1253 | 50 | 0.1781 | 62.41 | 0.4109 |
| 20 | 2.338 | 9.789 | 0.2388 | 60 | 0.2563 | 62.37 | 0.5917 |
| 30 | 4.243 | 9.765 | 0.4345 | 70 | 0.3631 | 62.30 | 0.8393 |
| 40 | 7.376 | 9.731 | 0.7580 | 80 | 0.5069 | 62.22 | 1.173 |
| 50 | 12.33 | 9.690 | 1.272 | 90 | 0.6979 | 62.11 | 1.618 |
| 60 | 19.92 | 9.642 | 2.066 | 100 | 0.9493 | 62.00 | 2.205 |
| 70 | 31.16 | 9.589 | 3.250 | 120 | 1.692 | 61.71 | 3.948 |
| 80 | 47.34 | 9.530 | 4.967 | 140 | 2.888 | 61.38 | 6.775 |
| 90 | 70.10 | 9.467 | 7.405 | 160 | 4.736 | 61.00 | 11.18 |
| 100 | 101.3 | 9.399 | 10.78 | 180 | 7.507 | 61.58 | 17.55 |
| | | | | 200 | 11.52 | 60.12 | 27.59 |
| | | | | 212 | 14.69 | 59.83 | 35.36 |

Efecto ariete

El efecto ariete se produce por la compresión del fluido al experimentar una brusca parada de la velocidad de flujo por el cierre de una válvula.

En el presente diseño el motor funciona al máximo de su capacidad bombeando un caudal constante, que no se interrumpe por la acción del skimmer, ya el fluido se recoge a través de un canal con vertedero. Eso significa que el oleaje del vaso no cerrará la puerta del skimmer que podría producir el efecto ariete.

4.4.2 CALCULO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS

4.4.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO

4.4.2.1.1 INTENSIDADES DE DISEÑO

Línea bomba centrífuga anillo exterior BC1

Potencia, $P = 25 \text{ HP}$; $f dt, \cos\varphi = 0.85$; $\varphi = 31.78$; Rendimiento, $\eta = 0.88$

$$P_{BC1} = \frac{P_{\text{útil BC1}}}{\eta} = \frac{25 \text{ HP} \cdot \frac{745.7 \text{ W}}{1 \text{ HP}}}{0.88} = 21184.66 \text{ W}$$

$$P_{BC1} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P_{BC1}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

$$I_{L BC1} = \frac{P_{BC1}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{21184.66 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 0.85} = 37.86_{-31.78} \text{ A} = (32.18 - j19.93) \text{ A}$$

Con el 25% de seguridad $I_{L BC1} = 37.86_{-31.78} \text{ A} \cdot 1.25 = 47.33_{-31.78} \text{ A}$

$$I_{L BC1+25\%} = 47.33_{-31.78} \text{ A} = (40.23 - j24.92) \text{ A}$$

Línea bomba centrífuga anillo central BC2

Potencia, $P = 40 \text{ HP}$; $f dt, \cos\varphi = 0.88$; $\varphi = 28.35$ Rendimiento, $\eta = 0.90$

$$P_{BC2} = \frac{P_{\text{útil BC2}}}{\eta} = \frac{40 \text{ HP} \cdot \frac{745.7 \text{ W}}{1 \text{ HP}}}{0.90} = 33142.22 \text{ W}$$

$$P_{BC2} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P_{BC2}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

$$I_{L BC2} = \frac{P_{BC2}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{33142.22 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 0.88} = 57.22_{-28.35} \text{ A} = (50.35 - j27.17) \text{ A}$$

Con el 25% de seguridad $I_{L BC2} = 57.22_{-28.35} \text{ A} \cdot 1.25 = 71.52_{-28.35} \text{ A}$

$$I_{L BC2+25\%} = 71.52_{-28.35} \text{ A} = (62.94 - j33.96) \text{ A}$$

Línea bomba centrífuga anillo interior BC3

Potencia, $P = 30 \text{ HP}$; $f dt, \cos\varphi = 0.86$; $\varphi = 30.68$ Rendimiento, $\eta = 0.89$

$$P_{BC3} = \frac{P_{\text{útil BC3}}}{\eta} = \frac{30 \text{ HP} \cdot \frac{745.7 \text{ W}}{1 \text{ HP}}}{0.89} = 25135.95 \text{ W}$$

$$P_{BC3} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P_{BC3}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

$$I_{LBC3} = \frac{P_{BC3}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{25135.95 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 0.86} = 44.41_{-30.68} \text{ A} = (38.19 - j22.66) \text{ A}$$

Con el 25% de seguridad $I_{LBC3} = 44.41_{-30.68} \text{ A} \cdot 1.25 = 55.51_{-30.68} \text{ A}$

$$I_{LBC3+25\%} = 55.51_{-30.68} \text{ A} = (47.74 - j28.32) \text{ A}$$

Línea bomba centrífuga depurador_1 BC4

Potencia, $P = 7.5 \text{ HP}$; $\text{fdt}, \cos\varphi = 0.8$; $\varphi = 36.87$ Rendimiento, $\eta = 0.86$

$$P_{BC4} = \frac{P_{\text{útil BC4}}}{\eta} = \frac{7.5 \text{ HP} \cdot \frac{745.7 \text{ W}}{1 \text{ HP}}}{0.86} = 6503.19 \text{ W}$$

$$P_{BC4} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P_{BC4}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

$$I_{LBC4} = \frac{P_{BC4}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{6503.19 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 0.8} = 12.35_{-36.87} \text{ A} = (9.88 - j7.41) \text{ A}$$

Con el 25% de seguridad $I_{LBC4} = 12.35_{-36.87} \text{ A} \cdot 1.25 = 15.44_{-36.87} \text{ A}$

$$I_{LBC4+25\%} = 15.44_{-36.87} \text{ A} = (12.35 - j9.26) \text{ A}$$

Línea bomba centrífuga depurador_2 BC5

Potencia, $P = 7.5 \text{ HP}$; $\text{fdt}, \cos\varphi = 0.8$; $\varphi = 36.87$ Rendimiento, $\eta = 0.86$

$$P_{BC5} = \frac{P_{\text{útil BC5}}}{\eta} = \frac{7.5 \text{ HP} \cdot \frac{745.7 \text{ W}}{1 \text{ HP}}}{0.86} = 6503.19 \text{ W}$$

$$P_{BC5} = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos\varphi \Rightarrow I = \frac{P_{BC5}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

$$I_{LBC5} = \frac{P_{BC5}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{6503.19 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 0.8} = 12.35_{-36.87} \text{ A} = (9.88 - j7.41) \text{ A}$$

Con el 25% de seguridad $I_{LBC5} = 12.35_{-36.87} \text{ A} \cdot 1.25 = 15.44_{-36.87} \text{ A}$

$$I_{LBC5+25\%} = 15.44_{-36.87} \text{ A} = (12.35 - j9.26) \text{ A}$$

Línea posterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6bis1

$$\text{Potencia, } P = 25 \text{ W; } DC = 24V \quad \text{Seguridad } 5\%$$

$$P_{BC6bis1} = P \cdot 20 \text{ unidades} = 25 \text{ W} \cdot 20 = 500 \text{ W}$$

$$I_{L BC6bis1} = \frac{P_{BC6bis1}}{V} = \frac{500 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 20.83 \text{ A}$$

$$\text{Con el } 5\% \text{ de seguridad } I_{L BC6bis1} = 20.83 \text{ A} \cdot 1.05 = 21.875 \text{ A}$$

Línea posterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6bis2

$$\text{Potencia, } P = 25 \text{ W; } DC = 24V \quad \text{Seguridad } 5\%$$

$$P_{BC6bis2} = P \cdot 19 \text{ unidades} = 25 \text{ W} \cdot 19 = 475 \text{ W}$$

$$I_{L BC6bis2} = \frac{P_{BC6bis2}}{V} = \frac{475 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 19.79 \text{ A}$$

$$\text{Con el } 5\% \text{ de seguridad } I_{L BC6bis2} = 19.79 \text{ A} \cdot 1.05 = 20.78 \text{ A}$$

Línea posterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6bis3

$$\text{Potencia, } P = 25 \text{ W; } DC = 24V \quad \text{Seguridad } 5\%$$

$$P_{BC6bis3} = P \cdot 19 \text{ unidades} = 25 \text{ W} \cdot 19 = 475 \text{ W}$$

$$I_{L BC6bis3} = \frac{P_{BC6bis2}}{V} = \frac{475 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 19.79 \text{ A}$$

$$\text{Con el } 5\% \text{ de seguridad } I_{L BC6bis3} = 19.79 \text{ A} \cdot 1.05 = 20.78 \text{ A}$$

$$I_{L BC6bis \text{ media balanceada}} = \frac{\sum_{i=1}^{n=3} I_{L BC6bis i}}{3} = 21.15 \text{ A de fase}$$

$$I_{\text{Linea}} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{Fase}} = \sqrt{3} \cdot 21.15 \text{ A} = 36.63 \text{ A}; \quad n = \frac{380 \text{ V}}{24 \text{ V}} = \frac{95}{6}$$

$$I_{\text{primario}} = \frac{1}{n} I_{\text{secundario}} = \frac{6}{95} \cdot 36.63 \text{ A} = 2.31 \text{ A} = I_{L BC6}$$

Línea anterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6

$$\text{Potencia, } P = 25 \text{ W; } fdt, \cos\varphi = 1; \quad \varphi = 0.00 \quad \text{Seguridad } 5\%$$

$$P_{BC6} = P \cdot 58 \text{ unidades} = 25 \text{ W} \cdot 58 = 1450 \text{ W}$$

$$I_{L BC6} = \frac{P_{BC6}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{1450 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 1} = 2.20_{-0.00} \text{ A} = (2.20 - j0.00) \text{ A}$$

$$\text{Con el } 5\% \text{ de seguridad } I_{L BC6} = 2.20_{-0.00} \text{ A} \cdot 1.05 = 2.31_{-0.00} \text{ A}$$

$$I_{L BC6+5\%} = 2.31_{-0.00} \text{ A} = (2.31 - j0) \text{ A}$$

Línea posterior al transformador rectificador de focos BC7bis1

$$\text{Potencia, } P = 16 \text{ W}; \text{ DC} = 24\text{V} \quad \text{Seguridad } 5\%$$

$$P_{BC7bis1} = P \cdot 20 \text{ unidades} = 16 \text{ W} \cdot 20 = 320 \text{ W}$$

$$I_{L BC7bis1} = \frac{P_{BC7bis1}}{V} = \frac{320 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 13.33 \text{ A}$$

$$\text{Con el } 5\% \text{ de seguridad } I_{L BC7bis1} = 13.33 \text{ A} \cdot 1.05 = 14 \text{ A}$$

Línea posterior al transformador rectificador de focos BC7bis2

$$\text{Potencia, } P = 16 \text{ W}; \text{ DC} = 24\text{V} \quad \text{Seguridad } 5\%$$

$$P_{BC7bis2} = P \cdot 19 \text{ unidades} = 16 \text{ W} \cdot 19 = 304 \text{ W}$$

$$I_{L BC7bis2} = \frac{P_{BC7bis2}}{V} = \frac{304 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 12.67 \text{ A}$$

$$\text{Con el } 5\% \text{ de seguridad } I_{L BC7bis2} = 12.67 \text{ A} \cdot 1.05 = 13.3 \text{ A}$$

Línea posterior al transformador rectificador de focos BC7bis3

$$\text{Potencia, } P = 25 \text{ W}; \text{ DC} = 24\text{V} \quad \text{Seguridad } 5\%$$

$$P_{BC7bis3} = P \cdot 19 \text{ unidades} = 16 \text{ W} \cdot 19 = 304 \text{ W}$$

$$I_{L BC7bis3} = \frac{P_{BC7bis2}}{V} = \frac{304 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 12.67 \text{ A}$$

$$\text{Con el } 5\% \text{ de seguridad } I_{L BC7bis3} = 12.67 \text{ A} \cdot 1.05 = 13.3 \text{ A}$$

$$I_{L BC7bis} \text{ media balanceada} = \frac{\sum_{i=1}^{n=3} I_{L BC7bis}^i}{3} = 13.53 \text{ A de fase}$$

$$I_{Linea} = \sqrt{3} \cdot I_{Fase} = \sqrt{3} \cdot 13.53 \text{ A} = 23.44 \text{ A}; \quad n = \frac{380 \text{ V}}{24 \text{ V}} = \frac{95}{6}$$

$$I_{primario} = \frac{1}{n} I_{secundario} = \frac{6}{95} \cdot 23.44 \text{ A} = 1.48 \text{ A} = I_{L BC7}$$

Línea anterior al transformador rectificador de focos BC7

$$\text{Potencia, } P = 16 \text{ W}; \text{ fdt, } \cos\varphi = 1; \quad \varphi = 0.00 \quad \text{Seguridad } 5\%$$

$$P_{BC7} = P \cdot 58 \text{ unidades} = 16 \text{ W} \cdot 58 = 928 \text{ W}$$

$$I_{L BC7} = \frac{P_{BC7}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{928 \text{ W}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V} \cdot 1} = 1.41_{-0.00} \text{ A} = (1.41 - j0.00) \text{ A}$$

$$\text{Con el } 5\% \text{ de seguridad } I_{L BC7} = 1.41_{-0.00} \text{ A} \cdot 1.05 = 1.48_{-0.00} \text{ A}$$

$$I_{L BC7+5\%} = 1.48_{-0.00} \text{ A} = (1.48 - j0) \text{ A}$$

Línea bombas anillos L3

$$I_{L3} = I_{LBC1} + I_{LBC2+25\%} + I_{LBC3}$$

$$I_{L3} = (32.18 - j19.93)A + (62.94 - j33.96)A + (38.19 - j22.66)A = (133.31 - j76.55)A$$

$$I_{L3} = 153.74_{-29.87} A$$

Línea bombas depuración L2

$$I_{L2} = I_{LBC4+25\%} + I_{LBC5}$$

$$I_{L2} = (12.35 - j9.26)A + (9.88 - j7.41)A = (22.23 - j16.67)A = 27.79_{-36.87} A$$

Línea general L1

$$I_{L1} = I_{L3} + I_{LBC4} + I_{LBC5} + I_{LBC6} + I_{LBC7}$$

$$\begin{aligned} I_{L1} &= (133.31 - j76.55)A + (9.88 - j7.41)A + (9.88 - j7.41)A + 2.20 A + 1.41 A = \\ &= (156.68 - j91.37)A = 181.39_{-30.19} A \end{aligned}$$

4.4.2.1.2 INTENSIDADES ADMISIBLES

$$0.9 \cdot I_z = I_d$$

Línea bomba centrífuga anillo exterior BC1

$$I_{LBC1+25\%} = 47.33_{-31.78} A$$
$$I_{zBC1} = \frac{I_{LBC1+25\%}}{0.9} = \frac{47.33 A}{0.9} = 52.58 A$$

Línea bomba centrífuga anillo central BC2

$$I_{LBC2+25\%} = 71.52_{-28.35} A$$
$$I_{zBC2} = \frac{I_{LBC2+25\%}}{0.9} = \frac{71.52 A}{0.9} = 79.47 A$$

Línea bomba centrífuga anillo interior BC3

$$I_{LBC3+25\%} = 55.51_{-30.68} A$$
$$I_{zBC3} = \frac{I_{LBC3+25\%}}{0.9} = \frac{55.51 A}{0.9} = 61.68 A$$

Línea bomba centrífuga depurador_1 BC4

$$I_{LBC4+25\%} = 15.44_{-36.87} A$$
$$I_{zBC4} = \frac{I_{LBC4+25\%}}{0.9} = \frac{15.44 A}{0.9} = 17.15 A$$

Línea bomba centrífuga depurador_2 BC5

$$I_{LBC5+25\%} = 15.44_{-36.87} A$$
$$I_{zBC5} = \frac{I_{LBC5+25\%}}{0.9} = \frac{15.44 A}{0.9} = 17.15 A$$

Línea posterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6bis1

$$I_{L BC6bis1+5\%} = 21.875 A$$
$$I_{zBC6bis1} = \frac{I_{L BC6bis1+5\%}}{0.9} = \frac{21.875 A}{0.9} = 24.31 A$$

Línea posterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6bis2

$$I_{L BC6bis2+5\%} = 20.78 A$$
$$I_{zBC6bis2} = \frac{I_{L BC6bis2+5\%}}{0.9} = \frac{21.875 A}{0.9} = 23.09 A$$

Línea posterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6bis3

$$I_{L BC6bis3+5\%} = 20.78 A$$
$$I_{zBC6bis3} = \frac{I_{L BC6bis2+5\%}}{0.9} = \frac{21.875 A}{0.9} = 23.09 A$$

Línea anterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6

$$I_{L BC6+5\%} = 2.31_{-0.00} A$$
$$I_{zBC6} = \frac{I_{L BC6+5\%}}{0.9} = \frac{2.31 A}{0.9} = 2.56 A$$

Línea posterior al transformador rectificador de focos BC7bis1

$$I_{L BC7bis1+5\%} = 14 A$$
$$I_{zBC7bis1} = \frac{I_{L BC7bis1+5\%}}{0.9} = \frac{14 A}{0.9} = 15.56 A$$

Línea posterior al transformador rectificador de focos BC7bis2

$$I_{L BC7bis2+5\%} = 13.3 A$$
$$I_{zBC7bis2} = \frac{I_{L BC7bis1+5\%}}{0.9} = \frac{13.3 A}{0.9} = 14.78 A$$

Línea posterior al transformador rectificador de focos BC7bis3

$$I_{L BC7bis3+5\%} = 13.3 A$$
$$I_{zBC7bis3} = \frac{I_{L BC7bis3+5\%}}{0.9} = \frac{13.3 A}{0.9} = 14.78 A$$

Línea anterior al transformador rectificador de focos BC7

$$I_{L BC7+5\%} = 1.48_{-0.00} A$$
$$I_{zBC7} = \frac{I_{L BC7+5\%}}{0.9} = \frac{1.48 A}{0.9} = 1.65 A$$

Línea bombas anillos L3

$$I_{L3} = 153.74_{-29.87} A$$
$$I_{zL3} = \frac{I_{L3}}{0.9} = \frac{153.74 A}{0.9} = 170.82 A$$

Línea bombas depuración L2

$$I_{L2} = 27.79_{-36.87} A$$
$$I_{zL2} = \frac{I_{L2}}{0.9} = \frac{27.79 A}{0.9} = 30.87 A$$

Línea general L1

$$I_{L1} = 181.39_{-30.19} A$$
$$I_{zL1} = \frac{I_{L1}}{0.9} = \frac{181.39 A}{0.9} = 201.54 A$$

4.4.2.1.3 TIPO DE CONDUCTOR SEGÚN INTENSIDADES ADMISIBLE

| Intensidades admisibles (tabla reducida) | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--------|--------|--------|---------------|---------------|---------------|--------|---------------|---------------|------------------|-----|
| A | | Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | | | | |
| A2 | | Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | | | | | |
| B | | Conductores aislados en tubos ² , en montajes superficiales o empotrados en obra | | | | 3x PVC | 2x PVC | | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | |
| B2 | | Cables multiconductores en tubos ² en montaje superficial o empotrados en obra | | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | | 2x XLPE o EPR | | | |
| C | | Cables multiconductores directamente sobre muro ³ | | | | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | | |
| E | | Cables multiconductores al aire libre ⁴ . Distancia al muro no inferior a 0,3 D ₂ ¹⁵ | | | | | | 3x PVC | | 2x PVC | 3x XLPE o EPR | 2x XLPE o EPR | |
| F | | Cables unipolares en contacto mutuo ⁴ . Distancia al muro no inferior a 0,3 D ₂ ¹⁵ | | | | | | | 3x PVC | | | 3x XLPE o EPR(1) | |
| G | | Cables unipolares separados un mínimo de D ₂ ¹⁵ | | | | | | | | | 3x PVC(1) | 3x XLPE o EPR | |
| | | mm ² | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Cobre | | 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | - | 18 | 21 | 24 | - |
| | | 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | - | 25 | 29 | 33 | - |
| | | 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | - | 34 | 38 | 45 | - |
| | | 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | - | 44 | 49 | 57 | - |
| | | 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | - | 60 | 68 | 76 | - |
| | | 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | - | 80 | 91 | 105 | - |
| | | 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 96 | 106 | 116 | 123 | 166 |
| | | 35 | | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 131 | 144 | 154 | 206 |
| | | 50 | | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 159 | 175 | 188 | 250 |
| | | 70 | | | | 149 | 160 | 171 | 188 | 202 | 224 | 244 | 321 |
| | | 95 | | | | 180 | 194 | 207 | 230 | 245 | 271 | 296 | 391 |
| | | 120 | | | | 208 | 225 | 240 | 267 | 284 | 314 | 348 | 455 |
| | | 150 | | | | 236 | 260 | 278 | 310 | 338 | 363 | 404 | 525 |
| | | 185 | | | | 268 | 297 | 317 | 354 | 386 | 415 | 464 | 601 |
| | | 240 | | | | 315 | 350 | 374 | 419 | 455 | 490 | 552 | 711 |
| | | 300 | | | | 360 | 404 | 423 | 484 | 524 | 565 | 640 | 821 |

Cables libres de halógenos RZ1-K

Línea bomba centrífuga anillo exterior BC1

Clase C: cable multiconductor directo muro 3xPVC; $I_z = 66 \text{ A}$; 16 mm^2

Línea bomba centrífuga anillo central BC2

Clase C: cable multiconductor directo muro 3xPVC; $I_z = 84 \text{ A}$; 25 mm^2

Línea bomba centrífuga anillo interior BC3

Clase C: cable multiconductor directo muro 3xPVC; $I_z = 66 \text{ A}$; 16 mm^2

Línea bomba centrífuga depurador_1 BC4

Clase C: cable multiconductor directo muro 3xPVC; $I_z = 21 \text{ A}$; 2.5 mm^2

Línea bomba centrífuga depurador_2 BC5

Clase C: cable multiconductor directo muro 3xPVC; $I_z = 21 \text{ A}$; 2.5 mm^2

Línea anterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6bis1

Clase C: cable multiconductor directo muro 2xPVC; $I_z = 30 \text{ A}$; 4 mm^2

Línea anterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6bis2

Clase C: cable multiconductor directo muro 2xPVC; $I_z = 30 \text{ A}$; 4 mm^2

Línea anterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6bis3

Clase C: cable multiconductor directo muro 2xPVC; $I_z = 30 \text{ A}$; 4 mm^2

Línea posterior al transformador rectificador de electroválvulas dobles BC6

Clase C: cable multiconductor directo muro 3xPVC; $I_z = 15 \text{ A}$; 1.5 mm^2

Línea anterior al transformador rectificador de focos BC7bis1

Clase C: cable multiconductor directo muro 2xPVC; $I_z = 30 \text{ A}$; 4 mm^2

Línea anterior al transformador rectificador de focos BC7bis2

Clase C: cable multiconductor directo muro 2xPVC; $I_z = 30 \text{ A}$; 4 mm^2

Línea anterior al transformador rectificador de focos BC7bis3

Clase C: cable multiconductor directo muro 2xPVC; $I_z = 30 \text{ A}$; 4 mm^2

Línea posterior al transformador rectificador de focos BC7

Clase C: cable multiconductor directo muro 3xPVC; $I_z = 15 \text{ A}$; 1.5 mm^2

Línea bombas anillos L3

Clase C: cable multiconductor directo muro 3xPVC; $I_z = 194 \text{ A}$; 95 mm^2

Línea bombas depuración L2

Clase C: cable multiconductor directo muro 3xPVC; $I_z = 36 \text{ A}$; 6 mm^2

Línea general L1

Clase C: cable multiconductor directo muro 3xPVC; $I_z = 225 \text{ A}$; 120 mm^2

Línea de electroválvulas de 24 V DC en contacto con agua BC6 bis

Cable 2xH07RN – F en contacto con el agua; $I_z = 1.1 \text{ A}$; 4 mm^2

Línea de focos de 24 V DC en contacto con agua BC7 bis

Cable 2xH07RN – F en contacto con el agua ; $I_z = 0.7 \text{ A}$; 4 mm^2

4.4.2.1.4 COMPROBACIÓN SEGÚN LA CAIDA DE POTENCIAL

$$\text{Resistividad del cobre a temperatura más desfavorable} = 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}}$$

$$\text{Trifásica } \varepsilon = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \varphi \rho \cdot l}{U S}; \quad \text{Monofásica } \varepsilon = \frac{100 \cdot I \cdot \cos \varphi \rho \cdot 2 \cdot l}{U S}$$

$$\varepsilon_{LBC1} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 47.33 \text{ A} \cdot \cos 31.78 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 16\text{mm}^2} = 0.1259$$

$$\varepsilon_{LBC2} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 71.52 \text{ A} \cdot \cos 28.35 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 25\text{mm}^2} = 0.1261$$

$$\varepsilon_{LBC3} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 55.51 \text{ A} \cdot \cos 30.68 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 16\text{mm}^2} = 0.1494$$

$$\varepsilon_{L3} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 153.74 \text{ A} \cdot \cos 29.87 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 10\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 95 \text{ mm}^2} = 0.1406$$

$$\varepsilon_{L1} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 181.39 \text{ A} \cdot \cos 30.19 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 10\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 120 \text{ mm}^2} = 0.1309$$

Bombas anillos 0.6729 < 5 CUMPLE

$$\varepsilon_{LBC4} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 15.44 \text{ A} \cdot \cos 36.87 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 2.5\text{mm}^2} = 0.2474$$

$$\varepsilon_{LBC5} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 15.44 \text{ A} \cdot \cos 36.87 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 2.5\text{mm}^2} = 0.2474$$

$$\varepsilon_{L2} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 27.79 \text{ A} \cdot \cos 36.87 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 10\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 6 \text{ mm}^2} = 0.3712$$

$$\varepsilon_{L1} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 181.39 \text{ A} \cdot \cos 30.19 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 10\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 120 \text{ mm}^2} = 0.1309$$

Bombas depuradores 0.9969 < 5 CUMPLE

$$\varepsilon_{LBC6} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 2.31 \text{ A} \cdot \cos 0 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 1.5\text{mm}^2} = 0.0771$$

$$\varepsilon_{LBC6 \text{ bis}1} = \frac{100 \cdot 1.1 \text{ A} \cdot \cos 0 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 2 \cdot 1\text{m}}{24 \text{ V} \cdot 4\text{mm}^2} = 0.0504$$

$$\varepsilon_{LBC6 \text{ bis}1\text{agua}} = \frac{100 \cdot 1.1 \text{ A} \cdot \cos 0 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 2 \cdot 80\text{m}}{24 \text{ V} \cdot 4\text{mm}^2} = 4.0296$$

$$\varepsilon_{L1} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 181.39 \text{ A} \cdot \cos 30.19 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 10\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 120 \text{mm}^2} = 0.1309$$

Electroválvulas 4.2880 < 5 CUMPLE

$$\varepsilon_{LBC7} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 1.48 \text{ A} \cdot \cos 0 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 1.5\text{mm}^2} = 0.0494$$

$$\varepsilon_{LBC7 \text{ bis}1\text{agua}} = \frac{100 \cdot 0.7 \text{ A} \cdot \cos 0 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 2 \cdot 1\text{m}}{24 \text{ V} \cdot 4 \text{mm}^2} = 0.0320$$

$$\varepsilon_{LBC7 \text{ bis}1\text{agua}} = \frac{100 \cdot 0.7 \text{ A} \cdot \cos 0 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 2 \cdot 80\text{m}}{24 \text{ V} \cdot 4\text{mm}^2} = 2.5642$$

$$\varepsilon_{L1} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 181.39 \text{ A} \cdot \cos 30.19 \cdot 0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 10\text{m}}{380 \text{ V} \cdot 120 \text{mm}^2} = 0.1309$$

Iluminación 2.7765 < 3 CUMPLE

4.4.2.2 DIMENSIONAMIENTO APARATOS DE MANIOBRA

4.4.2.2.1 INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Corriente de cortocircuito en el Trafo

$$R_{CC} = \frac{\varepsilon_{RCC} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} = 0.01 \cdot \frac{380^2 V^2}{200000 VA} = 0.00722 \Omega = 7.220 m\Omega$$

$$X_{CC} = \frac{\varepsilon_{XCC} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} = 0.03 \cdot \frac{380^2 V^2}{200000 VA} = 0.02166 \Omega = j21.660 m\Omega$$

$$Z_{CC} = \sqrt{R_{CC}^2 + X_{CC}^2} = \sqrt{(7.220 m\Omega)^2 + (21.660 m\Omega)^2} = 22.831 m\Omega$$

$$I''_{kTrafo} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 V}{\sqrt{3} \cdot 0.022831} = 9609.16 A = 9.60 kA$$

Corriente de cortocircuito en Acometida

$$R_{AC} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 80 m}{1 \cdot 185 mm^2} = 0.0095 = 9.5 m\Omega$$

$$X_{AC} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{m\Omega}{m} \cdot 80 m}{1} = j6.400 m\Omega$$

$$R_{total AC} = R_{CC} + R_{AC} = 7.220 m\Omega + 9.5 m\Omega = 16.720 m\Omega$$

$$X_{total AC} = X_{CC} + X_{AC} = j21.660 m\Omega + j6.400 m\Omega = j28.060 m\Omega$$

$$Z_{total AC} = \sqrt{R_{total AC}^2 + X_{total AC}^2} = \sqrt{(16.720 m\Omega)^2 + (28.060 m\Omega)^2} = 32.66 m\Omega$$

$$I''_{kAC} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 V}{\sqrt{3} \cdot 0.0326} = 6716.71 A = 6.71 kA$$

Corriente de cortocircuito en Línea 1

$$R_{L1} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 10 m}{1 \cdot 120 mm^2} = 0.0018 = 1.8 m\Omega$$

$$X_{L1} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{m\Omega}{m} \cdot 10 m}{1} = j0.8 m\Omega$$

$$R_{total L1} = R_{total AC} + R_{L1} = 16.720m\Omega + 1.8m\Omega = 18.520 m\Omega$$

$$X_{total L1} = X_{total AC} + X_{L1} = j28.060m\Omega + j0.800m\Omega = j28.860m\Omega$$

$$Z_{total L1} = \sqrt{R_{total L1}^2 + X_{total L1}^2} = \sqrt{(18.520m\Omega)^2 + (28.860m\Omega)^2} = 34.29m\Omega$$

$$I''_{kL1} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 V}{\sqrt{3} \cdot 0.0343} = 6396.30 A = 6.39 kA$$

Corriente de cortocircuito en Línea 2

$$R_{L2} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 10 m}{1 \cdot 6 mm^2} = 0.0366 = 36.6 m\Omega$$

$$X_{L2} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{m\Omega}{m} \cdot 10 m}{1} = j0.8 m\Omega$$

$$R_{total L2} = R_{total L1} + R_{L2} = 18.520m\Omega + 36.6m\Omega = 55.120 m\Omega$$

$$X_{total L2} = X_{total L1} + X_{L2} = j28.860m\Omega + j0.800m\Omega = j29.660m\Omega$$

$$Z_{total L2} = \sqrt{R_{total L2}^2 + X_{total L2}^2} = \sqrt{(55.120m\Omega)^2 + (29.660m\Omega)^2} = 62.59m\Omega$$

$$I''_{kL2} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 V}{\sqrt{3} \cdot 0.0626} = 3505.05 A = 3.50 kA$$

Corriente de cortocircuito en Línea 3

$$R_{L3} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 10 m}{1 \cdot 95 mm^2} = 0.0023 = 2.3 m\Omega$$

$$X_{L3} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{m\Omega}{m} \cdot 10 m}{1} = j0.8 m\Omega$$

$$R_{total L3} = R_{total L1} + R_{L3} = 18.520m\Omega + 2.3m\Omega = 20.820 m\Omega$$

$$X_{total L3} = X_{total L1} + X_{L3} = j28.860m\Omega + j0.800m\Omega = j29.660m\Omega$$

$$Z_{total L3} = \sqrt{R_{total L3}^2 + X_{total L3}^2} = \sqrt{(20.820m\Omega)^2 + (29.660m\Omega)^2} = 36.23m\Omega$$

$$I''_{kL3} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 V}{\sqrt{3} \cdot 0.0362} = 6054.23 A = 6.05 kA$$

Corriente de cortocircuito en Línea bomba centrífuga anillo exterior

$$R_{LBC1} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 5 m}{1 \cdot 16 mm^2} = 0.0069 = 6.9 m\Omega$$

$$X_{LBC1} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{m\Omega}{m} \cdot 5 m}{1} = j0.4 m\Omega$$

$$R_{total LBC1} = R_{total L3} + R_{LBC1} = 20.820m\Omega + 6.9m\Omega = 27.720 m\Omega$$

$$X_{total LBC1} = X_{total L3} + X_{LBC1} = j29.660m\Omega + j0.400m\Omega = j30.060m\Omega$$

$$Z_{total LBC1} = \sqrt{R_{total LBC1}^2 + X_{total LBC1}^2} = \sqrt{(27.720m\Omega)^2 + (30.060m\Omega)^2} = 40.89m\Omega$$

$$I''_{kLBC1} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 V}{\sqrt{3} \cdot 0.0409} = 5365.43 A = 5.36 kA$$

Corriente de cortocircuito en Línea bomba centrífuga anillo central

$$R_{LBC2} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 5 m}{1 \cdot 25 mm^2} = 0.0044 = 4.4 m\Omega$$

$$X_{LBC2} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{m\Omega}{m} \cdot 5 m}{1} = j0.4 m\Omega$$

$$R_{total LBC2} = R_{total L3} + R_{LBC2} = 27.720m\Omega + 4.4m\Omega = 32.12 m\Omega$$

$$X_{total LBC2} = X_{total L3} + X_{LBC2} = j30.060m\Omega + j0.400m\Omega = j30.460m\Omega$$

$$Z_{total LBC2} = \sqrt{R_{total LBC2}^2 + X_{total LBC2}^2} = \sqrt{(32.12m\Omega)^2 + (30.460m\Omega)^2} = 44.27m\Omega$$

$$I''_{kLBC2} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 V}{\sqrt{3} \cdot 0.0443} = 4956.21 A = 4.95 kA$$

Corriente de cortocircuito en Línea bomba centrífuga anillo interior

$$R_{LBC3} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5 \text{ m}}{1 \cdot 16 \text{ mm}^2} = 0.0069 = 6.9 \text{ m}\Omega$$

$$X_{LBC3} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} \cdot 5 \text{ m}}{1} = j0.4 \text{ m}\Omega$$

$$R_{total LBC3} = R_{total L3} + R_{LBC3} = 20.820 \text{ m}\Omega + 6.9 \text{ m}\Omega = 27.720 \text{ m}\Omega$$

$$X_{total LBC3} = X_{total L3} + X_{LBC3} = j29.660 \text{ m}\Omega + j0.400 \text{ m}\Omega = j30.060 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{total LBC3} = \sqrt{R_{total LBC3}^2 + X_{total LBC3}^2} = \sqrt{(27.720 \text{ m}\Omega)^2 + (30.060 \text{ m}\Omega)^2} = 40.89 \text{ m}\Omega$$

$$I''_{k LBC3} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 0.0409} = 5365.43 \text{ A} = 5.36 \text{ kA}$$

Corriente de cortocircuito en Línea bomba depuradora_1

$$R_{LBC4} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5 \text{ m}}{1 \cdot 2.5 \text{ mm}^2} = 0.04396 = 43.96 \text{ m}\Omega$$

$$X_{LBC4} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} \cdot 5 \text{ m}}{1} = j0.4 \text{ m}\Omega$$

$$R_{total LBC4} = R_{total L2} + R_{LBC4} = 55.120 \text{ m}\Omega + 43.96 \text{ m}\Omega = 99.080 \text{ m}\Omega$$

$$X_{total LBC4} = X_{total L2} + X_{LBC4} = j29.660 \text{ m}\Omega + j0.400 \text{ m}\Omega = j30.060 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{total LBC4} = \sqrt{R_{total LBC4}^2 + X_{total LBC4}^2} = \sqrt{(99.080 \text{ m}\Omega)^2 + (30.060 \text{ m}\Omega)^2} = 103.54 \text{ m}\Omega$$

$$I''_{k LBC4} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 0.1035} = 2118.93 \text{ A} = 2.19 \text{ kA}$$

Corriente de cortocircuito en Línea bomba depuradora_2

$$R_{LBC5} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5 \text{ m}}{1 \cdot 2.5 \text{ mm}^2} = 0.04396 = 43.96 \text{ m}\Omega$$

$$X_{LBC5} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} \cdot 5 \text{ m}}{1} = j0.4 \text{ m}\Omega$$

$$R_{total LBC5} = R_{total L2} + R_{LBC5} = 55.120 \text{ m}\Omega + 43.96 \text{ m}\Omega = 99.080 \text{ m}\Omega$$

$$X_{total LBC5} = X_{total L2} + X_{LBC5} = j29.660 \text{ m}\Omega + j0.400 \text{ m}\Omega = j30.060 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{total LBC5} = \sqrt{R_{total LBC5}^2 + X_{total LBC5}^2} = \sqrt{(99.080 \text{ m}\Omega)^2 + (30.060 \text{ m}\Omega)^2} = 103.54 \text{ m}\Omega$$

$$I''_{k LBC5} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 0.1035} = 2118.93 \text{ A} = 2.19 \text{ kA}$$

Corriente de cortocircuito en Línea electroválvulas (antes de transformador).

$$R_{LBC6} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 5 \text{ m}}{1 \cdot 1.5 \text{ mm}^2} = 0.04396 = 43.96 \text{ m}\Omega$$

$$X_{LBC6} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{\text{m}\Omega}{\text{m}} \cdot 5 \text{ m}}{1} = j0.4 \text{ m}\Omega$$

$$R_{LBC6 \text{ bis}} = \frac{\rho \cdot 2 \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot 2 \cdot 1 \text{ m}}{1 \cdot 4 \text{ mm}^2} = 0.01099 \Omega = 10.99 \text{ m}\Omega$$

$$R_{total LBC6} = R_{total L1} + R_{LBC6} + R_{LBC6 \text{ bis}} = 18.52 \text{ m}\Omega + 43.96 \text{ m}\Omega + 10.99 \text{ m}\Omega = 73.47 \text{ m}\Omega$$

$$X_{total LBC6} = X_{total L1} + X_{LBC6} = j28.860 \text{ m}\Omega + j0.400 \text{ m}\Omega = j29.260 \text{ m}\Omega$$

$$Z_{total LBC6} = \sqrt{R_{total LBC6}^2 + X_{total LBC6}^2} = \sqrt{(73.47 \text{ m}\Omega)^2 + (29.260 \text{ m}\Omega)^2} = 79.08 \text{ m}\Omega$$

$$I''_{k LBC6} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 \text{ V}}{\sqrt{3} \cdot 0.07908} = 2774.32 \text{ A} = 2.77 \text{ kA}$$

Corriente de cortocircuito en Línea iluminación (antes de transformador)

$$R_{LBC7} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 5 m}{1 \cdot 1.5 mm^2} = 0.04396 = 43.96 m\Omega$$

$$X_{LBC7} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{m\Omega}{m} \cdot 5 m}{1} = j0.4 m\Omega$$

$$R_{LBC7 bis} = \frac{\rho \cdot 2 \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 2 \cdot 1 m}{1 \cdot 4 mm^2} = 0.01099 \Omega = 10.99 m\Omega$$

$$R_{total LBC7} = R_{total L1} + R_{LBC7} + R_{LBC7 bis} = 18.52m\Omega + 43.96m\Omega + 10.99m\Omega = 73.47m\Omega$$

$$X_{total LBC7} = X_{total L1} + X_{LBC7} = j28.860m\Omega + j0.400m\Omega = j29.260m\Omega$$

$$Z_{total LBC7} = \sqrt{R_{total LBC7}^2 + X_{total LBC7}^2} = \sqrt{(73.47m\Omega)^2 + (29.260m\Omega)^2} = 79.08m\Omega$$

$$I''_{k LBC7} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z} = \frac{380 V}{\sqrt{3} \cdot 0.07908} = 2774.32 A = 2.77 kA$$

Corriente de cortocircuito en el transformador rectificador 5000W electroválvulas $\varepsilon_{RCC} = 4\%$

$$R_{CC} = \frac{\varepsilon_{RCC} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} = 0.04 \cdot \frac{380^2 V^2}{200000 VA} = 0.004608 \Omega = 4.608m\Omega$$

$$I''_{k transformador rectificador} = \frac{U_n}{R} = \frac{24 V}{0.004608 \Omega} = 5208.33 A = 5.21 kA$$

Corriente de cortocircuito en Línea electroválvulas (después transformador LBC6bis1).

$$R_{LBC6 bis1} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 1 m}{1 \cdot 4 mm^2} = 0.0055 \Omega = 5.495 m\Omega$$

$$R_{total LBC6 bis1} = R_{CC} + R_{LBC6 bis1} = 4.608m\Omega + 5.495 m\Omega = 10.103 m\Omega$$

$$I''_{k LBC6 bis1} = \frac{U_n}{R} = \frac{24 V}{0.010103 \Omega} = 2375.53 A = 2.38 kA$$

Corriente de cortocircuito en Línea electroválvulas (después transformador LBC6bis1agua).

$$R_{LBC6\ bis1\ agua} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 80\ m}{1 \cdot 4\ mm^2} = 0.4396\ \Omega$$

$$R_{total\ LBC6\ bis1\ agua} = R_{LBC6\ bis1} + R_{LBC6\ bis1\ agua} = 10.103\ m\Omega + 0.4396\ \Omega = 0.449703\ \Omega$$

$$I''_{kLBC6bis1\ agua} = \frac{U_n}{R} = \frac{24\ V}{0.449703\ \Omega} = 53.36\ A$$

Corriente de cortocircuito en el transformador rectificador 5000W de focos $\varepsilon_{Rcc} = 4\%$

$$R_{cc} = \frac{\varepsilon_{Rcc} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} = 0.04 \cdot \frac{380^2 V^2}{200000\ VA} = 0.004608\ \Omega = 4.608\ m\Omega$$

$$I''_{ktransformador\ rectificador} = \frac{U_n}{R} = \frac{24\ V}{0.004608\ \Omega} = 5208.33\ A = 5.21\ kA$$

Corriente de cortocircuito en Línea focos (después transformador LBC7bis1).

$$R_{LBC7\ bis1} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 1\ m}{1 \cdot 2.5\ mm^2} = 0.0088\ \Omega = 8.792\ m\Omega$$

$$R_{total\ LBC7\ bis1} = R_{cc} + R_{LBC7\ bis1} = 4.608\ m\Omega + 5.495\ m\Omega = 10.103\ m\Omega$$

$$I''_{kLBC7bis1} = \frac{U_n}{R} = \frac{24\ V}{0.010103\ \Omega} = 2375.53\ A = 2.38\ kA$$

Corriente de cortocircuito en Línea electroválvulas (después transformador LBC7bis1agua).

$$R_{LBC7\ bis1\ agua} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 80\ m}{1 \cdot 4\ mm^2} = 0.4396\ \Omega$$

$$R_{total\ LBC7\ bis1\ agua} = R_{LBC7\ bis1} + R_{LBC7\ bis1\ agua} = 10.103\ m\Omega + 0.4396\ \Omega = 0.449703\ \Omega$$

$$I''_{kLBC7bis1\ agua} = \frac{U_n}{R} = \frac{24\ V}{0.449703\ \Omega} = 53.36\ A$$

4.4.2.2.2 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS Y MAGNETOTÉRMICOS

SENTRON 3VA - Interruptores de Caja Moldeada

Datos de pedido



4P 4R, N protegido



| In (A) | Relé | > | >> | 25 kA | 36 kA | 55 kA |
|--------|--------|------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 16 | TM240 | 11...16 | 165...320 | 3VA1196-3GF46-0AA0 | 3VA1196-4GF46-0AA0 | 3VA1196-5GF46-0AA0 |
| 20 | TM240 | 14...20 | 165...320 | 3VA1120-3GF46-0AA0 | 3VA1120-4GF46-0AA0 | 3VA1120-5GF46-0AA0 |
| 25 | TM240 | 18...25 | 165...320 | 3VA1125-3GF46-0AA0 | 3VA1125-4GF46-0AA0 | 3VA1125-5GF46-0AA0 |
| 32 | TM240 | 22...32 | 165...320 | 3VA1132-3GF46-0AA0 | 3VA1132-4GF46-0AA0 | 3VA1132-5GF46-0AA0 |
| 40 | TM240 | 28...40 | 200...400 | 3VA1140-3GF46-0AA0 | 3VA1140-4GF46-0AA0 | 3VA1140-5GF46-0AA0 |
| 50 | TM240 | 35...50 | 250...500 | 3VA1150-3GF46-0AA0 | 3VA1150-4GF46-0AA0 | 3VA1150-5GF46-0AA0 |
| 63 | TM240 | 44...63 | 315...630 | 3VA1163-3GF46-0AA0 | 3VA1163-4GF46-0AA0 | 3VA1163-5GF46-0AA0 |
| 80 | TM240 | 56...80 | 400...800 | 3VA1180-3GF46-0AA0 | 3VA1180-4GF46-0AA0 | 3VA1180-5GF46-0AA0 |
| 100 | TM240 | 70...100 | 500...1000 | 3VA1110-3GF46-0AA0 | 3VA1110-4GF46-0AA0 | 3VA1110-5GF46-0AA0 |
| 125 | TM240 | 88...125 | 625...1250 | 3VA1112-3GF46-0AA0 | 3VA1112-4GF46-0AA0 | 3VA1112-5GF46-0AA0 |
| 160 | TM240 | 112...160 | 800...1600 | 3VA1116-3GF46-0AA0 | 3VA1116-4GF46-0AA0 | 3VA1116-5GF46-0AA0 |
| 200 | TM240 | 140...200 | 1000...2000 | - | 3VA1220-4GF42-0AA0 | 3VA1220-5GF42-0AA0 |
| 250 | TM240 | 175...250 | 1250...2500 | - | 3VA1225-4GF42-0AA0 | 3VA1225-5GF42-0AA0 |
| 320 | TM240 | 220...320 | 1600...3200 | - | 3VA1332-4GF42-0AA0 | 3VA1332-5GF42-0AA0 |
| 400 | TM240 | 280...400 | 2000...4000 | - | 3VA1340-4GF42-0AA0 | 3VA1340-5GF42-0AA0 |
| 500 | TM240 | 350...500 | 2500...5000 | - | 3VA1450-4GF42-0AA0 | 3VA1450-5GF42-0AA0 |
| 630 | TM240 | 440...630 | 2520...5040 | - | 3VA1463-4GF42-0AA0 | 3VA1463-5GF42-0AA0 |
| 800 | ETU320 | 320...800 | 1200...8000 | - | - | 3VA2580-5HL42-0AA0 |
| 1000 | ETU320 | 400...1000 | 1500...10000 | - | - | 3VA2510-5HL42-0AA0 |
| 1250 | ETU320 | 500...1250 | 1875...18750 | - | - | 3VA2712-5AB13-0AA0 |
| 1600 | ETU320 | 640...1600 | 2400...24000 | - | - | 3VA2716-5AB13-0AA0 |

3VA1

3VA2

Poder de corte > I_{cc} max

$$I_d < I_n < I_z$$

Corriente de cortocircuito en Acometida

$$I''_{kCC} = 9.60 \text{ kA} < 36 \text{ kA}$$

$$303 \text{ A} < 320 \text{ A} < 354 \text{ A}$$

Interruptor automático SIEMENS SENTRON 3VA1332

Corriente de cortocircuito en Línea 1

$$I''_{kAC} = 6.71 \text{ kA} < 36 \text{ kA}$$

$$181 \text{ A} < 200 \text{ A} < 225 \text{ A}$$

Interruptor automático SIEMENS SENTRON 3VA1220

Corriente de cortocircuito en Línea 2

$$I''_{kL1} = 6.39 \text{ kA} < 25 \text{ kA}$$

$$27 \text{ A} < 32 \text{ A} < 36 \text{ A}$$

Interruptor automático SIEMENS SENTRON 3VA1132







Corriente de cortocircuito en Línea 3

$$I''_{kL1} = 6.39 \text{ kA} < 25 \text{ kA}$$





$$153 \text{ A} < 160 \text{ A} < 194 \text{ A}$$

Interruptor automático SIEMENS SENTRON 3VA1116

Interrupedores Automáticos 5SL6 (6/6 kA)


| N° Polos >>> | | | 1P | 1P+N | 2P | 3P | 3P+N | 4P |
|--------------|-----------|-------|---|---|---|--|---|---|
| | | |  |  |  |  |  |  |
| In (A) | Pdc (kA*) | Curva | Referencia | Referencia | Referencia | Referencia | Referencia | Referencia |
| 6 | 6/6 | C | 5SL6106-7 | 5SL6506-7 | 5SL6206-7 | 5SL6306-7 | 5SL6606-7 | 5SL6406-7 |
| 10 | 6/6 | C | 5SL6110-7 | 5SL6510-7 | 5SL6210-7 | 5SL6310-7 | 5SL6610-7 | 5SL6410-7 |
| 16 | 6/6 | C | 5SL6116-7 | 5SL6516-7 | 5SL6216-7 | 5SL6316-7 | 5SL6616-7 | 5SL6416-7 |
| 20 | 6/6 | C | 5SL6120-7 | 5SL6520-7 | 5SL6220-7 | 5SL6320-7 | 5SL6620-7 | 5SL6420-7 |
| 25 | 6/6 | C | 5SL6125-7 | 5SL6525-7 | 5SL6225-7 | 5SL6325-7 | 5SL6625-7 | 5SL6425-7 |
| 32 | 6/6 | C | 5SL6132-7 | 5SL6532-7 | 5SL6232-7 | 5SL6332-7 | 5SL6632-7 | 5SL6432-7 |
| 40 | 6/6 | C | 5SL6140-7 | 5SL6540-7 | 5SL6240-7 | 5SL6340-7 | 5SL6640-7 | 5SL6440-7 |
| 50 | 6/6 | C | 5SL6150-7 | 5SL6550-7 | 5SL6250-7 | 5SL6350-7 | 5SL6650-7 | 5SL6450-7 |
| 63 | 6/6 | C | 5SL6163-7 | 5SL6563-7 | 5SL6263-7 | 5SL6363-7 | 5SL6663-7 | 5SL6463-7 |

Interrupedores Automáticos 5SL4 (10/10 kA)

| N° Polos >>> | | | 1P | 1P+N | 2P | 3P | 3P+N | 4P |
|--------------|-----------|-------|--|--|--|---|--|--|
| | | |  |  |  |  |  |  |
| In (A) | Pdc (kA*) | Curva | Referencia | Referencia | Referencia | Referencia | Referencia | Referencia |
| 6 | 10/10 | C | 5SL4106-7 | 5SL4506-7 | 5SL4206-7 | 5SL4306-7 | 5SL4606-7 | 5SL4406-7 |
| 10 | 10/10 | C | 5SL4110-7 | 5SL4510-7 | 5SL4210-7 | 5SL4310-7 | 5SL4610-7 | 5SL4410-7 |
| 16 | 10/10 | C | 5SL4116-7 | 5SL4516-7 | 5SL4216-7 | 5SL4316-7 | 5SL4616-7 | 5SL4416-7 |
| 20 | 10/10 | C | 5SL4120-7 | 5SL4520-7 | 5SL4220-7 | 5SL4320-7 | 5SL4620-7 | 5SL4420-7 |
| 25 | 10/10 | C | 5SL4125-7 | 5SL4525-7 | 5SL4225-7 | 5SL4325-7 | 5SL4625-7 | 5SL4425-7 |
| 32 | 10/10 | C | 5SL4132-7 | 5SL4532-7 | 5SL4232-7 | 5SL4332-7 | 5SL4632-7 | 5SL4432-7 |
| 40 | 10/10 | C | 5SL4140-7 | 5SL4540-7 | 5SL4240-7 | 5SL4340-7 | 5SL4640-7 | 5SL4440-7 |
| 50 | 10/10 | C | 5SL4150-7 | 5SL4550-7 | 5SL4250-7 | 5SL4350-7 | 5SL4650-7 | 5SL4450-7 |
| 63 | 10/10 | C | 5SL4163-7 | 5SL4563-7 | 5SL4263-7 | 5SL4363-7 | 5SL4663-7 | 5SL4463-7 |

Interrupedores Automáticos 5SP4 (10/10 kA)

| N° Polos >>> | | | 1P | 2P | 3P | 4P |
|--------------|-----------|-------|---|---|--|---|
| | | |  |  |  |  |
| In (A) | Pdc (kA*) | Curva | Referencia | Referencia | Referencia | Referencia |
| 80 | 10/10 | C | 5SP4180-7 | 5SP4280-7 | 5SP4380-7 | 5SP4480-7 |
| 100 | 10/10 | C | 5SP4191-7 | 5SP4291-7 | 5SP4391-7 | 5SP4491-7 |
| 125 | 10/10 | C | 5SP4192-7 | 5SP4292-7 | 5SP4392-7 | 5SP4492-7 |

| Interrupidores Diferenciales | | | | | | | |
|--|--------|-----------|---------------|-----------|---------------|--------|---------|
| 2 POLOS | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| Clase | In (A) | Idn (mA) | | | | | |
| | | 10 mA | 30 mA | 100 mA | 300 mA | 500 mA | 1000 mA |
| AC - Instantáneo No Accesorable ~ | 25 | - | 55V5312-0FB | - | - | - | - |
| | 40 | - | 55V5314-0FB | - | - | - | - |
| AC - Instantáneo ~ | 16 | 55V4111-0 | 55V4311-0 | - | - | - | - |
| | 25 | - | 55V4312-0 | 55V4412-0 | 55V4612-0 | - | - |
| | 40 | - | 55V4314-0 | 55V4414-0 | 55V4614-0 | - | - |
| | 63 | - | 55V4316-0 | 55V4416-0 | 55V4616-0 | - | - |
| | 80 | - | 55V4317-0 | 55V4417-0 | 55V4617-0 | - | - |
| A - Instantáneo ~ | 16 | 55V3111-6 | 55V3311-6 | - | - | - | - |
| | 25 | - | 55V3312-6 | 55V3412-6 | 55V3612-6 | - | - |
| | 40 | - | 55V3314-6 | 55V3414-6 | 55V3614-6 | - | - |
| | 63 | - | 55V3316-6 | 55V3416-6 | 55V3616-6 | - | - |
| | 80 | - | 55V3317-6 | 55V3417-6 | 55V3617-6 | - | - |
| A - Super Resistente ~ K | 16 | - | - | - | - | - | - |
| | 25 | - | 55V3312-6KK01 | - | 55V3612-6KK01 | - | - |
| | 40 | - | 55V3314-6KK01 | - | 55V3614-6KK01 | - | - |
| | 63 | - | 55V3316-6KK01 | - | 55V3616-6KK01 | - | - |
| | 80 | - | 55V3317-6KK01 | - | 55V3617-6KK01 | - | - |
| A - Selectivo ~ S | 16 | - | - | - | - | - | - |
| | 25 | - | - | - | 55V3612-8 | - | - |
| | 40 | - | - | - | 55V3614-8 | - | - |
| | 63 | - | - | 55V3416-8 | 55V3616-8 | - | - |
| | 80 | - | - | - | 55V3617-8 | - | - |
| A - SIGRES ~ SIGRES | 16 | - | 55V3311-6KK12 | - | - | - | - |
| | 25 | - | 55V3312-6KK12 | - | - | - | - |
| | 40 | - | 55V3314-6KK12 | - | - | - | - |
| | 63 | - | 55V3316-6KK12 | - | - | - | - |
| | 80 | - | - | - | - | - | - |
| B ~ | 16 | - | 55V3321-4 | - | 55V3621-4 | - | - |
| | 25 | - | 55V3322-4 | - | 55V3622-4 | - | - |
| | 40 | - | 55V3324-4 | - | 55V3624-4 | - | - |
| | 63 | - | 55V3326-4 | - | 55V3626-4 | - | - |
| | 80 | - | - | - | - | - | - |

Corriente de cortocircuito en Línea bomba centrífuga anillo exterior

$$I''_{kL3} = 6.05 \text{ kA} < 10 \text{ kA}$$

$$47 \text{ A} < 50 \text{ A} < 66 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL4350 – 7

Corriente de cortocircuito en Línea bomba centrífuga anillo central

$$I''_{kL3} = 6.05 \text{ kA} < 10 \text{ kA}$$

$$71 \text{ A} < 80 \text{ A} < 84 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SP4380 – 7

Corriente de cortocircuito en Línea bomba centrífuga anillo interior

$$I''_{kL3} = 6.05 \text{ kA} < 10 \text{ kA}$$

$$55 \text{ A} < 63 \text{ A} < 66 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL4363 – 7

Corriente de cortocircuito en Línea bomba depuradora_1

$$I''_{kL2} = 3.50 \text{ kA} < 6 \text{ kA}$$

$$15 \text{ A} < 16 \text{ A} < 21 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL6316 – 7

Corriente de cortocircuito en Línea bomba depuradora_2

$$I''_{kL2} = 3.50 \text{ kA} < 6 \text{ kA}$$

$$15 \text{ A} < 16 \text{ A} < 21 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL6316 – 7

Corriente de cortocircuito en Línea electroválvulas BC6bis1

$$I''_{kL1} = 5.21 \text{ kA} < 6 \text{ kA}$$

$$21.875 \text{ A} < 25 \text{ A} < 30 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL6225 – 7

Interruptor diferencial 2 polos SIEMENS de 30 mA clase B 5SV3322 – 4

Corriente de cortocircuito en Línea electroválvulas BC6bis2

$$I''_{kL1} = 5.21 \text{ kA} < 6 \text{ kA}$$

$$20.78 \text{ A} < 25 \text{ A} < 30 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL6225 – 7

Interruptor diferencial 2 polos SIEMENS de 30 mA clase B 5SV3322 – 4

Corriente de cortocircuito en Línea electroválvulas BC6bis3

$$I''_{kL1} = 5.21 \text{ kA} < 6 \text{ kA}$$

$$20.78 \text{ A} < 25 \text{ A} < 30 \text{ A}$$

Interruptormagnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL6225 – 7

Interruptor diferencial 2 polos SIEMENS de 30 mA clase B 5SV3322 – 4

Corriente de cortocircuito en Línea electroválvulas BC7bis1

$$I''_{kL1} = 5.21 \text{ kA} < 6 \text{ kA}$$

$$14 \text{ A} < 16 \text{ A} < 30 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL6216 – 7

Interruptor diferencial 2 polos SIEMENS de 30 mA clase B 5SV3321 – 4

Corriente de cortocircuito en Línea electroválvulas BC7bis2

$$I''_{kL1} = 5.21 \text{ kA} < 6 \text{ kA}$$

$$13.3 \text{ A} < 16 \text{ A} < 30 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL6216 – 7

Interruptor diferencial 2 polos SIEMENS de 30 mA clase B 5SV3321 – 4

Corriente de cortocircuito en Línea electroválvulas BC7bis3

$$I''_{kL1} = 5.21 \text{ kA} < 6 \text{ kA}$$

$$13.3 \text{ A} < 16 \text{ A} < 30 \text{ A}$$

Interruptor magnetotérmico SIEMENS SENTRON 5SL6216 – 7

Interruptor diferencial 2 polos SIEMENS de 30 mA clase B 5SV3321 – 4

4.4.2.3. TOMAS DE TIERRA

4.4.2.3.1 TOMA DE TIERRA DEL CUADRO GENERAL

Método de malla de tierra a 1 metro de profundidad.

Largo = 10 m; Ancho = 4 m; Profundidad = 1 m

Resistividad de terraplenes de caliza y arcilla = 500 $\Omega \cdot m$

Resistencia piel humana = 1000 Ω

Área = base \cdot altura = 10 m \cdot 4 m = 40 m²

$$r = \sqrt{\frac{\text{Area}}{\pi}} = \sqrt{\frac{40\text{m}^2}{\pi}} = 3.568 \text{ m}$$

L = Perímetro + profundidad = 10 m + 10 m + 4 m + 4 m + 1 m = 29 m

$$R_t = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L} = \frac{500 \Omega \cdot m}{4 \cdot 3.568 \text{ m}} + \frac{500 \Omega \cdot m}{29 \text{ m}} = 52.275 \Omega$$

Tensión de puesta a tierra

$$V_t = \frac{380 V}{\sqrt{3}} = 220 V$$

Intensidad de defecto

$$I_d = \frac{V_t}{R_t} = \frac{220 V}{52.275 \Omega} = 4.208 A$$

4.4.2.3.2 TOMA DE TIERRA DEL VASO DE LA FUENTE

Método de malla de tierra a 1 metro de profundidad.

$$Radio = 17 m; Profundidad = 1 m; V_t = 24 V$$

$$Resistividad de terraplenes de caliza y arcilla = 500 \Omega \cdot m$$

$$Resistencia piel humana = 1000 \Omega$$

$$L = 2 \cdot \pi \cdot r + profundidad = 2 \cdot \pi \cdot 17 m + 1 m = 107.814$$

$$R_t = \frac{\rho}{4 \cdot r} + \frac{\rho}{L} = \frac{500 \Omega \cdot m}{4 \cdot 17 m} + \frac{500 \Omega \cdot m}{107.814 m} = 11.990 \Omega$$

Intensidad de defecto

$$I_d = \frac{V_t}{R_t} = \frac{24 V}{11.99 \Omega} = 2.001 A$$

4.4.2.4 BATERÍA DE CONDENSADORES

4.4.2.4.1 POTENCIA CAPACITIVA

Línea general L1. Voltaje e intensidad de línea.

$$I_{L1} = 181.39_{-30.19} A; V = 380 V$$

$$\varphi_{inicial} = 30.19; \cos\varphi = 0.8643$$

$$f_{dt} \text{ recomendado} = 0.95$$

$$\varphi_{final} = \arccos 0.95 = 18.19$$

Potencia activa

$$P = \sqrt{3} \cdot I \cdot V \cdot \cos\varphi_{inicial} = \\ = \sqrt{3} \cdot 181.39 A \cdot 380 V \cdot \cos 30.19 = 103193.78 W$$

Potencias reactivas

$$Q_{inicial} = P \cdot \operatorname{tg}\varphi_{inicial}; \quad Q_{final} = P \cdot \operatorname{tg}\varphi_{final}$$

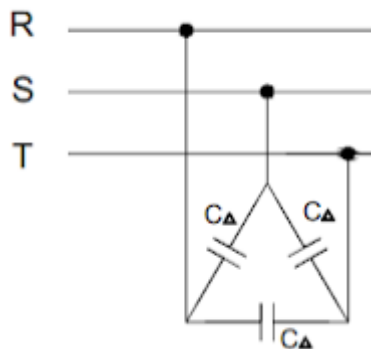
$$Q_{bateria\ condensadores} = Q_{inicial} - Q_{final} = P \cdot (\operatorname{tg}\varphi_{inicial} - \operatorname{tg}\varphi_{final}) = \\ = 103193.78 \text{ W} \cdot (\operatorname{tg}30.19 - \operatorname{tg}18.19) = 26127.67 \text{ VAr}$$

4.4.2.4.2 CAPACIDAD DE LAS BATERIAS

$$Q_{condensador} = \frac{Q_{bateria\ condensadores}}{3} = \frac{26127.67 \text{ VAr}}{3} = 8709.22 \text{ VAr}$$

$$Q_{condensador} = \frac{V^2}{X_c} \Rightarrow X_c = \frac{V^2}{Q_{condensador}} = \frac{(380 \text{ V})^2}{8709.22 \text{ VAr}} = 16.58 \Omega$$

$$X_c = \frac{1}{\omega \cdot C} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega \cdot X_c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot X_c} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 16.58 \Omega} = 0.0001919 \text{ F}$$



Capacidad de cada uno de los 3 condensadores

$$C_A = 191.9 \mu\text{F}$$

4.4.2.5 LÍNEA DE ACOMETIDA

4.4.2.5.1 INTENSIDAD DE DISEÑO

Línea de acometida AC

$$I_{AC} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{200000 \text{ VA}}{\sqrt{3} \cdot 380 \text{ V}} = 303.87 \text{ A}$$

4.4.2.5.2 INTENSIDAD ADMISIBLE

Línea de acometida AC

$$I_{AC} = 303.87 \text{ A}$$

$$I_{zAC} = \frac{I_{AC}}{0.9} = \frac{303.87 \text{ A}}{0.9} = 337.63 \text{ A}$$

4.4.2.5.3 TIPO DE CONDUCTOR SEGÚN INTENSIDAD ADMISIBLE

Línea de acometida AC

Clase F: cable unipolar contac. dist. muro > 0.3D; 3xPVC; I_z = 354 A; 185 mm²

4.4.2.5.4 COMPROBACIÓN SEGÚN LA CAÍDA DE POTENCIAL

$$R_{cc} = \frac{\varepsilon_{Rcc} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} = 0.01 \cdot \frac{380^2 V^2}{200000 VA} = 0.00722 \Omega = 7.220 m\Omega$$

$$X_{cc} = \frac{\varepsilon_{Xcc} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} = 0.03 \cdot \frac{380^2 V^2}{200000 VA} = 0.02166 \Omega = j21.660 m\Omega$$

$$R_{AC} = \frac{\rho \cdot l}{n \cdot S} = \frac{0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 80 m}{1 \cdot 185 mm^2} = 0.0095 = 9.5 m\Omega$$

$$X_{AC} = \frac{x \cdot l}{n} = \frac{0.08 \frac{m\Omega}{m} \cdot 80 m}{1} = j6.400 m\Omega$$

$$R_{total AC} = R_{cc} + R_{AC} = 7.220 m\Omega + 9.5 m\Omega = 16.72 m\Omega$$

$$X_{total AC} = X_{cc} + X_{AC} = j21.660 m\Omega + j6.400 m\Omega = j28.060 m\Omega$$

$$tg\varphi = \frac{28.060 m\Omega}{16.72 m\Omega} = 1.678 \Rightarrow \varphi = 59.21$$

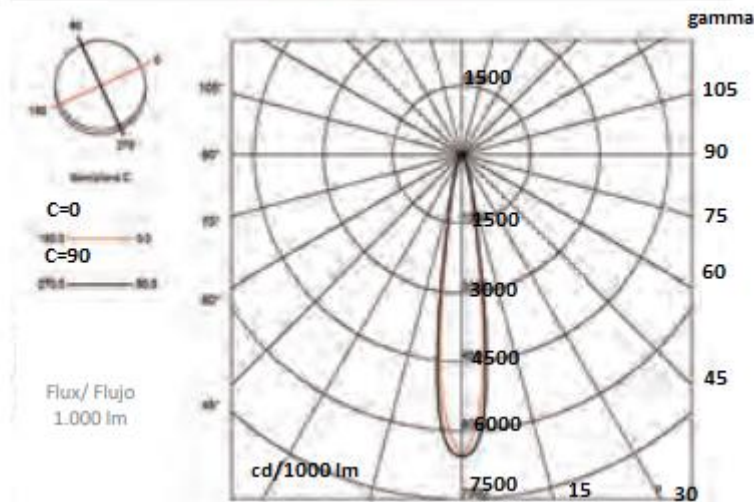
$$\varepsilon_{LAC} = \frac{100 \cdot \sqrt{3} \cdot 303.87 A \cdot \cos 59.21 \cdot 0.02198 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot 8m}{380 V \cdot 185 mm^2} = 0.06738$$

Línea de acometida 0.06738 < 1.5 CUMPLE

4.4.3 CALCULO DE PARÁMETROS DE ILUMINACION

4.4.3.1 FOTOMETRÍA DEL FOCO

Circular Ø200
 MWDMX/ MWDMX



Parámetros de la fotometría (I, C, γ)

I = Intensidad luminosa en candelas (círculos concéntricos)

C = ángulo horizontal

plano vertical alpha $C = 0^\circ$ naranja; plano vertical beta $C = 90^\circ$ negro

γ = ángulo vertical (radios)

Escala relativa $cd/1000\text{ lm}$

Flujo; $F = 1000\text{ lm}$

4.4.3.2 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS PLANO ALPHA

4.4.3.2.1 FLUJO LÚMINCO CIRCULAR Ø 200 MWDMX *Flujo lumínco* $\Phi = 1000 \text{ lm}$

4.4.3.2.2 INTENSIDAD LUMINOSA

$$I_{\text{Real máxima}} = \Phi \cdot \frac{I_{\text{Relativa máxima}}}{1000 \text{ lm}} = 1000 \text{ lm} \cdot \frac{6569 \text{ cd}}{1000 \text{ lm}} = 6569 \text{ cd} \text{ para } \gamma = 0^\circ$$

$$I_{\text{Real mínima}} = \Phi \cdot \frac{I_{\text{Relativa máxima}}}{1000 \text{ lm}} = 1000 \text{ lm} \cdot \frac{0 \text{ cd}}{1000 \text{ lm}} = 0 \text{ cd} \text{ para } \gamma = 7.8^\circ$$

4.4.3.2.3 ILUMINANCIA $E = \frac{I}{d^2} \Rightarrow \gamma = 0^\circ$ cuando el agua sale verticalmente

$$\text{Para 1 metro} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(1 \text{ m})^2} = 6569 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(1 \text{ m})^2} = 4493 \text{ lx}$$

$$\text{Para 2 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(2 \text{ m})^2} = 1642 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(2 \text{ m})^2} = 1123 \text{ lx}$$

$$\text{Para 3 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{3^2} = 730 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(3 \text{ m})^2} = 499 \text{ lx}$$

$$\text{Para 4 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(4 \text{ m})^2} = 411 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(4 \text{ m})^2} = 216 \text{ lx}$$

$$\text{Para 5 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(5 \text{ m})^2} = 263 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(5 \text{ m})^2} = 180 \text{ lx}$$

$$\text{Para 6 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(6 \text{ m})^2} = 183 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(6 \text{ m})^2} = 121 \text{ lx}$$

$$\text{Para 7 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(7 \text{ m})^2} = 134 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(7 \text{ m})^2} = 89 \text{ lx}$$

$$\text{Para 8 metro} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(8 \text{ m})^2} = 103 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(8 \text{ m})^2} = 68 \text{ lx}$$

$$\text{Para 9 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(9 \text{ m})^2} = 81 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(9 \text{ m})^2} = 37 \text{ lx}$$

$$\text{Para 10 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(10 \text{ m})^2} = 66 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(10 \text{ m})^2} = 29 \text{ lx}$$

$$\text{Para 11 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(11 \text{ m})^2} = 54 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(11 \text{ m})^2} = 24 \text{ lx}$$

$$\text{Para 12 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(12 \text{ m})^2} = 46 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(12 \text{ m})^2} = 20 \text{ lx}$$

4.4.3.3 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS PLANO BETA

4.4.3.3.1 FLUJO LÚMINCO CIRCULAR Ø 200 MWDMX *Flujo lumínco* $\Phi = 1000 \text{ lm}$

4.4.3.3.2 INTENSIDAD LUMINOSA

$$I_{\text{Real máxima}} = \Phi \cdot \frac{I_{\text{Relativa máxima}}}{1000 \text{ lm}} = 1000 \text{ lm} \cdot \frac{6569 \text{ cd}}{1000 \text{ lm}} = 6569 \text{ cd} \text{ para } \gamma = 0^\circ$$

$$I_{\text{Real mínima}} = \Phi \cdot \frac{I_{\text{Relativa máxima}}}{1000 \text{ lm}} = 1000 \text{ lm} \cdot \frac{0 \text{ cd}}{1000 \text{ lm}} = 0 \text{ cd} \text{ para } \gamma = 8.4^\circ$$

4.4.3.3.3 ILUMINANCIA $E = \frac{I}{d^2} \Rightarrow \gamma = 0^\circ$ cuando el agua sale verticalmente

$$\text{Para 1 metro} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(1 \text{ m})^2} = 6569 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(1 \text{ m})^2} = 4493 \text{ lx}$$

$$\text{Para 2 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(2 \text{ m})^2} = 1642 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(2 \text{ m})^2} = 1123 \text{ lx}$$

$$\text{Para 3 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{3^2} = 730 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(3 \text{ m})^2} = 499 \text{ lx}$$

$$\text{Para 4 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(4 \text{ m})^2} = 411 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(4 \text{ m})^2} = 216 \text{ lx}$$

$$\text{Para 5 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(5 \text{ m})^2} = 263 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(5 \text{ m})^2} = 180 \text{ lx}$$

$$\text{Para 6 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(6 \text{ m})^2} = 183 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(6 \text{ m})^2} = 121 \text{ lx}$$

$$\text{Para 7 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(7 \text{ m})^2} = 134 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(7 \text{ m})^2} = 89 \text{ lx}$$

$$\text{Para 8 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(8 \text{ m})^2} = 103 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(8 \text{ m})^2} = 68 \text{ lx}$$

$$\text{Para 9 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(9 \text{ m})^2} = 81 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(9 \text{ m})^2} = 37 \text{ lx}$$

$$\text{Para 10 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(10 \text{ m})^2} = 66 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(10 \text{ m})^2} = 29 \text{ lx}$$

$$\text{Para 11 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(11 \text{ m})^2} = 54 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(11 \text{ m})^2} = 24 \text{ lx}$$

$$\text{Para 12 metros} \Rightarrow E_{\text{max}} = \frac{6569 \text{ cd}}{(12 \text{ m})^2} = 46 \text{ lx}; E_{\text{med}} = \frac{4493 \text{ cd}}{(12 \text{ m})^2} = 20 \text{ lx}$$

4.4.4 EFECTO DEL VIENTO

4.4.4.1 ANILLO DE 36 SURTIDORES

4.4.4.1.1 PREMISAS

En ausencia de viento, el chorro que produce el surtidor debe ser vertical hasta una altura de 4 metros y con una forma troncocónica invertida, comenzando por el diámetro inicial del surtidor y acabando con un diámetro superior debido a que la gravedad frena el fluido. A partir de esta altura rebosa por los laterales y cae verticalmente.

En presencia de viento el chorro tendrá un desplazamiento parecido a una parábola, con una altura de 4 metros y un desplazamiento longitudinal que depende de la velocidad del viento. En este anillo no debe ser superior a 5 metros que es la distancia del surtidor al borde del vaso de la fuente.

Para su estudio se tendrá en cuenta la fuerza de empuje del viento y se supondrá que el chorro de agua se comporta como un cilindro sólido, con el volumen de la forma troncocónica y el diámetro correspondiente, y que se desplazará uniformemente en función de la fuerza del viento, durante el tiempo que tarda en subir y bajar el agua. El final del movimiento debe estar dentro de los 5 metros que separan el inicio del chorro y el final del vaso. La lanza es 0.010 m de diámetro.

4.4.4.1.2 DESARROLLO

Velocidad del chorro

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 4 m} = 8.86 \frac{m}{s}$$

Tiempo hasta que el chorro deja de ascender

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 m}{9.81 \frac{m}{s^2}}} = 0.903 s$$

Tiempo en ascender y volver al vaso

$$t_{TOTAL} = 2 \cdot t = 2 \cdot 0.903 s = 1.806 s$$

Caudal

$$Q = A \cdot v = \pi \cdot r^2 \cdot v = \pi \cdot \left(\frac{0.010 \text{ m}}{2}\right)^2 \cdot 8.86 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 6.96 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Volumen que ocupa ese caudal

$$V = Q \cdot t = 6.96 \cdot 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 0.903 \text{ s} = 6.2849 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Área del cilindro sólido

$$A = \frac{V}{h} = \frac{6.2849 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3}{4 \text{ m}} = 1.571 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Radio, diámetro

$$R_{\text{cilindro solido}} = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{1.571 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{\pi}} = 0.00707 \text{ m} \Rightarrow D = 2 \cdot R = 0.01414 \text{ m}$$

Puede observarse como el diámetro es superior al de la boca de la lanza, en concreto en $\sqrt{2}$.

Aceleración máxima del desplazamiento lateral del chorro de agua

$$e = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \Rightarrow a = \frac{2 \cdot e}{t_{\text{TOTAL}}^2} = \frac{2 \cdot 5 \text{ m}}{(1.806 \text{ s})^2} = 3.0656 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Y por tanto la fuerza será

$$F = m \cdot a = V \cdot \rho_{\text{agua}} \cdot a = 6.2849 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3.0656 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1.926 \text{ N}$$

En un cuerpo en movimiento el sumatorio de fuerzas debe ser igual a la masa por la aceleración

$$\sum_{i=1}^n F_i = m \cdot a \Rightarrow F_{\text{arrastre}} = m \cdot a = 1.926 \text{ N}$$

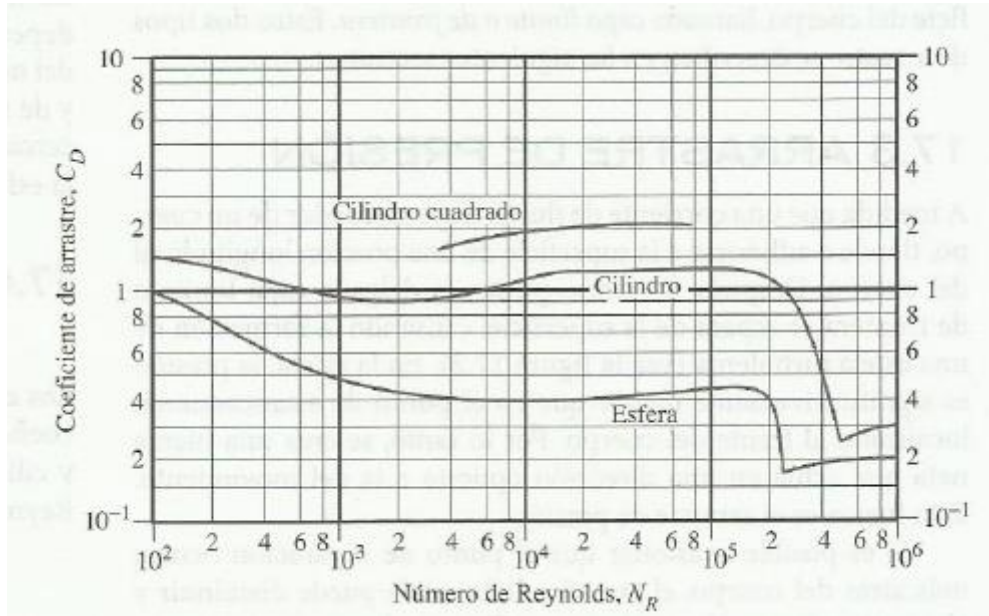
Siendo el área de arrastre

$$A_D = h \cdot D = 4 \text{ m} \cdot 0.01414 \text{ m} = 0.0565 \text{ m}^2$$

Luego la velocidad del viento

$$F_{\text{arr}} = C_D \cdot \frac{\rho_{\text{viento}} \cdot v_v^2}{2} \cdot A_D \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot F_{\text{arrastre}}}{C_D \cdot \rho_v \cdot A_D}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1.926 \text{ N}}{1.3 \cdot 1.204 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.0565 \text{ m}^2}} = 6.596 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 23.746 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

4.4.4.1.3 COMPROBACIÓN COEFICIENTE DE ARRASTRE



$$N_R = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\eta} = \frac{6.596 \frac{m}{s} \cdot 0.01414 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} \sim 61371$$

Para $N_R = 61371$ tenemos que $C_D = 1.3$ Queda comprobado.

4.4.4.2 ANILLO DE 16 SURTIDORES

4.4.4.2.1 PREMISAS

En ausencia de viento, el chorro que produce el surtidor debe ser vertical hasta una altura de 8 metros y con una forma troncocónica invertida, comenzando por el diámetro inicial del surtidor y acabando con un diámetro superior debido a que la gravedad frena el fluido. A partir de esta altura rebosa por los laterales y cae verticalmente.

En presencia de viento el chorro tendrá un desplazamiento parecido a una parábola, con una altura de 8 metros y un desplazamiento longitudinal que depende de la velocidad

del viento. En este anillo no debe ser superior a 11 metros que es la distancia del surtidor al borde del vaso de la fuente.

Para su estudio se tendrá en cuenta la fuerza de empuje del viento y se supondrá que el chorro de agua se comporta como un cilindro sólido, con el volumen de la forma troncocónica y el diámetro correspondiente, y que se desplazará uniformemente en función de la fuerza del viento, durante el tiempo que tarda en subir y bajar el agua. El final del movimiento debe estar dentro de los 11 metros que separan el inicio del chorro y el final del vaso. La lanza es 0.014 m de diámetro.

4.4.4.2.2 DESARROLLO

Velocidad del chorro

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 8 m} = 12.53 \frac{m}{s}$$

Tiempo hasta que el chorro deja de ascender

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8 m}{9.81 \frac{m}{s^2}}} = 1.277 s$$

Tiempo en ascender y volver al vaso

$$t_{TOTAL} = 2 \cdot t = 2 \cdot 1.277 s = 2.554 s$$

Caudal

$$Q = A \cdot v = \pi \cdot r^2 \cdot v = \pi \cdot \left(\frac{0.014 m}{2}\right)^2 \cdot 12.53 \frac{m}{s} = 1.928 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$

Volumen que ocupa ese caudal

$$V = Q \cdot t = 1.928 \cdot 10^{-3} \frac{m^3}{s} \cdot 1.277 s = 2.463 \cdot 10^{-3} m^3$$

Área del cilindro sólido

$$A = \frac{V}{h} = \frac{2.463 \cdot 10^{-3} m^3}{8 m} = 3.079 \cdot 10^{-4} m^2$$

Radio, diámetro

$$R_{cilindro\ solido} = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{3.079 \cdot 10^{-4} m^2}{\pi}} = 0.00989 m \Rightarrow D = 2 \cdot R = 0.0198 m$$

Puede observarse como el diámetro es superior al de la boca de la lanza, en concreto en $\sqrt{2}$.

Aceleración máxima del desplazamiento lateral del chorro de agua

$$e = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \Rightarrow a = \frac{2 \cdot e}{t_{TOTAL}^2} = \frac{2 \cdot 11 m}{(2.554 s)^2} = 3.372 \frac{m}{s^2}$$

Y por tanto la fuerza será

$$F = m \cdot a = V \cdot \rho_{agua} \cdot a = 2.463 \cdot 10^{-3} m^3 \cdot 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 3.372 \frac{m}{s^2} = 8.307 N$$

En un cuerpo en movimiento el sumatorio de fuerzas debe ser igual a la masa por la aceleración

$$\sum_{i=1}^n F_i = m \cdot a \Rightarrow F_{arraastre} = m \cdot a = 8.307 N$$

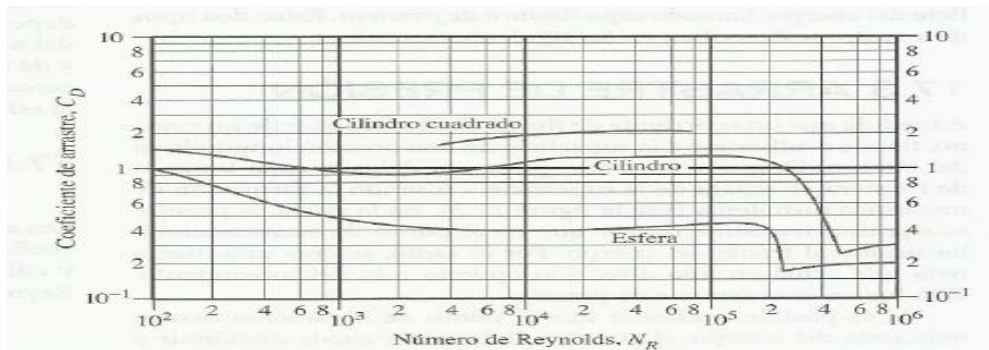
Siendo el área de arrastre

$$A_D = h \cdot D = 8 m \cdot 0.0198 m = 0.1584 m^2$$

Luego la velocidad del viento

$$F_{arr} = C_D \cdot \frac{\rho_{viento} \cdot v_v^2}{2} \cdot A_D \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot F_{arraastre}}{C_D \cdot \rho_v \cdot A_D}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8.307 N}{1.3 \cdot 1.204 \frac{kg}{m^3} \cdot 0.1584 m^2}} = 8.186 \frac{m}{s} = 29.468 \frac{km}{h}$$

4.4.4.2.3 COMPROBACIÓN COEFICIENTE DE ARRASTRE



$$N_R = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\eta} = \frac{8.186 \frac{m}{s} \cdot 0.0198 m \cdot 1000 \frac{kg}{m^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s} \sim 106623$$

Para $N_R = 106623$ tenemos que $C_D = 1.3$ Queda comprobado.

4.4.4.3 ANILLO DE 6 SURTIDORES

4.4.4.3.1 PREMISAS

En ausencia de viento, el chorro que produce el surtidor debe ser vertical hasta una altura de 12 metros y con una forma troncocónica invertida, comenzando por el diámetro inicial del surtidor y acabando con un diámetro superior debido a que la gravedad frena el fluido. A partir de esta altura rebosa por los laterales y cae verticalmente.

En presencia de viento el chorro tendrá un desplazamiento parecido a una parábola, con una altura de 12 metros y un desplazamiento longitudinal que depende de la velocidad del viento. En este anillo no debe ser superior a 16 metros que es la distancia del surtidor al borde del vaso de la fuente.

Para su estudio se tendrá en cuenta la fuerza de empuje del viento y se supondrá que el chorro de agua se comporta como un cilindro sólido, con el volumen de la forma troncocónica y el diámetro correspondiente, y que se desplazará uniformemente en función de la fuerza del viento, durante el tiempo que tarda en subir y bajar el agua. El final del movimiento debe estar dentro de los 16 metros que separan el inicio del chorro y el final del vaso. La lanza es 0.019 m de diámetro.

4.4.4.3.2 DESARROLLO

Velocidad del chorro

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 12 m} = 15.34 \frac{m}{s}$$

Tiempo hasta que el chorro deja de ascender

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12 \text{ m}}{9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} = 1.564 \text{ s}$$

Tiempo en ascender y volver al vaso

$$t_{TOTAL} = 2 \cdot t = 2 \cdot 1.546 \text{ s} = 3.128 \text{ s}$$

Caudal

$$Q = A \cdot v = \pi \cdot r^2 \cdot v = \pi \cdot \left(\frac{0.019 \text{ m}}{2}\right)^2 \cdot 15.34 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 4.350 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Volumen que ocupa ese caudal

$$V = Q \cdot t = 4.350 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot 1.564 \text{ s} = 6.803 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Área del cilindro sólido

$$A = \frac{V}{h} = \frac{6.803 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{12 \text{ m}} = 5.669 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Radio, diámetro

$$R_{cilindro\ solido} = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{5.669 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}{\pi}} = 0.01343 \text{ m} \Rightarrow D = 2 \cdot R = 0.02687 \text{ m}$$

Puede observarse como el diámetro es superior al de la boca de la lanza, en concreto en $\sqrt{2}$.

Aceleración máxima del desplazamiento lateral del chorro de agua

$$e = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \Rightarrow a = \frac{2 \cdot e}{t_{TOTAL}^2} = \frac{2 \cdot 16 \text{ m}}{(3.128 \text{ s})^2} = 3.270 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Y por tanto la fuerza será

$$F = m \cdot a = V \cdot \rho_{agua} \cdot a = 6.803 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3.270 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 22.251 \text{ N}$$

En un cuerpo en movimiento el sumatorio de fuerzas debe ser igual a la masa por la aceleración

$$\sum_{i=1}^n F_i = m \cdot a \Rightarrow F_{arrastre} = m \cdot a = 22.251 \text{ N}$$

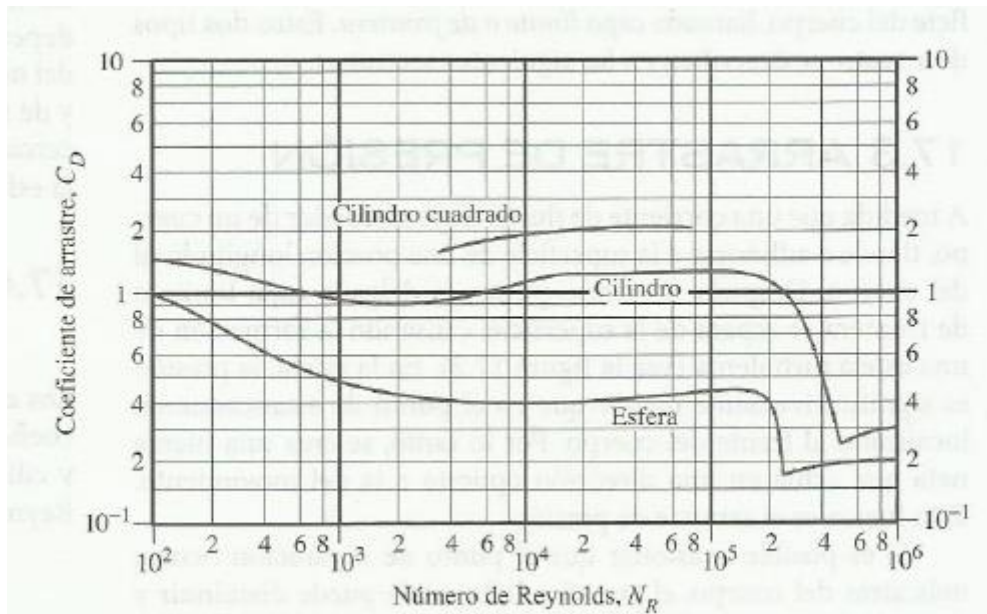
Siendo el área de arrastre

$$A_D = h \cdot D = 12 \text{ m} \cdot 0.02687 \text{ m} = 0.3224 \text{ m}^2$$

Luego la velocidad del viento

$$F_{arr} = C_D \cdot \frac{\rho_{viento} \cdot v_v^2}{2} \cdot A_D \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot F_{arrastre}}{C_D \cdot \rho_v \cdot A_D}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 22.251 \text{ N}}{1.3 \cdot 1.204 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0.3224 \text{ m}^2}} = 9.390 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 33.805 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

4.4.4.3 COMPROBACIÓN COEFICIENTE DE ARRASTRE



$$N_R = \frac{v \cdot D \cdot \rho}{\eta} = \frac{9.390 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0.0268 \text{ m} \cdot 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1.52 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}} \sim 166000$$

Para $N_R = 166000$ tenemos que $C_D = 1.3$ Queda comprobado.

4.4.5 PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN CON PANELES FOTOVOLTAICOS

4.4.5.1 DESCRIPCION GENERAL

Una instalación fotovoltaica aislada consta de un sistema generador de energía (módulos fotovoltaicos), un sistema de regulación (regulador), un sistema de acumulación (baterías) y un sistema de adaptación de la corriente (inversor). A partir de aquí se puede dar servicio tanto en corriente continua como en alterna.

La propuesta de optimización con paneles fotovoltaicos se orienta hacia la alimentación de electroválvulas (switchs) y focos, que posibilitan las coreografías de formas de agua y luces de colores de la fuente ornamental.

Ello es debido a que presentan un consumo moderado y pueden cubrirse con un número aceptable de paneles fotovoltaicos, al contrario que las bombas centrífugas, cuyo consumo precisaría de enormes cantidades de paneles y de inversores trifásicos.

4.4.5.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Para dimensionar la instalación fotovoltaica es preciso resolver una serie condicionantes, tales como: el consumo previsto, la radiación solar dónde se ubica la instalación, el número y tipo de paneles, el número y tipo de baterías de acumulación, el controlador de carga o regulador y el inversor.

4.4.5.2.1 CONSUMO

Para dar servicio a 58 electroválvulas de 25 W durante dos horas (tiempo de la actuación) con un 20% de margen:

$$\text{Potencia total electroválvulas} = 25 \text{ W} \cdot 58 \text{ u.} = 1450 \text{ W}$$

$$\text{Energía necesaria en 2 horas} = 1450 \text{ W} \cdot 2\text{h} = 2900 \text{ Wh/día}$$

$$\text{Con el 20\% de seguridad} = 2900 \text{ Wh} \cdot 1.20 = 3480 \text{ Wh/día}$$

Para dar servicio a 58 focos de 16 W durante dos horas (tiempo de la actuación) con un 20% de margen:

$$\text{Potencia total focos} = 16 \text{ W} \cdot 58 \text{ u.} = 928 \text{ W}$$

$$\text{Energía necesaria en 2 horas} = 928 \text{ W} \cdot 2 \text{ h} = 1856 \text{ Wh/día}$$

$$\text{Con el 20\% de seguridad} = 1856 \text{ Wh} \cdot 1.20 = 2227.2 \text{ Wh/día}$$

Luego, la energía total al día:

$$\sum_{i=1}^{n=2} L_{mdi} = 3480 \frac{\text{Wh}}{\text{día}} + 2227.2 \frac{\text{Wh}}{\text{día}} = 5707.2 \frac{\text{Wh}}{\text{día}}$$

Si tenemos en cuenta el rendimiento de los conductores, las baterías y el inversor, el consumo medio diario en Wh/día :

$$\eta_{baterías} = 0.95; \eta_{Conductores} = 1.00; \eta_{inversor} = 0.90$$

$$L_{md} = \frac{L_{md \text{ DC}} + \frac{L_{md \text{ AC}}}{\eta_{inversor}}}{\eta_{baterías} \cdot \eta_{conductores}} = \frac{5707.2 \text{ Wh/día} + \frac{0 \text{ Wh/día}}{0.90}}{0.95 \cdot 1.00} = 6007.58 \text{ Wh/día}$$

Y la capacidad Ah/día :

$$Q_{md} = \frac{L_{md}}{V_{baterías}} = \frac{6007.58 \text{ Wh/día}}{24 \text{ V}} = 250.32 \text{ Ah/día}$$

4.4.5.2.2 RADIACIÓN SOLAR

La fuente se halla ubicada en las coordenadas $41^{\circ}23'24.8''\text{E}$ y $1^{\circ}55'46.0''\text{E}$.

Utilizando la página web https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html podemos averiguar la radiación solar por meses según el ángulo de inclinación de los paneles.

| | Radiación en Wh/m ² día | | | |
|------------|------------------------------------|------|------|------|
| | 30° | 40° | 50° | 60° |
| Enero | 3240 | 3240 | 3400 | 3480 |
| Febrero | 3630 | 3830 | 3930 | 3940 |
| Marzo | 4860 | 4960 | 4940 | 4800 |
| Abril | 5250 | 5160 | 4950 | 4630 |
| Mayo | 5680 | 5430 | 5070 | 4600 |
| Junio | 6120 | 5770 | 5300 | 4730 |
| Julio | 6320 | 5990 | 5540 | 4960 |
| Agosto | 5990 | 5830 | 5530 | 5100 |
| Septiembre | 5360 | 5410 | 5320 | 5100 |
| Octubre | 4200 | 4390 | 4460 | 4420 |
| Noviembre | 3100 | 3330 | 3470 | 3520 |
| Diciembre | 2780 | 3040 | 3220 | 3320 |

Utilizando la técnica del maximin (el máximo de los mínimos), el ángulo más favorable es el de 60°, ya que se toma la mayor de las radiaciones mínimas. Ello no significa que sea la mejor inclinación para tomar la máxima radiación anual (que se correspondería con una inclinación igual a la latitud, ya que la irradiación incide perpendicularmente sobre el panel), sino que es la inclinación donde la radiación del peor mes es la mejor.

En principio, no es obligatorio gastar todos los meses la misma cantidad de energía, por lo se busca la relación entre consumo diario y radiación por meses. Sabiendo que el consumo diario es de 6007.58 Wh/día

| | Radiación en Wh/m ² día | | | |
|------------|------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| | 30° | 40° | 50° | 60° |
| Enero | 1,8541913580 | 1,8541913580 | 1,7669352941 | 1,7263160920 |
| Febrero | 1,6549807163 | 1,5685587467 | 1,5286463104 | 1,5247664975 |
| Marzo | 1,2361275720 | 1,2112056452 | 1,2161093117 | 1,2515791667 |
| Abril | 1,1443009524 | 1,1642596899 | 1,2136525253 | 1,2975334773 |
| Mayo | 1,0576725352 | 1,1063683241 | 1,1849270217 | 1,3059956522 |
| Junio | 0,9816307190 | 1,0411750433 | 1,1335056604 | 1,2701014799 |
| Julio | 0,9505664557 | 1,0029348915 | 1,0844007220 | 1,2112056452 |
| Agosto | 1,0029348915 | 1,0304596913 | 1,0863616637 | 1,1779568627 |
| Septiembre | 1,1208171642 | 1,1104584104 | 1,1292443609 | 1,1779568627 |
| Octubre | 1,4303761905 | 1,3684692483 | 1,3469910314 | 1,3591809955 |
| Noviembre | 1,9379290323 | 1,8040780781 | 1,7312910663 | 1,7066988636 |
| Diciembre | 2,1610000000 | 1,9761776316 | 1,8657080745 | 1,8095120482 |

Utilizando la técnica del minimax observamos que la menor de las máximas relaciones de consumo por radiaciones corresponde con el mes de diciembre y una inclinación de 60° . Igual que antes ya hemos cogido el mismo consumo para todos los meses.

Con la inclinación óptima de 60° y sobre la base de suministrar la energía necesaria el peor mes (diciembre) se garantiza que el resto de los meses, el suministro de energía queda solventado.

4.4.5.2.3. NÚMERO Y TIPO DE PANELES

Para esta instalación se utilizan paneles Perc Monocristalino ERA de 72 células, 400 W de potencia de pico, con 41.7 V y 9.6 A. En vacío presenta un potencial de 49.8 V y la intensidad de cortocircuito es de 10.6 A. Sus dimensiones son de 1002x1979x40 en milímetros.

El número de paneles dependerá del tipo regulador, ya sea con seguimiento de máxima potencia o no.

4.4.5.2.3.1 REGULADOR CON SEGUIMIENTO DE PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA MPPT

Este regulador envía la corriente por pulsos, independiente del nivel de llenado de las baterías.

$$\text{Irradiación} = 1000 \text{ W/m}^2\text{día}$$

$$\text{Potencia de pico: } P_{\text{pico}} = 400 \text{ W}$$

$$\text{Factor global de funcionamiento: } PR = 0.9$$

$$\text{Horas de pico: } HPS_{\text{pico}} = \frac{\text{Radiación}}{\text{Irradiación}} = \frac{3320 \text{ Wh/m}^2\text{día}}{1000 \text{ W/m}^2\text{día}} = 3.32 \text{ h}$$

$$N_T = \frac{L_{md}}{P_{pico} \cdot HPS_{pico} \cdot PR} = \frac{6007.58 \text{ Wh/día}}{400 \text{ W} \cdot 3.32 \text{ h} \cdot 0.9} \approx 5 \text{ unidades}$$

Conexión:

$$N_{\text{paneles serie}} = \frac{V_{\text{baterias}}}{V_{\text{panel}}} = \frac{24 \text{ V}}{41.7 \text{ V}} = 0.57 \sim 1 \text{ panel}$$

$$N_{\text{paneles paralelo}} = \frac{N_T}{N_{\text{baterias serie}}} = \frac{5}{1} = 5 \text{ paneles}$$

4.4.5.2.3.2 REGULADOR SIN SEGUIMIENTO DE PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA MPPT

Este regulador envía la corriente dependiendo del nivel de llenado de las baterías.

En este caso se busca el consumo de energía medio:

$$Q_{md} = \frac{L_{md}}{V_{\text{baterias}}} = \frac{6007.58 \text{ Wh/día}}{24 \text{ V}} = 250.32 \text{ Ah/día}$$

La intensidad media será:

$$I_{md} = \frac{Q_{md}}{HPS_{pico}} = \frac{250.32 \text{ Ah/día}}{3.32 \text{ h}} = 75.40 \text{ A/día}$$

$$N_{\text{paneles paralelo}} = \frac{I_{md}}{I_{\text{panel}}} = \frac{75.40 \text{ A}}{9.6 \text{ A}} \sim 8 \text{ paneles}$$

4.4.5.2.4. NÚMERO Y TIPO DE BATERÍAS

Para el cálculo de las baterías se parte de las profundidades de descarga y de los días de autonomía para hallar las cargas en cada caso. Se elige la mayor.

Profundidad de descarga máxima estacional PDmax. e = 0.70

Profundidad de descarga máxima diaria PDmax. d = 0.15

Número de días de autonomía = 6

Factor de carga total: F_{ct} = 1

Capacidad nominal de las baterías en función de la carga máxima diaria:

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md}}{PDe \cdot F_{ct}} = \frac{6007.58 \text{ Wh/día}}{0.15 \cdot 1} \sim 40kWh$$

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{baterias}} = \frac{40kWh}{24 V} = 1.67 kAh$$

Capacidad nominal de las baterías en función de la carga máxima estacional:

$$C_{nd}(Wh) = \frac{L_{md} \cdot N_{días}}{PDe \cdot F_{ct}} = \frac{6007.58 \text{ Wh/día} \cdot 6 \text{ días}}{0.70 \cdot 1} \sim 51.5 kWh$$

$$C_{nd}(Ah) = \frac{C_{nd}(Wh)}{V_{baterias}} = \frac{51.5 kWh}{24 V} = 2.15 kAh$$

Luego se elige la capacidad nominal en función de la carga estacional.

Batería AGM Tensite 12 V y 300 Ah

$$N_{batería \text{ serie}} = \frac{V_{trabajo}}{V_{baterias}} = \frac{24 V}{12 V} = 2 \text{ baterías}$$

$$N_{batería \text{ paralelo}} = \frac{C_{nd}}{C_{nd \text{ batería}}} = \frac{2145.56 Ah}{300 Ah} = 7.15 \text{ baterías} \sim 8 \text{ baterías}$$

En total 16 baterías, en 8 filas en paralelo de 2 baterías.

4.4.5.2.5. REGULADOR

En el regulador se encuentran dos intensidades, la de entrada y la de salida; y el regulador debe estar dimensionado para soportar ambas.

$$I_{entrada} = 1.25 \cdot I_{cc} \cdot N_{paralelo} = 1.25 \cdot 10.6 \text{ A} \cdot 8 = 106 \text{ A}$$

$$I_{salida} = 1.25 \cdot \frac{P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inversor}}}{V_{bateria}} = 1.25 \cdot \frac{(1450W + 928W) + \frac{0 \text{ W}}{0.90}}{24 \text{ V}} = 123.85 \text{ A}$$

Si no se encuentran reguladores de esta intensidad se pueden poner dos iguales en paralelo que sumen esa intensidad. Por ejemplo 2 reguladores bluesolar MPPT 150/70 de 24 V y 70 A

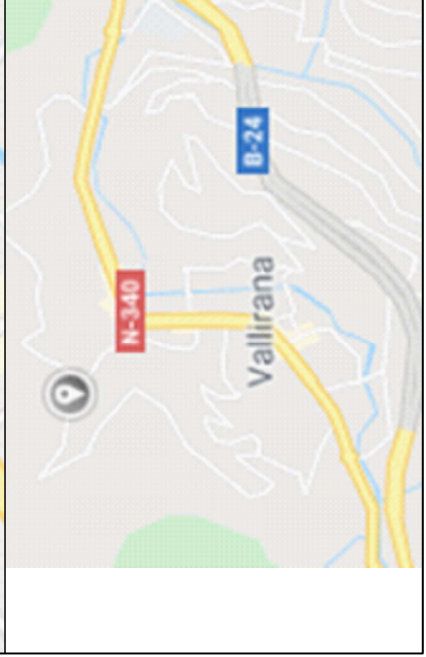
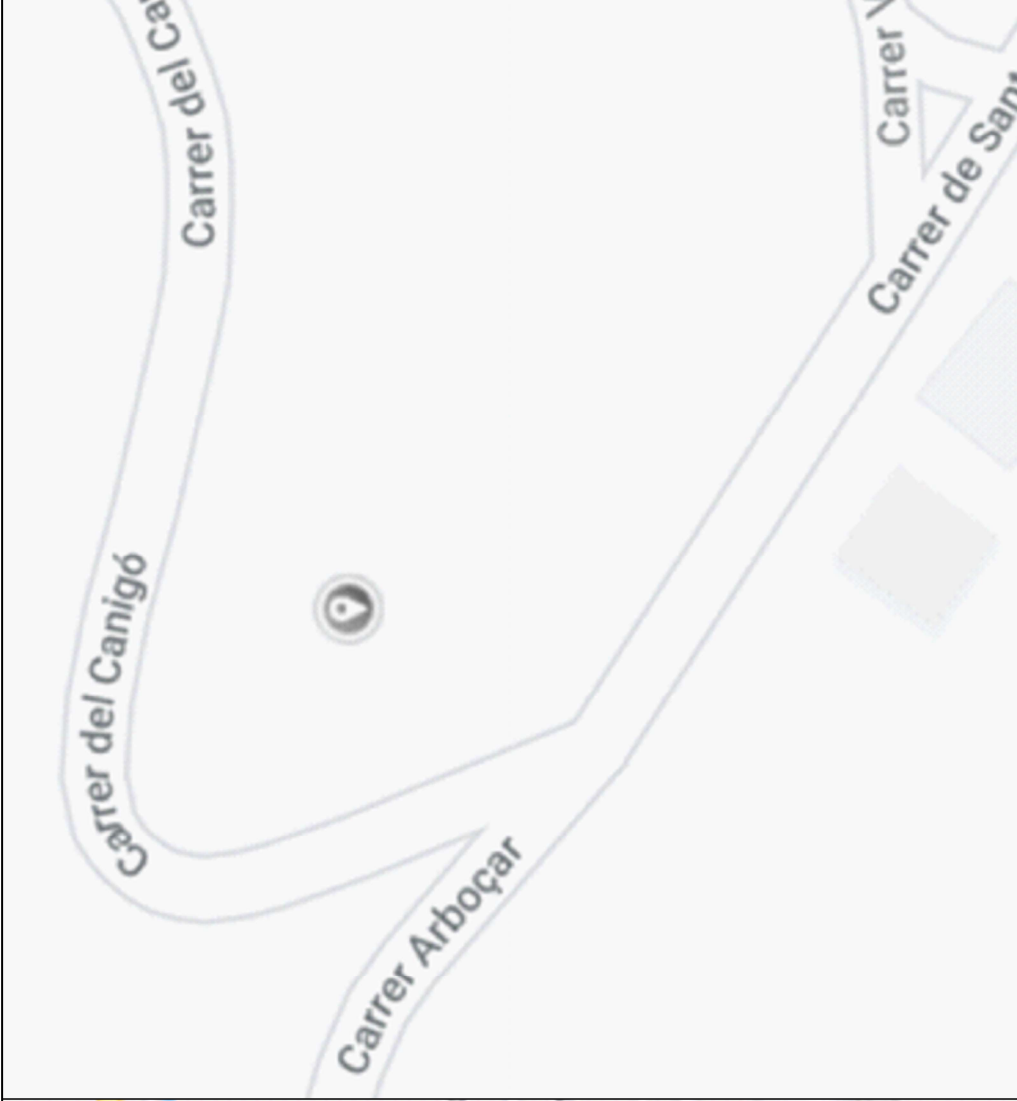
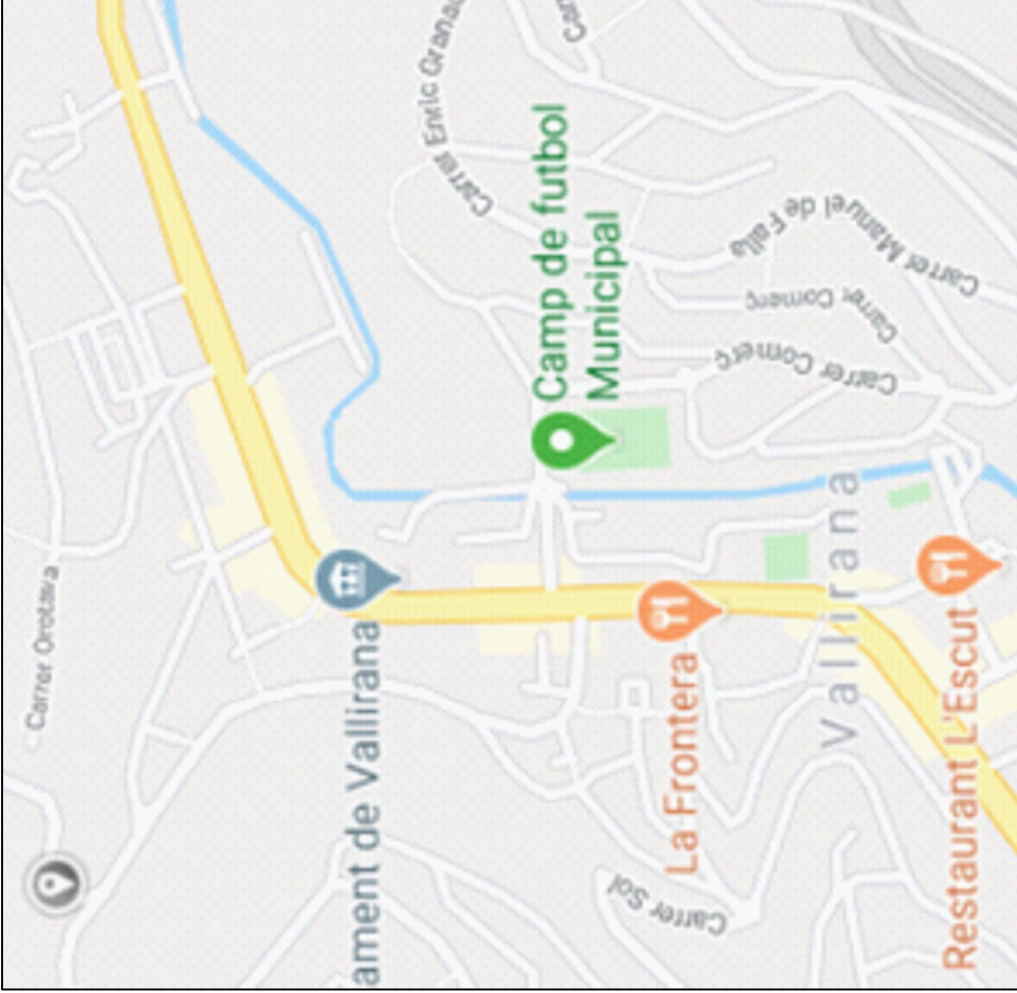
4.4.5.2.5. INVERSOR

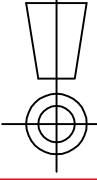
El inversor es el aparato encargado de transformar la corriente continua en corriente alterna.

Para dimensionarlo es suficiente con sumar las potencias que ha de cubrir con un aumento de seguridad del 20%. En caso de que haya motores con picos de arranque debe multiplicarse la potencia del motor por 4.

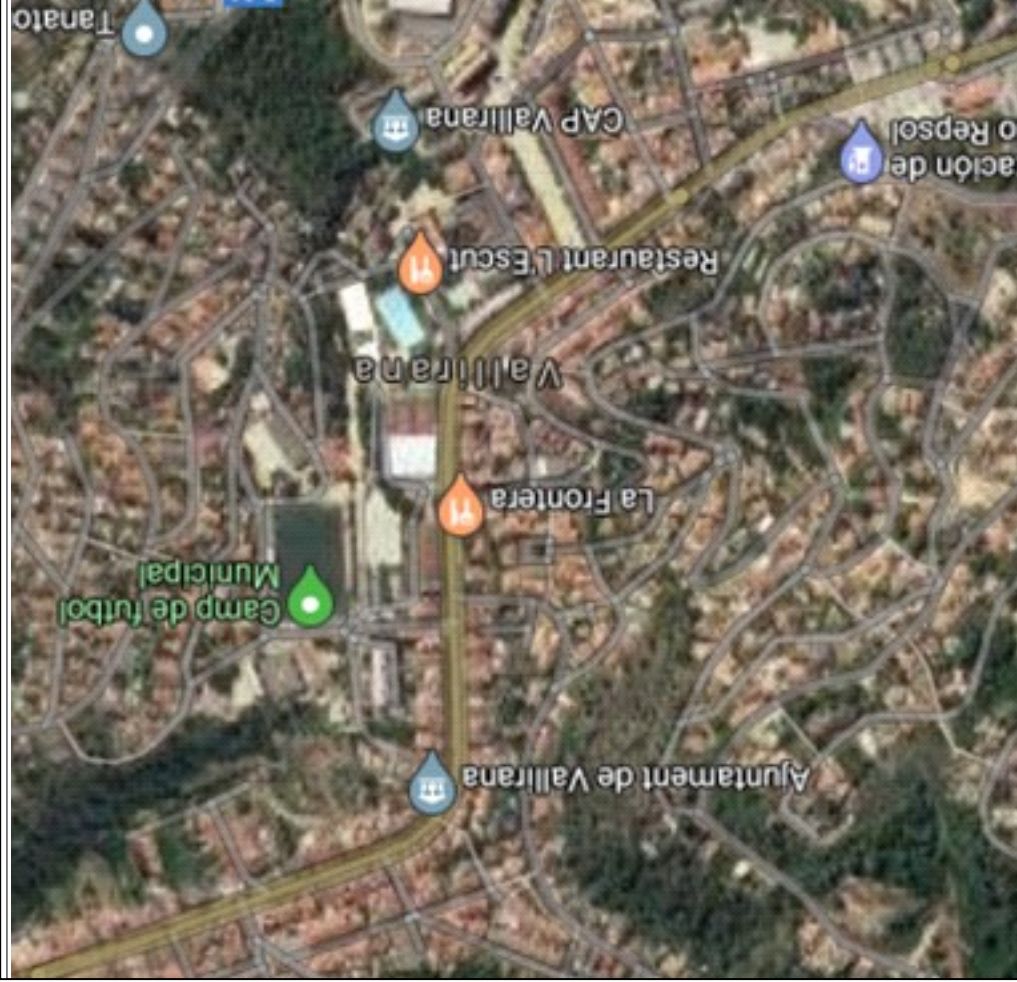
Dado que todos los elementos funcionan a 24 V DC, el inversor no es necesario.

4.5 PLANOS





| | | | | |
|--|---|---------------|------------------|---------------------------|
| <i>Dibujado</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | UDIMA | Situación y emplazamiento |
| <i>Comprobado</i> | Julián de Dios Royo | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | | |
| <i>Escala:</i> |  Ingeniería de Organización Industrial | | <i>Lamina n.</i> | 1 |
| Cálculo de las variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | | |
| N. Alumno: Julián de Dios Royo Curso: 4º Curso TFG | | | | |

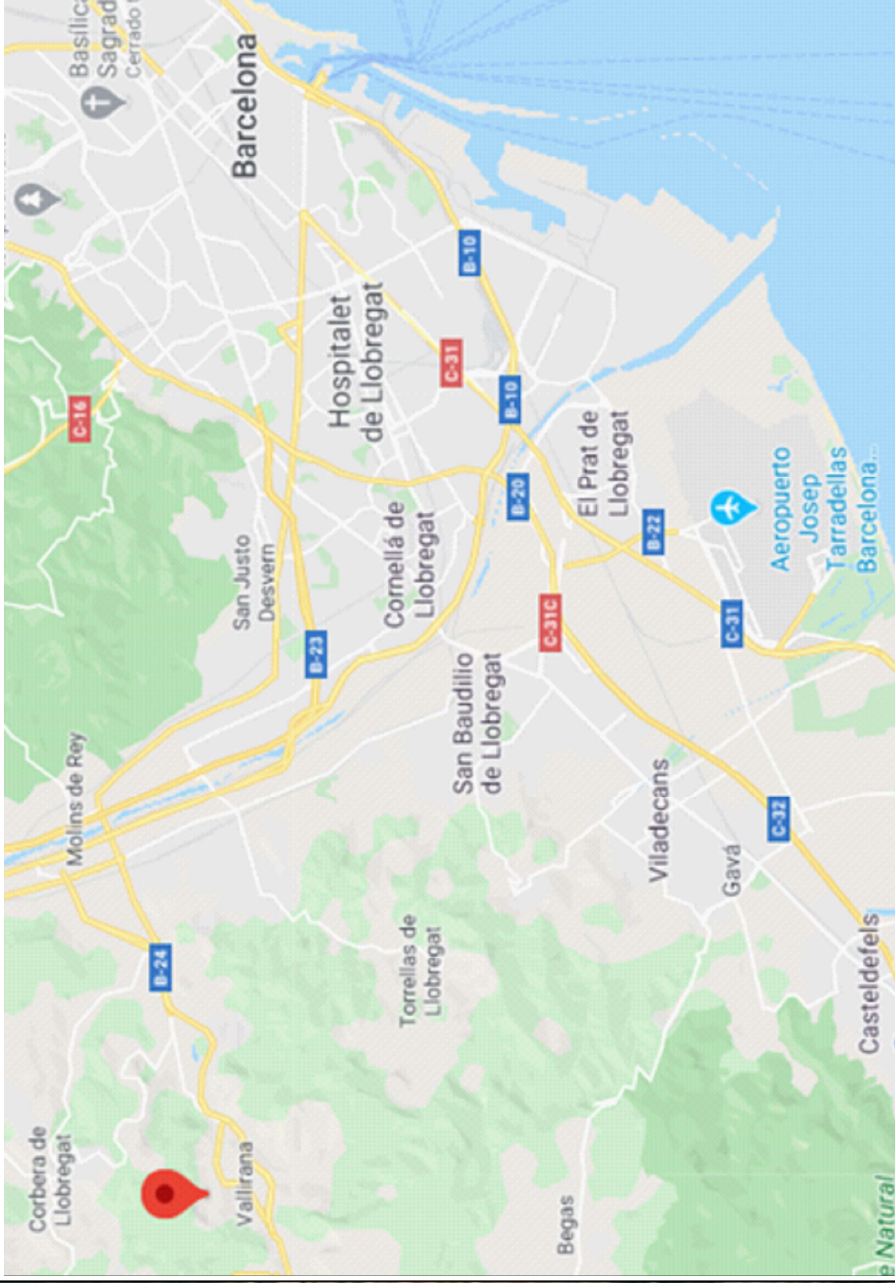
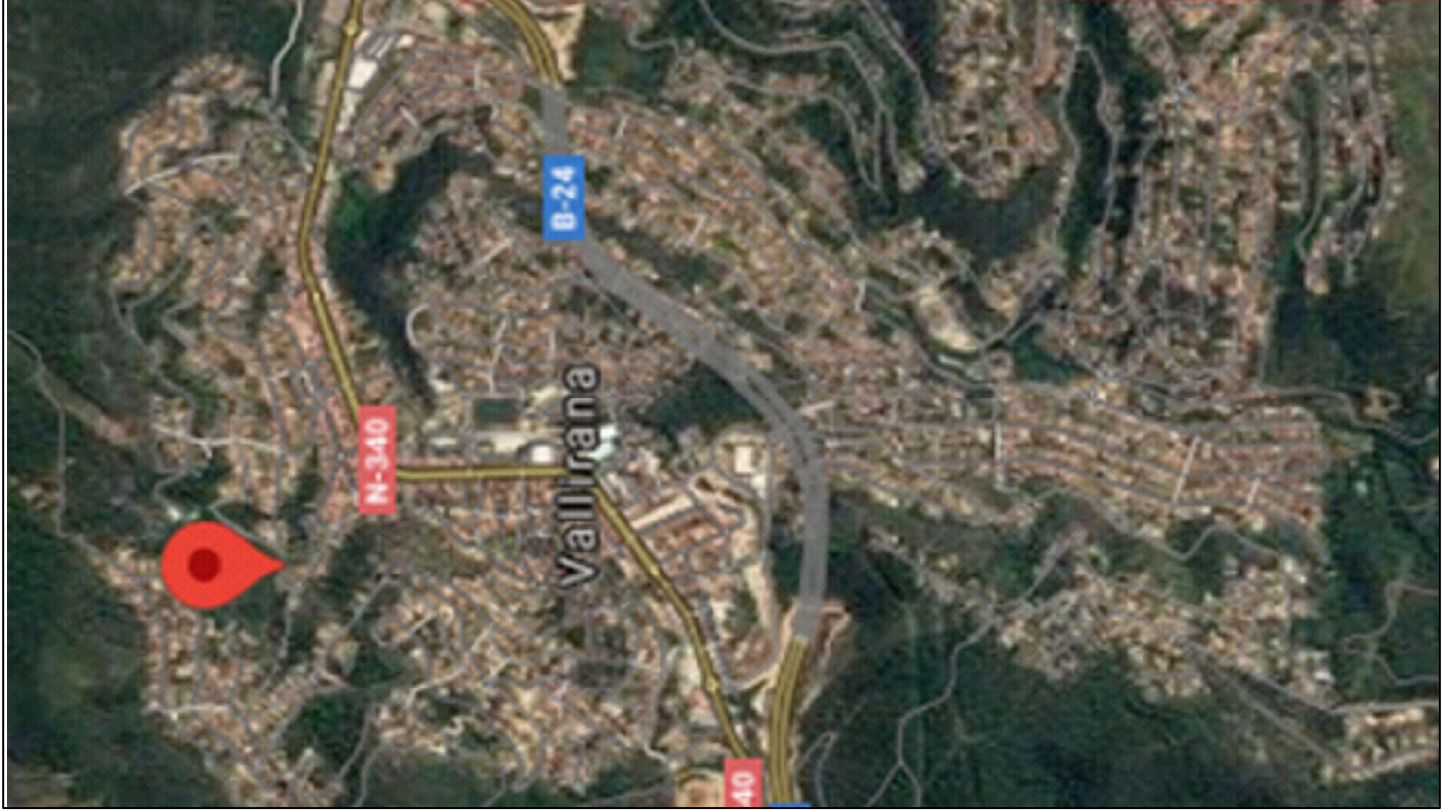


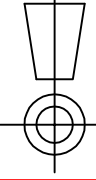


Coordenadas
41°23'24.8"N
01°55'46.0"E

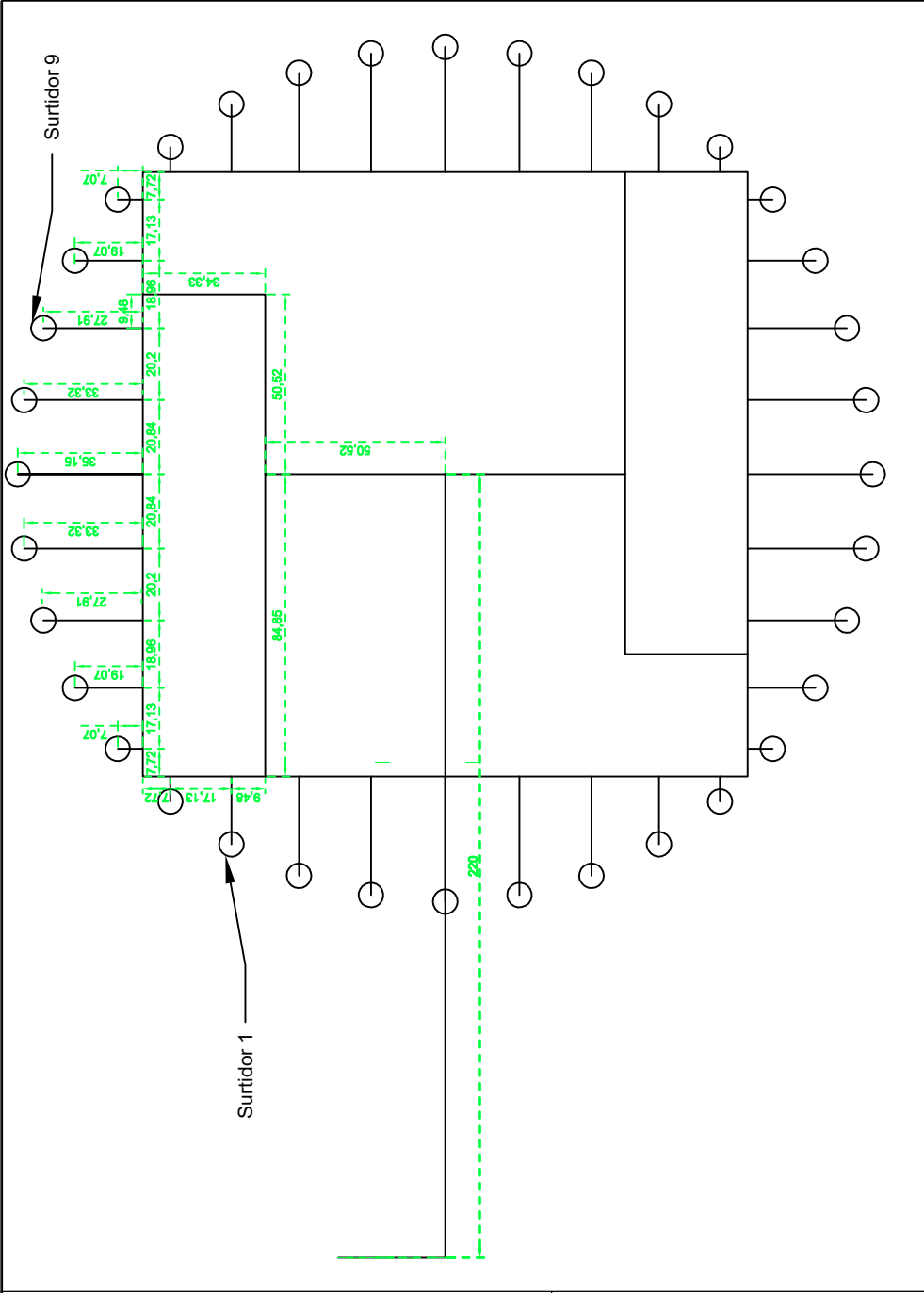
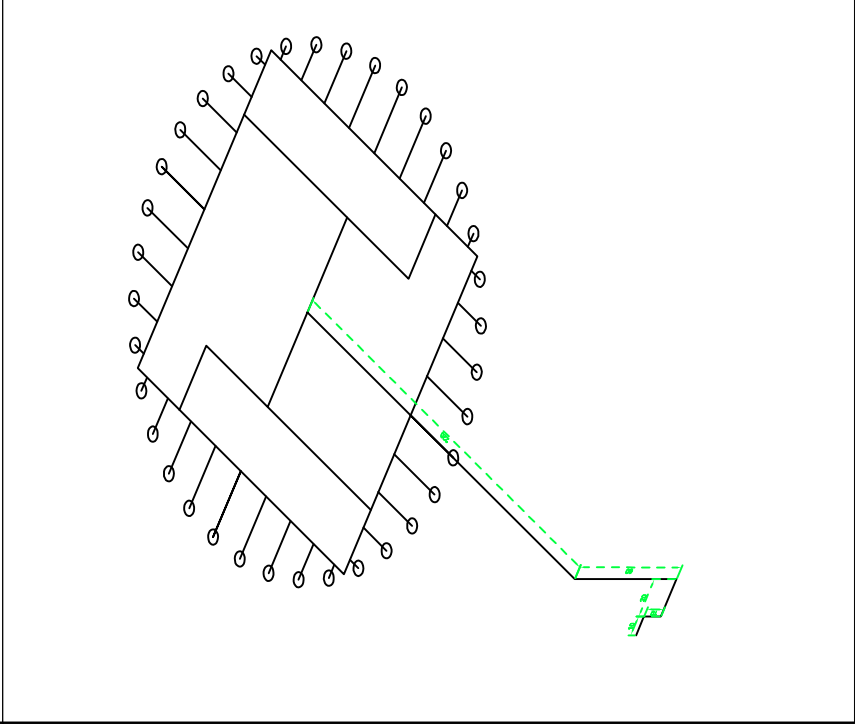
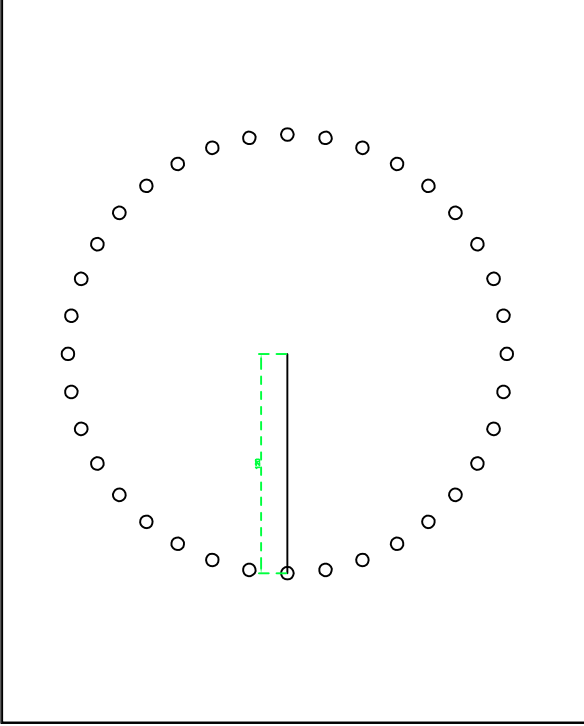
| | | | |
|--|---|---------------|---|
| <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> |  Vista aérea y coordenadas |
| <i>Dibujado</i> | Julián de Dios Royo | | |
| <i>Comprobado</i> | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | |
| <i>Escala:</i> |  Ingeniería de Organización Industrial | | Lamina n. 02 |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | N. Alumno: Julián de Dios Royo Curso: 4º Curso TFG |



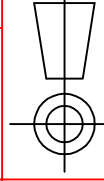


| | | | | | |
|----------------------|---|---------------------------------------|--|--|---------------------|
| | | <i>Firma:</i> | | <i>UDIMA</i> | |
| | | | | Ubicación general y proximidad al pueblo | |
| <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | | | | |
| | Julión de Dios Royo | | | | |
| <i>Dibujado</i> | | | | | |
| <i>Comprobado</i> | | | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | | | |
| <i>Escala:</i> |  | Ingeniería de Organización Industrial | | | |
| | | | | <i>Lamina n.</i> | 03 |
| | | | | <i>N. Alumno:</i> | Julión de Dios Royo |
| | | | | <i>Curso:</i> | 4º Curso TFG |

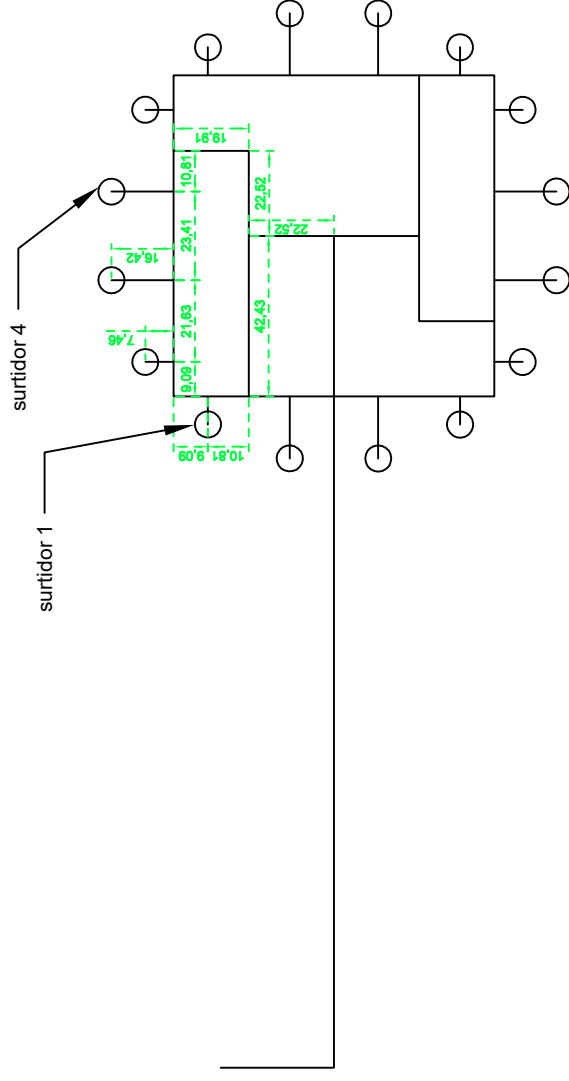
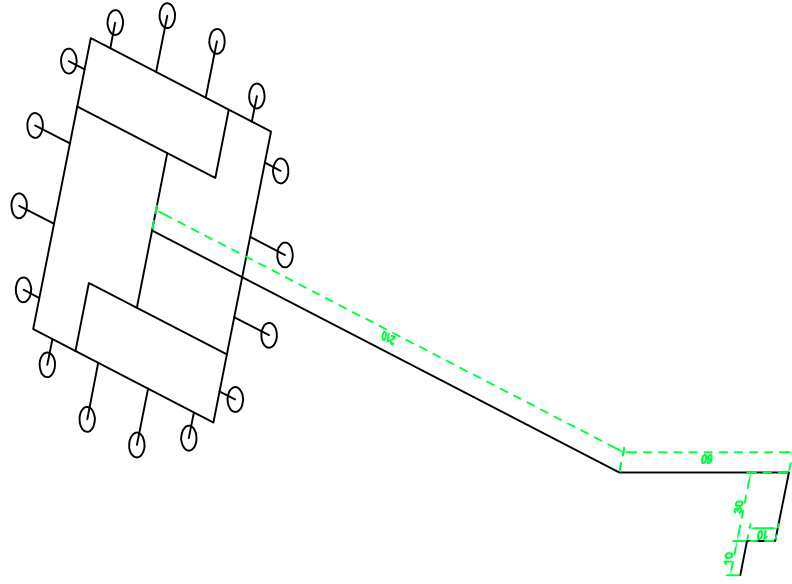
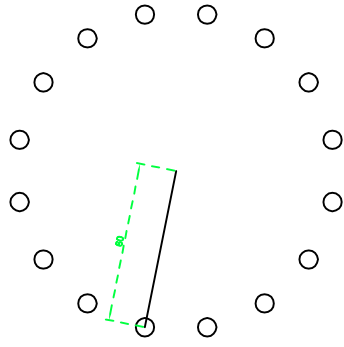


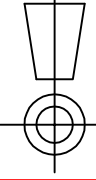


| | | | |
|----------------------|--|---------------|---------------------------------------|
| <i>Dibujado</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> |
| <i>Comprobado</i> | Julián de Dios Royo | | |
| <i>id. s. normas</i> | Unidades: decímetros | | |
| <i>Escala:</i> | Ingeniería de Organización Industrial | | Anillo exterior |
| 1/200 | Cálculo de las variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | <i>Lamina n.</i> 04 |
| | | | <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo |
| | | | <i>Curso:</i> 4º Curso TFG |

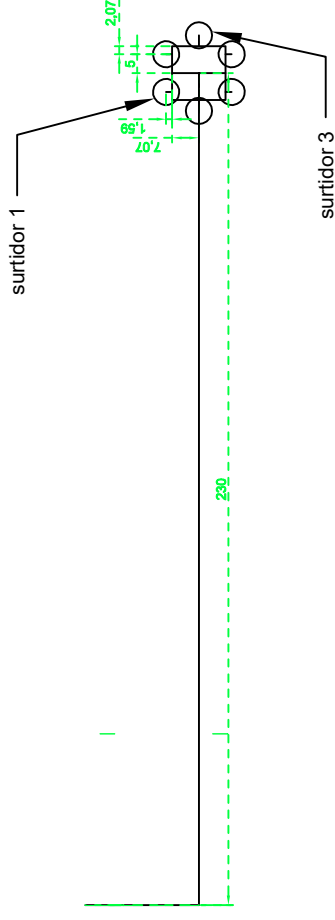
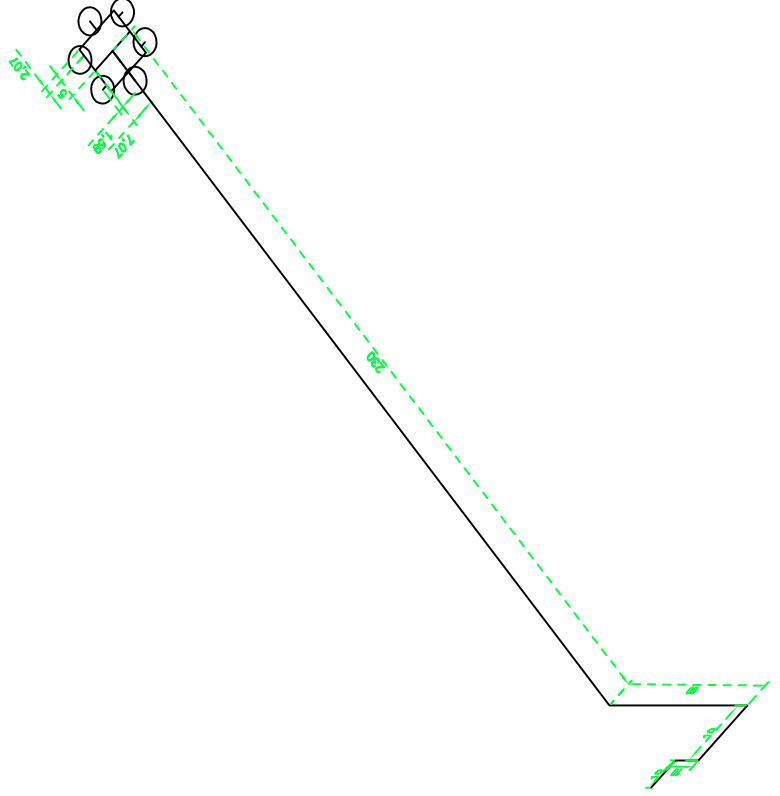
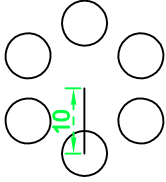


udima

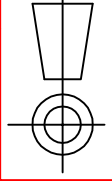


| | | | | |
|----------------------|--------------|---|-------------------|-----------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> |
| <i>Dibujado</i> | | Julián de Dios Royo | | Anillo central |
| <i>Comprobado</i> | | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | Unidades: decímetros | | |
| <i>Escala:</i> | |  Ingeniería de Organización Industrial | <i>Lamina n.</i> | 05 |
| 1/200 | | Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | <i>N. Alumno:</i> | Julián de Dios Royo |
| | | | <i>Curso:</i> | 4º Curso TFG |

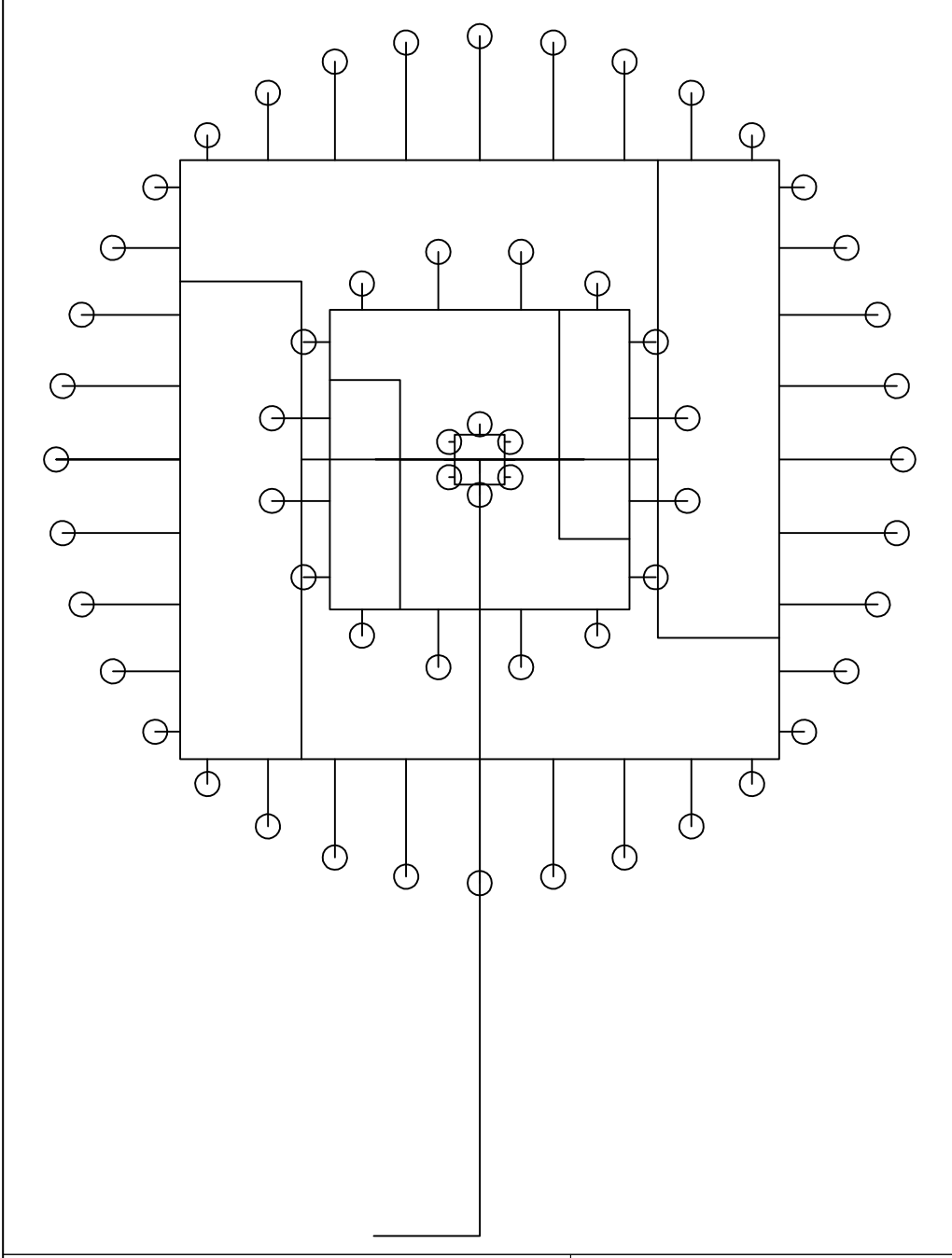
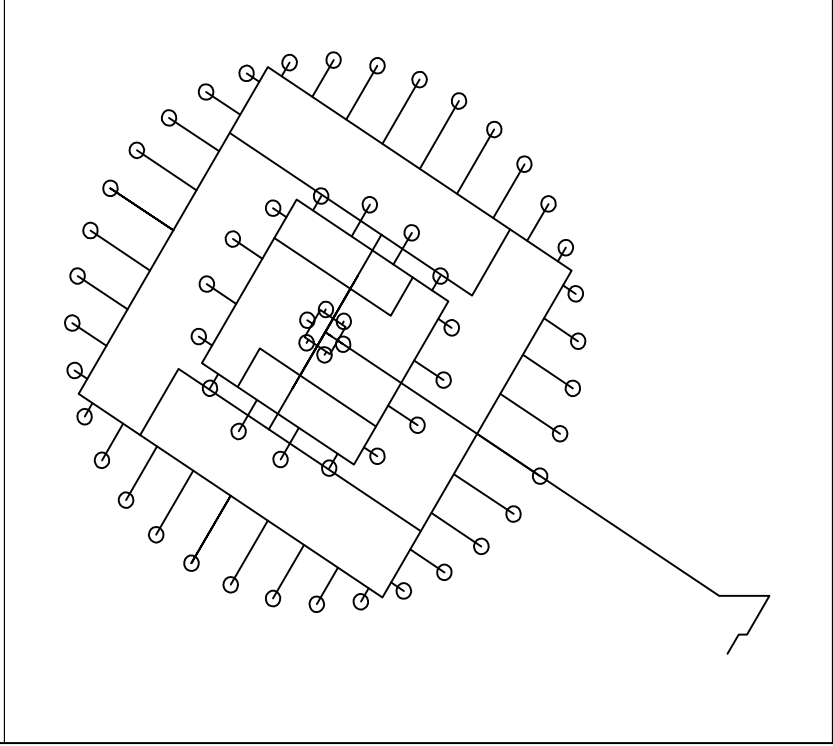
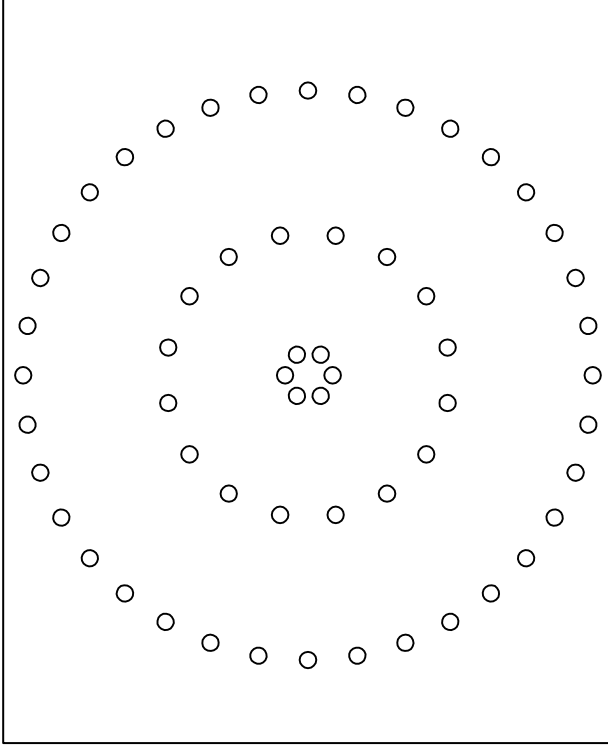




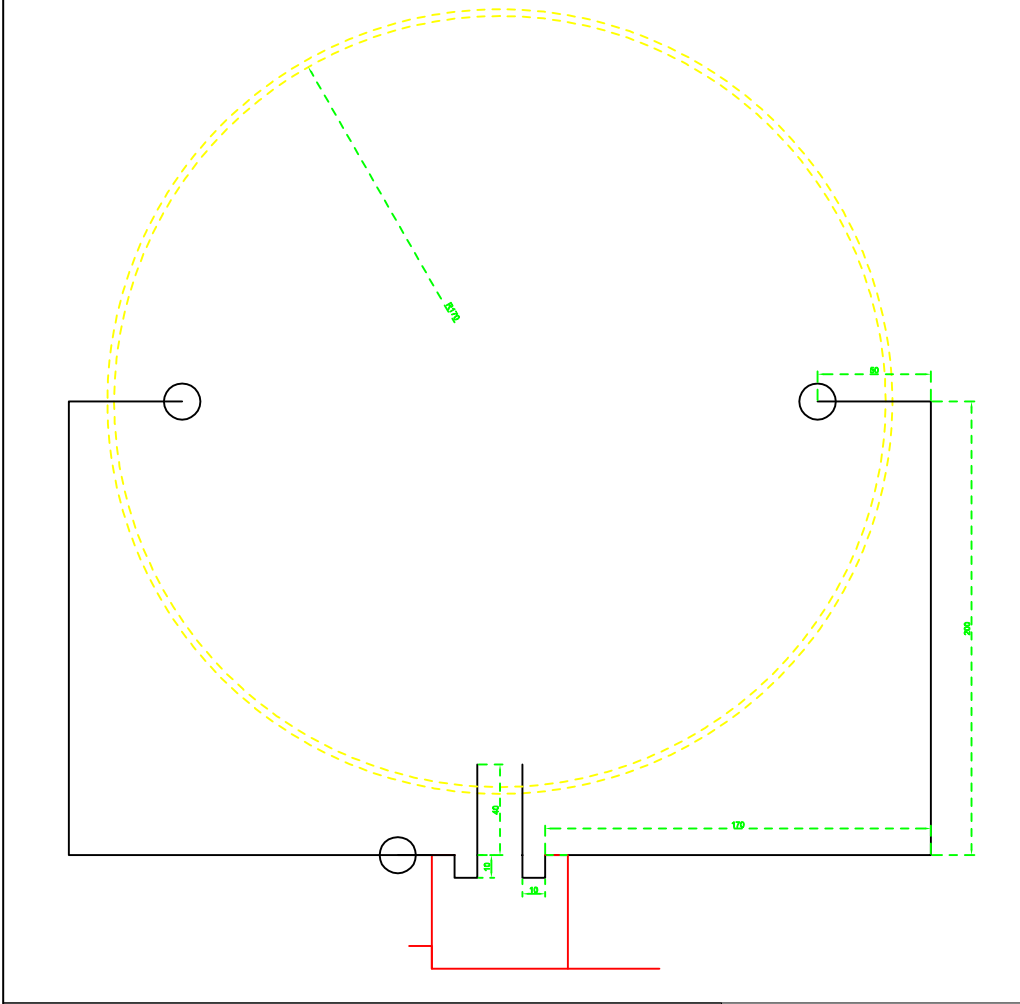
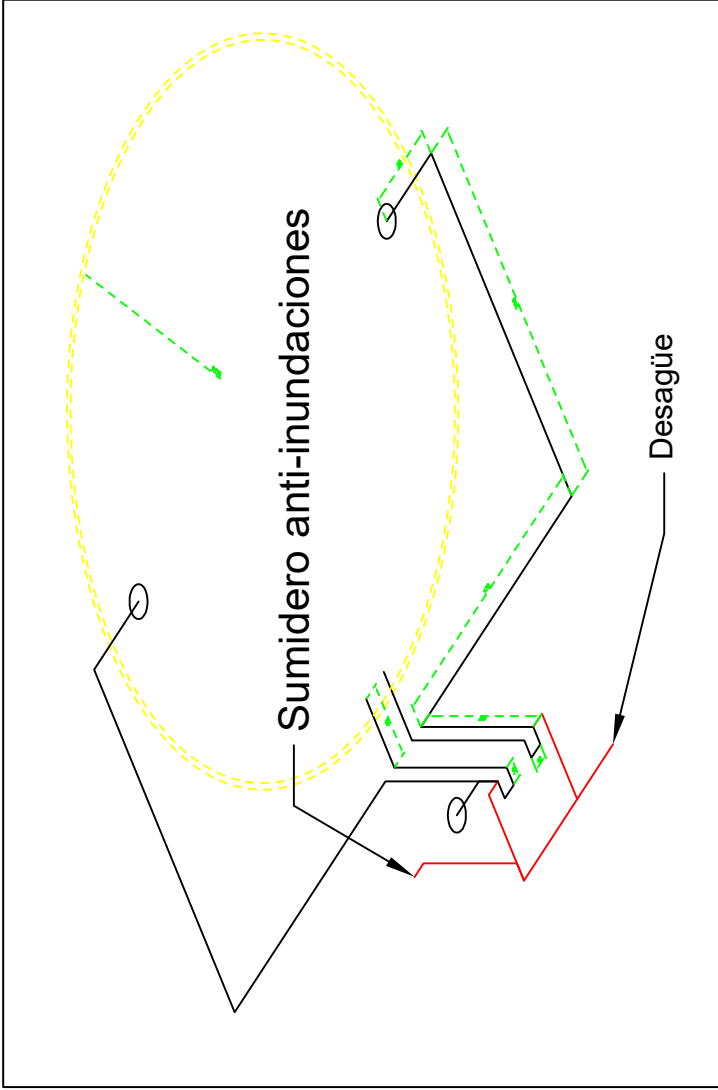
| | | | | |
|----------------------|--------------|----------------------|---------------|---------------------------------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> |
| <i>Dibujado</i> | | Julián de Dios Royo | | |
| <i>Comprobado</i> | | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | Unidades: decímetros | | |
| <i>Escala:</i> | | | | Anillo interior |
| 1/200 | | | | Lamina n. 06 |
| | | | | |
| | | | | N. Alumno: Julián de Dios Royo |
| | | | | Curso: 4º Curso TFG |

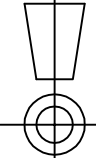


Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables



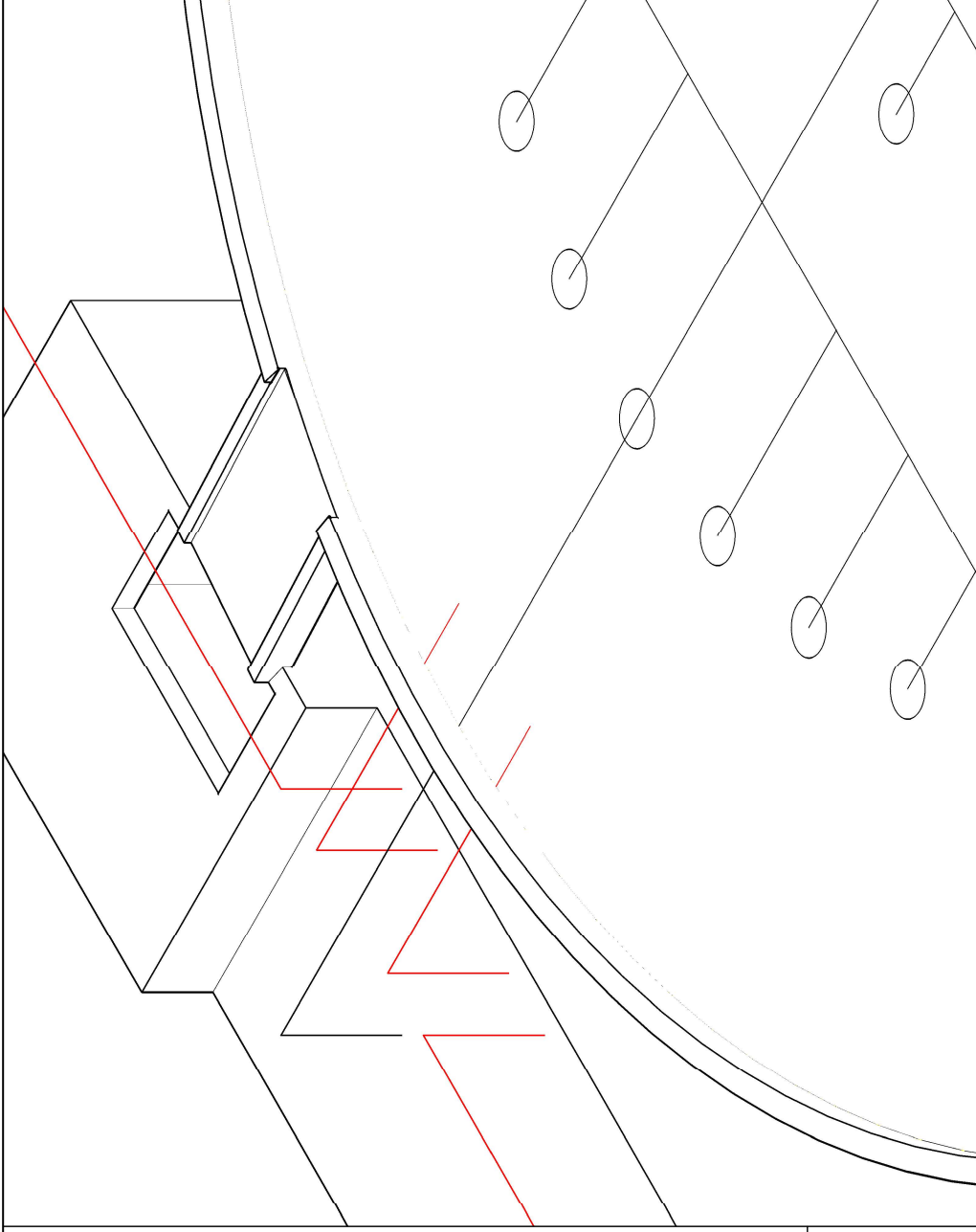
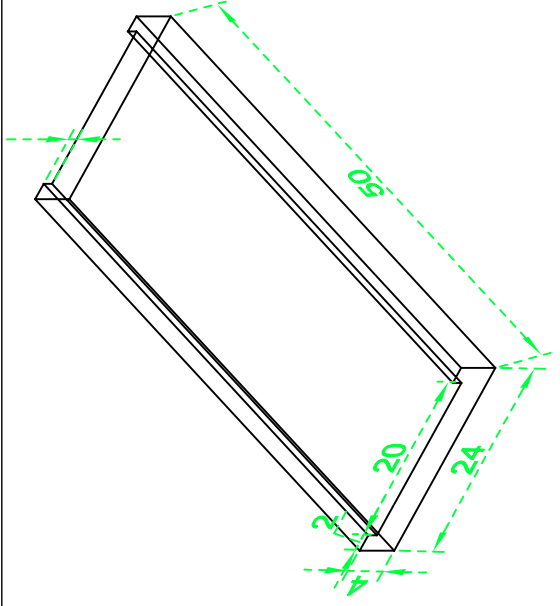
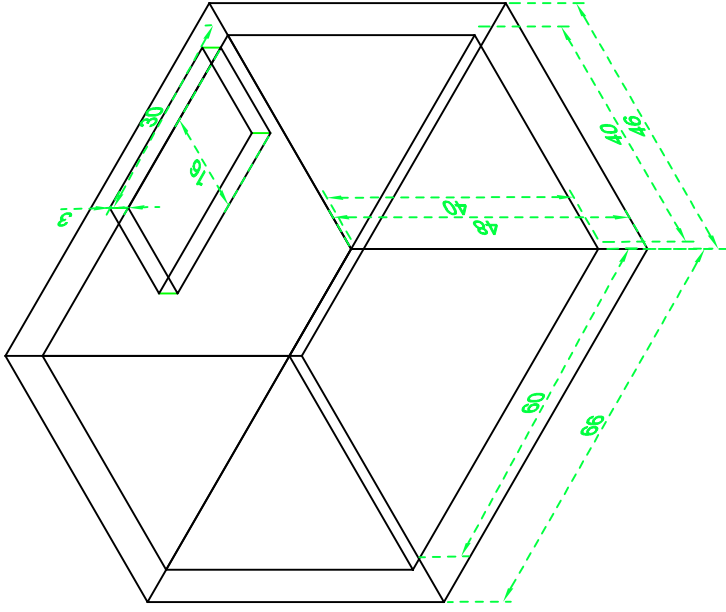
| | | | | | | | |
|----------------------|--|--|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| <i>Fecha</i> | | <i>Nombre</i> | | <i>Firma:</i> | | <i>UDIMA</i> | |
| | | Julián de Dios Royo | | | | Conjunto de anillos | |
| <i>Dibujado</i> | | | | | | <i>Lamina n.</i> | |
| <i>Comprobado</i> | | | | | | 07 | |
| <i>id. s. normas</i> | | | | | | | |
| <i>Escala:</i> | | | | Ingeniería de Organización Industrial | | <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo | |
| 1/200 | | Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | Curso: 4º Curso TFG | | | |



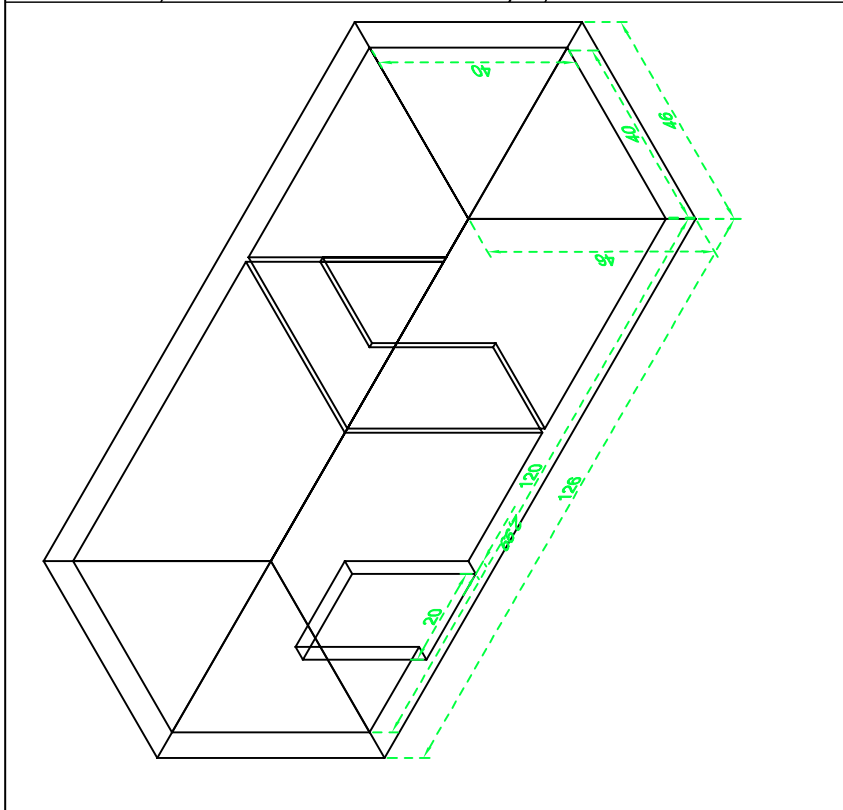
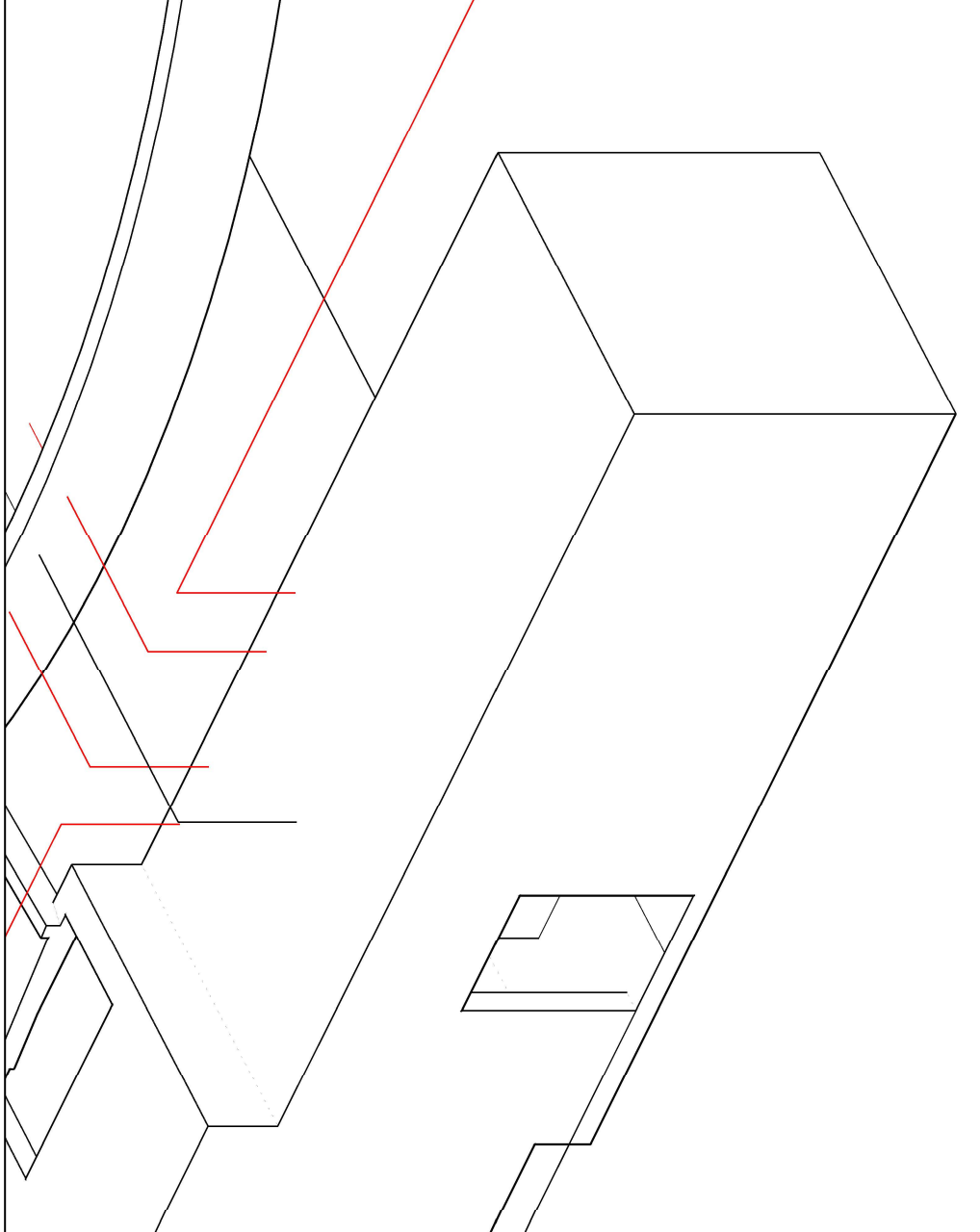
| | | | | |
|----------------------|---|---------------|-------------------|-------------------------------|
| <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> | Circuito de depuración |
| <i>Dibujado</i> | Julián de Dios Royo | | | |
| <i>Comprobado</i> | | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | | |
| <i>Escala:</i> |  Ingeniería de Organización Industrial | | <i>Lamina n.</i> | 08 |
| 1/300 | Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | <i>N. Alumno:</i> | Julián de Dios Royo |
| | | | <i>Curso:</i> | 4º Curso TFG |



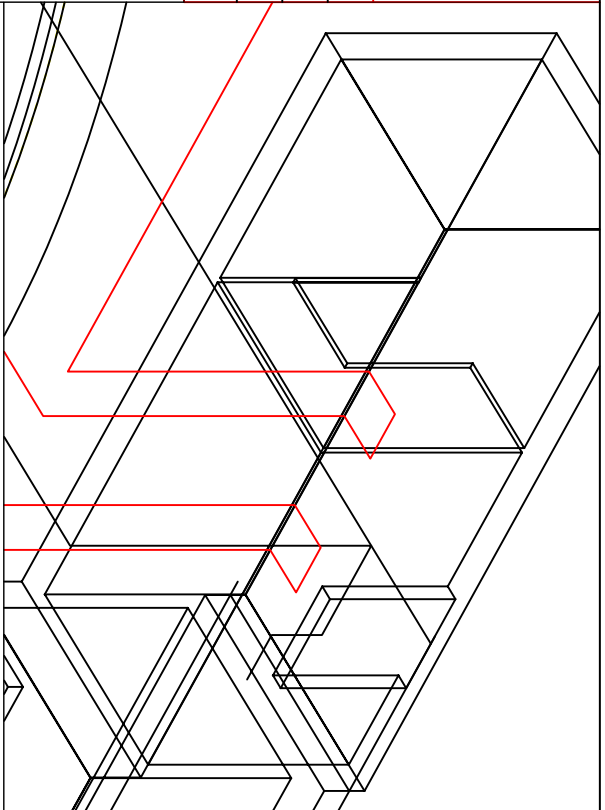
N. Alumno: Julián de Dios Royo
Curso: 4º Curso TFG

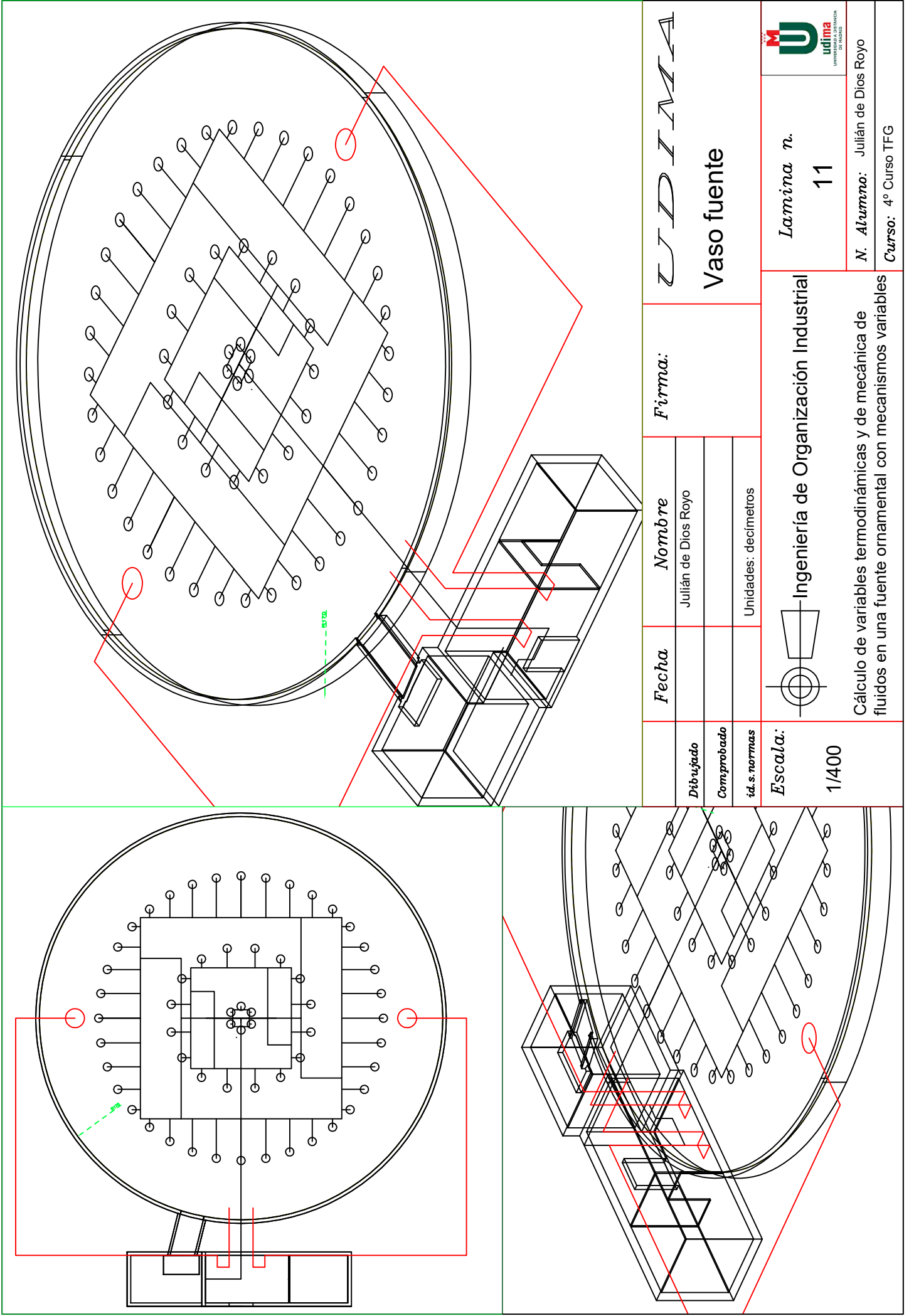


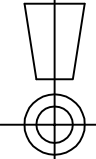
| | | | |
|--|----------------------|--------------------------------------|---|
| <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> |
| <i>Dibujado</i> | Julían de Dios Royo | Depósito de compensación y verdedero | |
| <i>Comprobado</i> | | | |
| <i>id. s. normas</i> | Unidades: decímetros | | |
| <i>Escala:</i> | | | <i>Lamina n.</i> 09 |
| | | | <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo <i>Curso:</i> 4º Curso TFG |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | |
| | | | |



| | | | | | | | |
|----------------------|--|---------------------|--|--|--|---|--|
| Fecha | | Nombre | | Firma: | | UDIMA | |
| | | Julián de Dios Royo | | | | Cuarto de máquinas | |
| Dibujado | | | | | | | |
| Comprobado | | | | | | | |
| id. s. normas | | | | Unidades: decímetros | | | |
| Escala: | | | | Ingeniería de Organización Industrial | | Lamina n. 10 | |
| | | | | | | N. Alumno: Julián de Dios Royo Curso: 4º Curso TFG | |



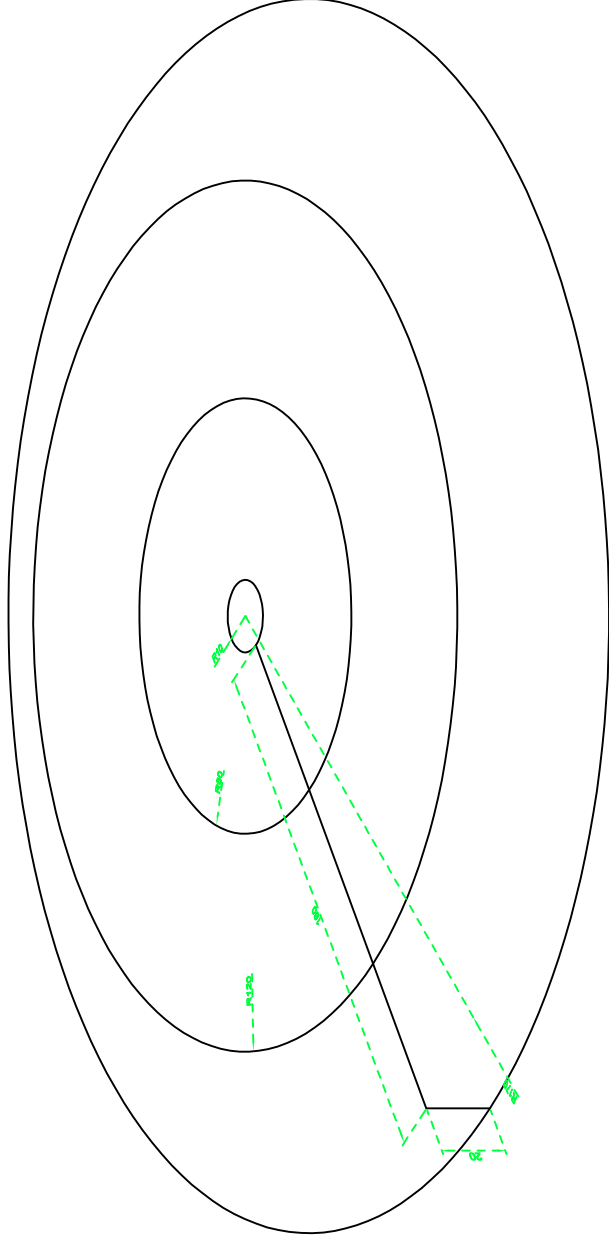
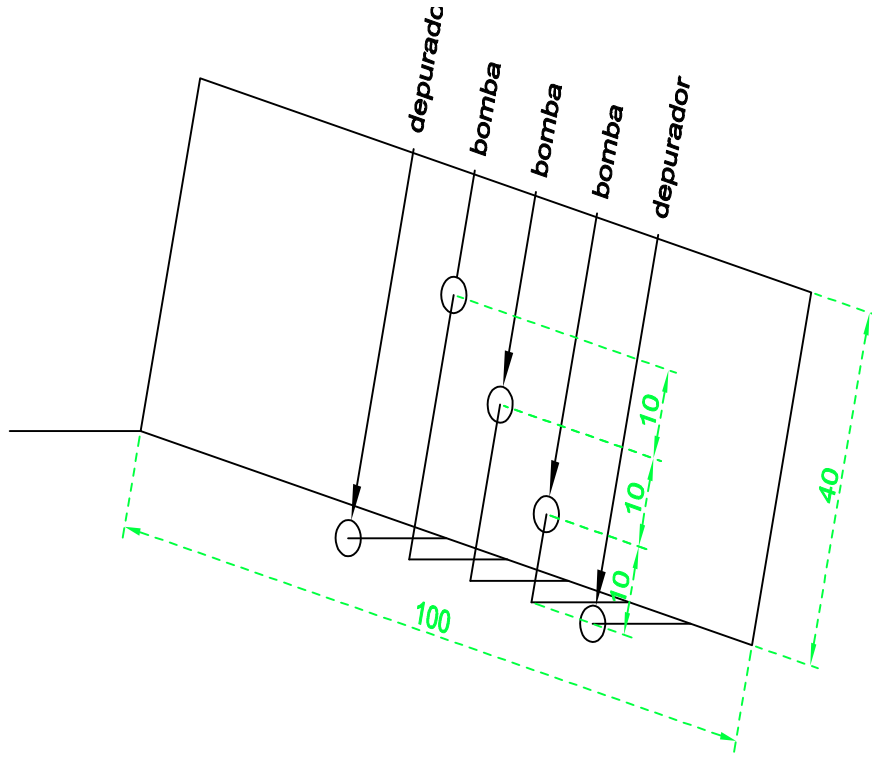


| | | | |
|----------------------|--|--|--|
| <i>Firma:</i> | | U D I M A | |
| <i>Nombre</i> | | Vaso fuente | |
| <i>Fecha</i> | | Julián de Dios Royo | |
| <i>Dibujado</i> | | | |
| <i>Comprobado</i> | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | Unidades: decímetros | |
| <i>Escala:</i> | | 1/400 | |
| | |  Ingeniería de Organización Industrial | |
| | | <i>Lamina n.</i> 11 | |
| | | <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo <i>Curso:</i> 4º Curso TFG | |

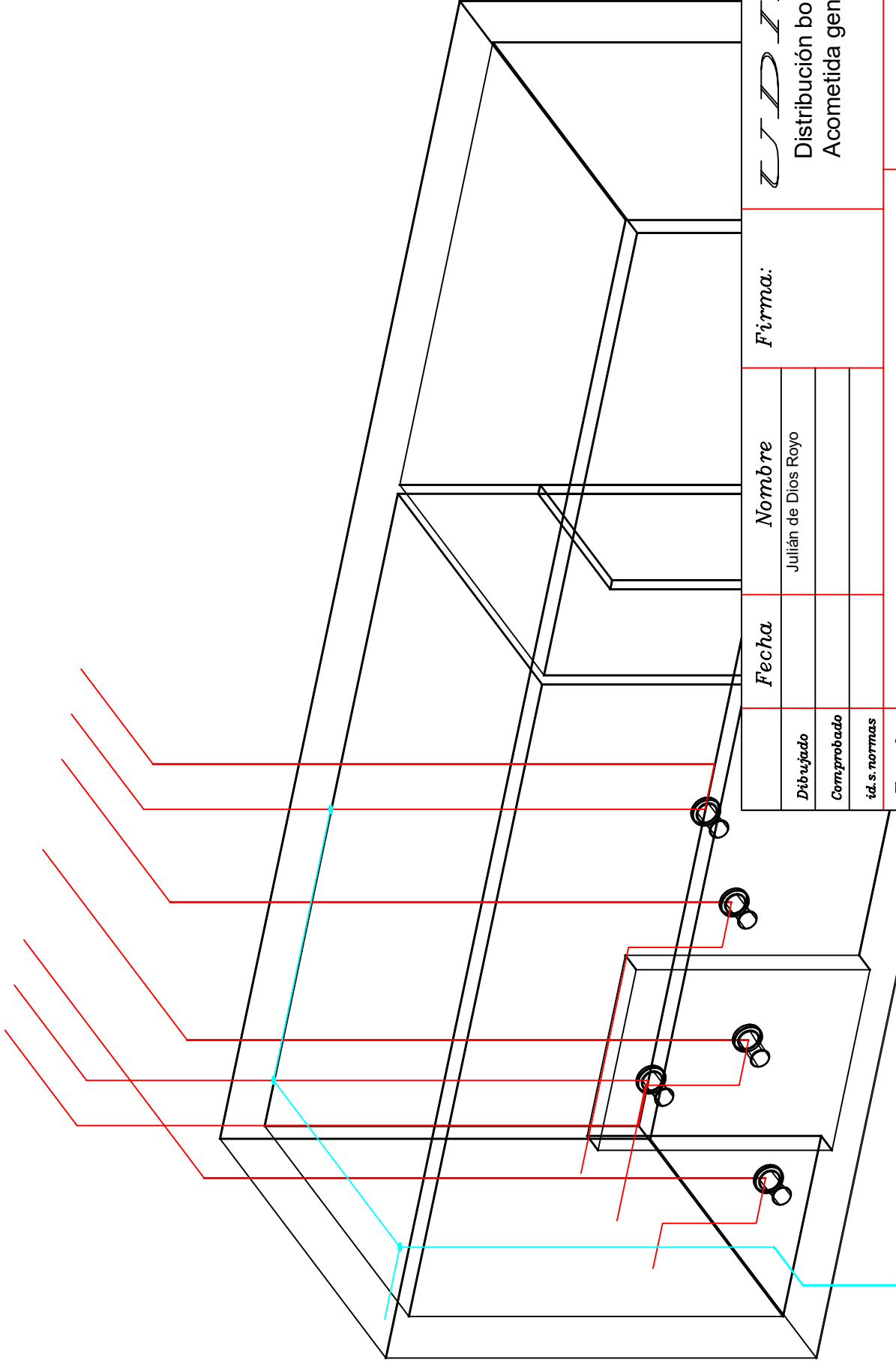


N. Alumno: Julián de Dios Royo
Curso: 4º Curso TFG

Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables



| | | | | |
|--|--|----------------------|---------------|--------------|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> |
| <i>Dibujado</i> | | Julián de Dios Royo | | |
| <i>Comprobado</i> | | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | Unidades: decímetros | | |
| <i>Escala:</i> | Ingeniería de Organización Industrial | | | |
| Tomas de tierra | | | | |
| <i>Lamina n.</i> 13 | | | | |
| <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo <i>Curso:</i> 4º Curso TFG | | | | |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | | |



UDIMA
 Distribución bombas
 Acometida general de agua

Firma:

Nombre
 Julián de Dios Royo

Fecha

Dibujado

Comprobado

id. s. normas

Escala:



Ingeniería de Organización Industrial

Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables

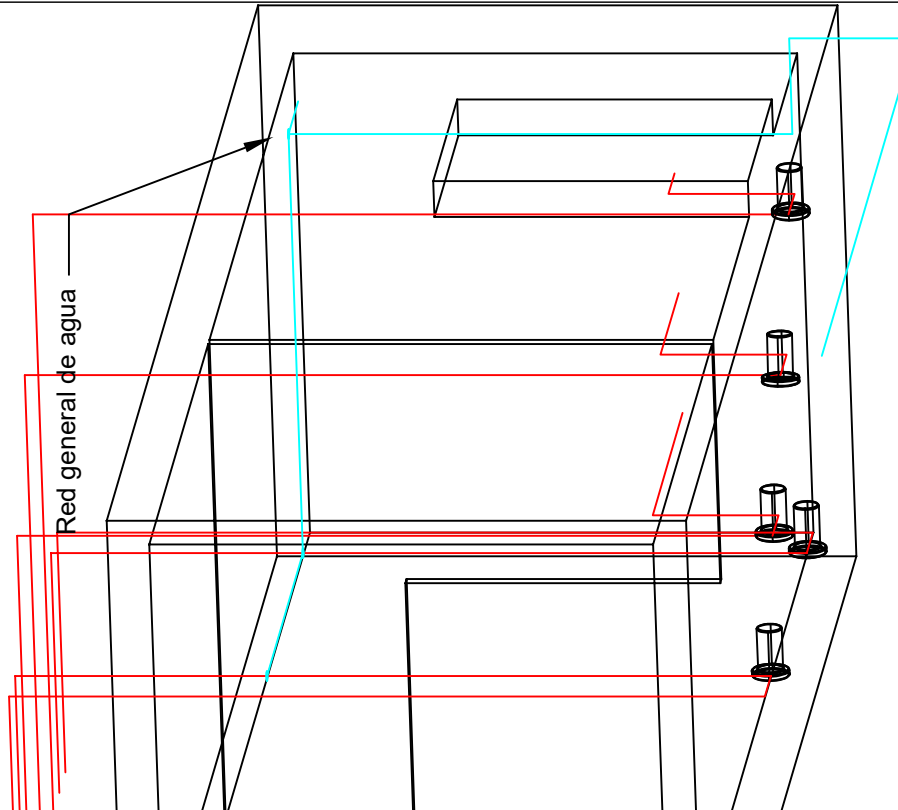
Lamina n.
 14

N. Alumno: Julián de Dios Royo

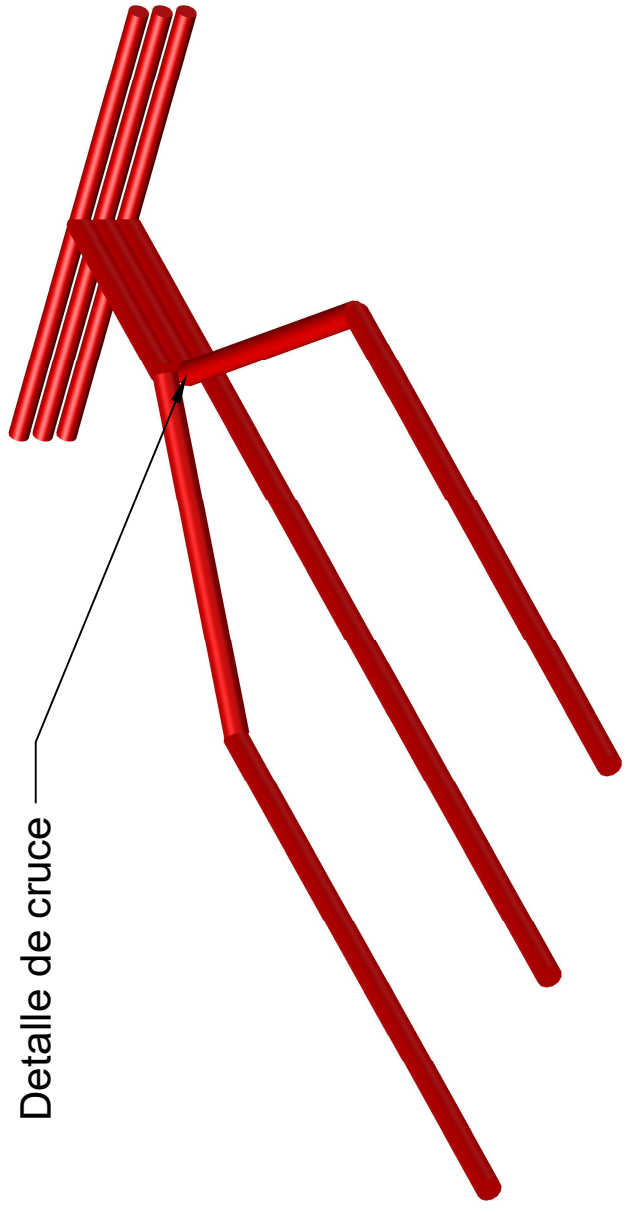
Curso: 4º Curso TFG



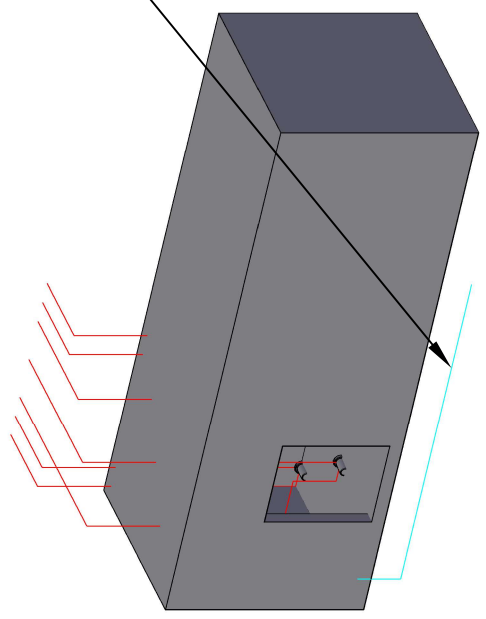
Red general de agua



Detalle de cruce

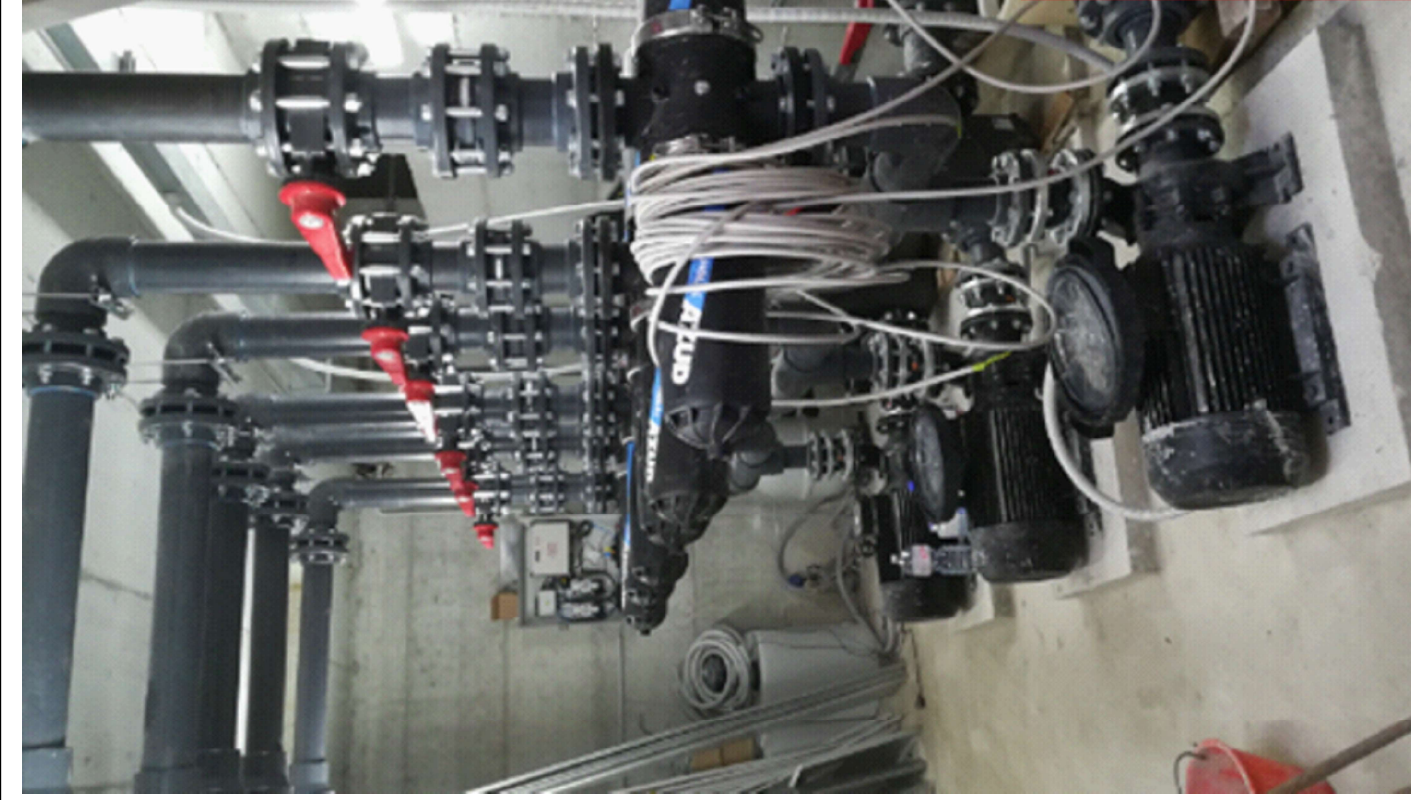




Red general de agua

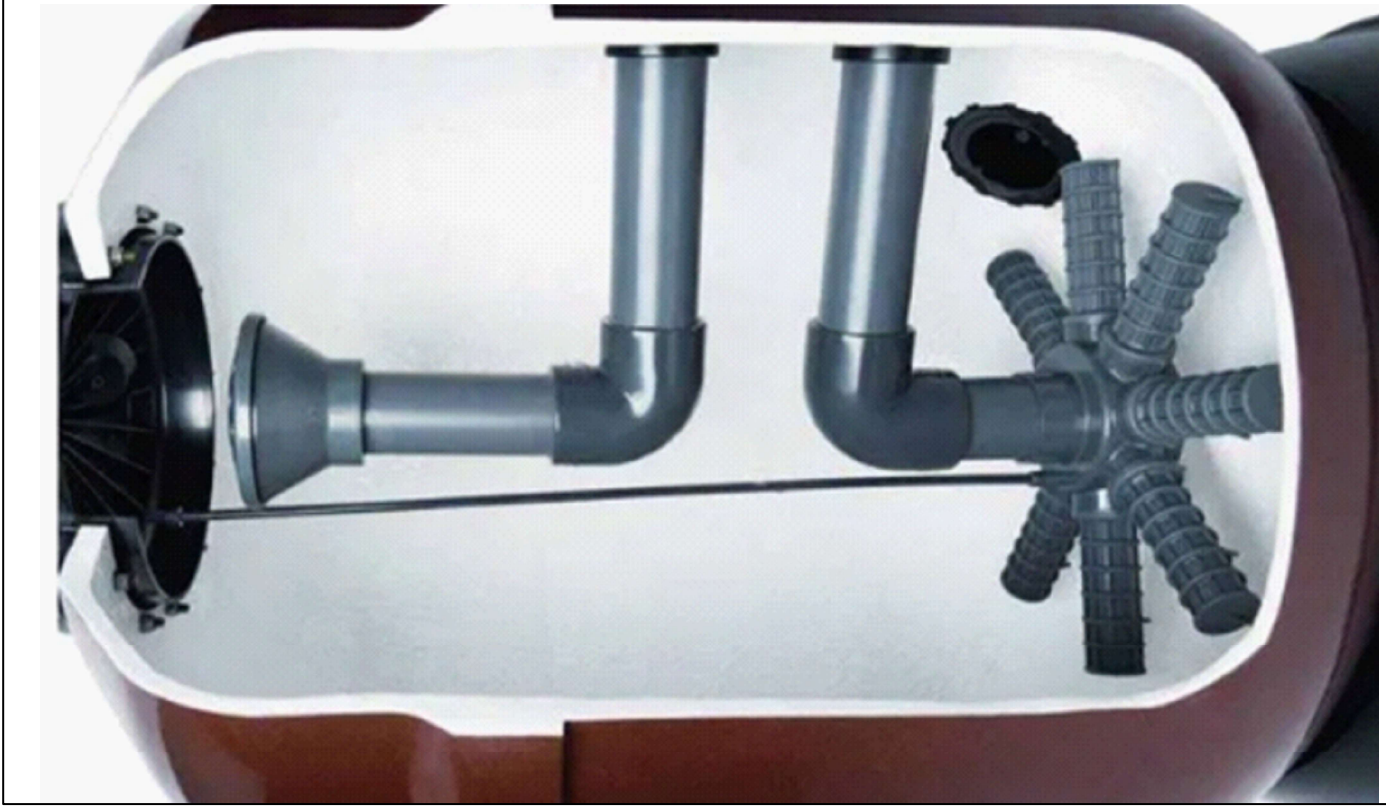




| | | | |
|--|---------------------------------------|---------------|--|
| <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> Detalle cruce tuberías en centro vaso Detalle de altura de 1 m de succión Detalle de acometida de agua general |
| <i>Dibujado</i> | Julián de Dios Royo | | |
| <i>Comprobado</i> | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | |
| <i>Escala:</i> | Ingeniería de Organización Industrial | | <i>Lamina n.</i> 15 |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo <i>Curso:</i> 4º Curso TFG |

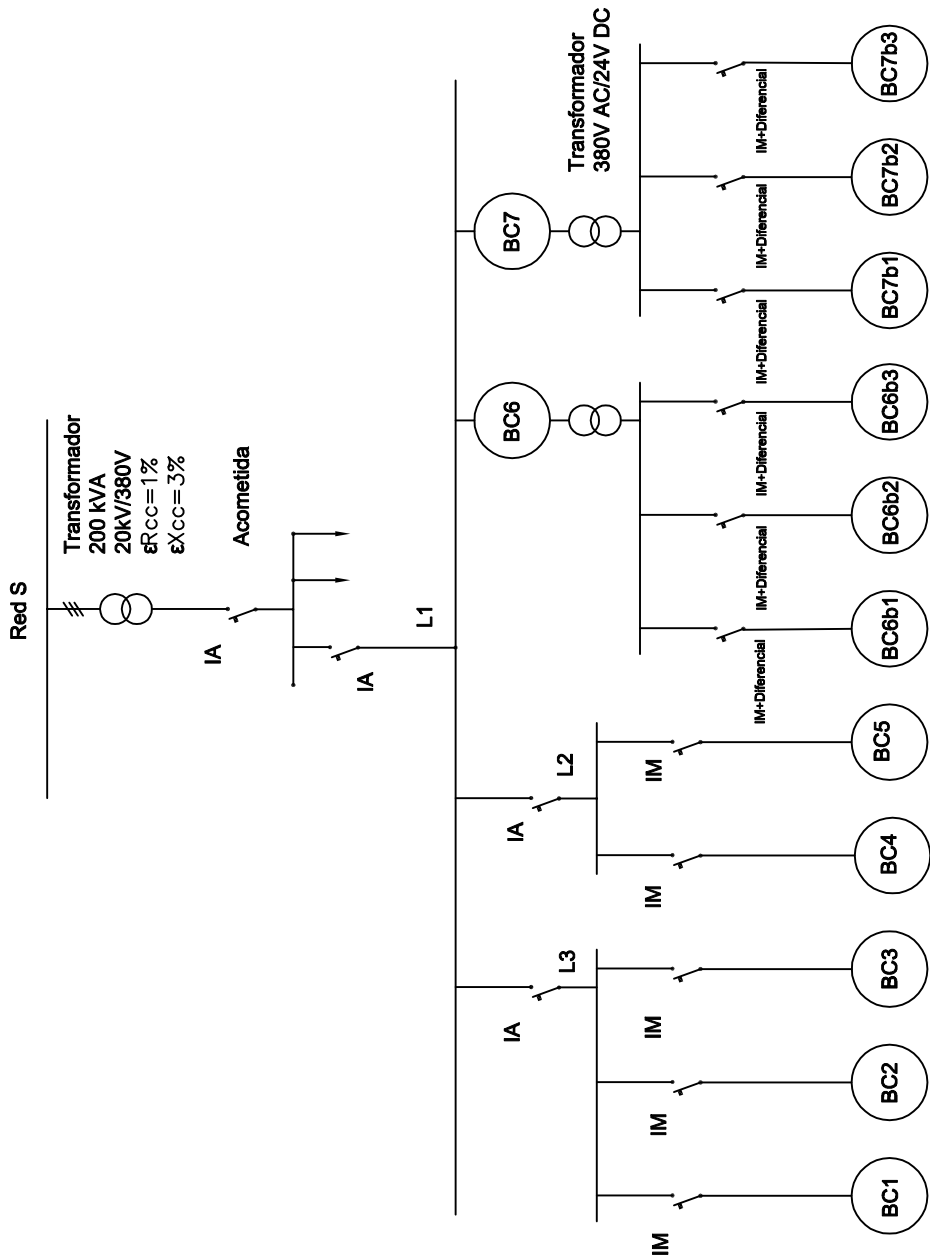




| | | | | |
|--|---|---------------------------------------|------------------------|---|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | UDIMA |
| <i>Dibujado</i> | | Julián de Dios Royo | | Detalle filtro Y paralelo Fotografía cuarto de máquinas |
| <i>Comprobado</i> | | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | | |
| <i>Escala:</i> |  | Ingeniería de Organización Industrial | <i>Lamina n.</i> 16 |  <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo <i>Curso:</i> 4º Curso TFG |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | | |



| | | | | |
|--|---|---------------------|---------------|--|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> |
| <i>Dibujado</i> | | Julián de Dios Royo | | Filtro de arena Control de pH, cloro y floculante |
| <i>Comprobado</i> | | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | | |
| <i>Escala:</i> |  Ingeniería de Organización Industrial | | | Lamina n. 17 |
| | | | |  |
| | | | | N. Alumno: Julián de Dios Royo Curso: 4º Curso TFG |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | | |



Bomba anillo exterior 25 HP
Bomba anillo central 40 HP
Bomba anillo interior 30 HP
Electroválvulas 1450 W
FOCOS 928 W

Firma:

Nombre

Fecha

Dibujado

Comprobado

id. s. normas

Escala:

Ingeniería de Organización Industrial

Cálculo de las variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables

Escala:

UDIMA

Esquema eléctrico

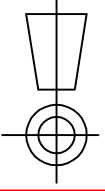
Lamina n.
18

N. Alumno: Julián de Dios Royo

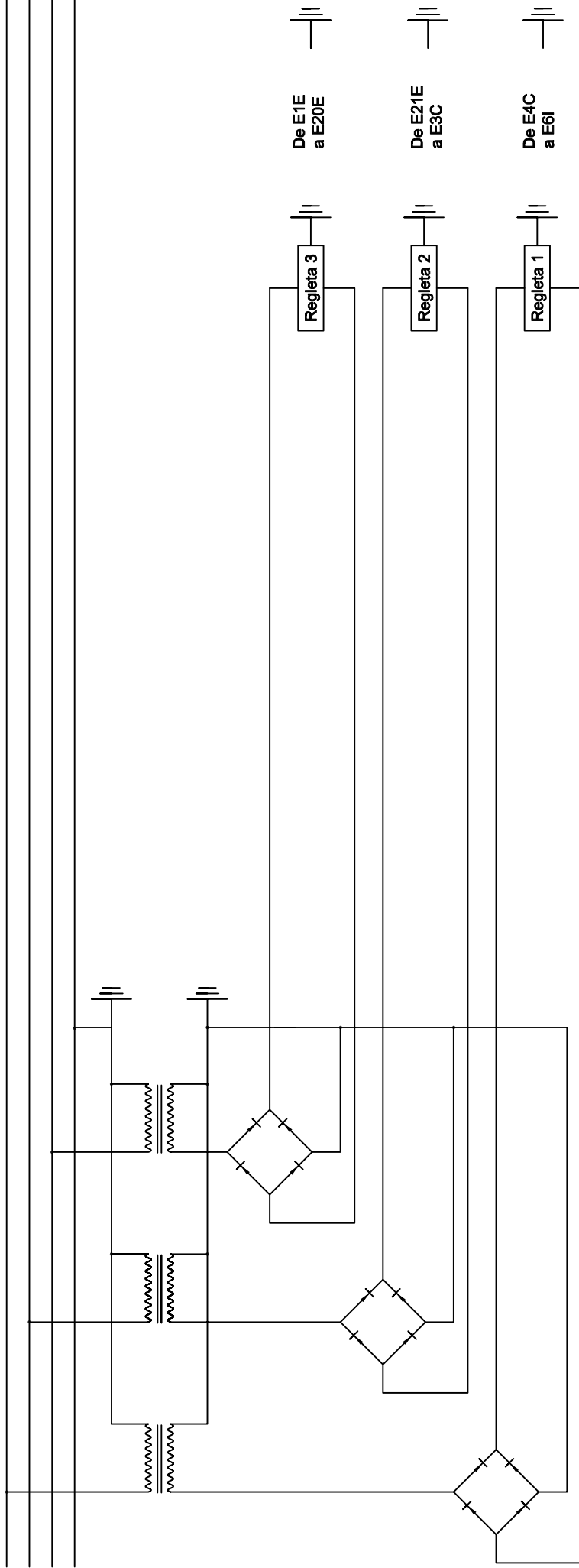
Curso: 4º Curso TFG





Ingeniería de Organización Industrial



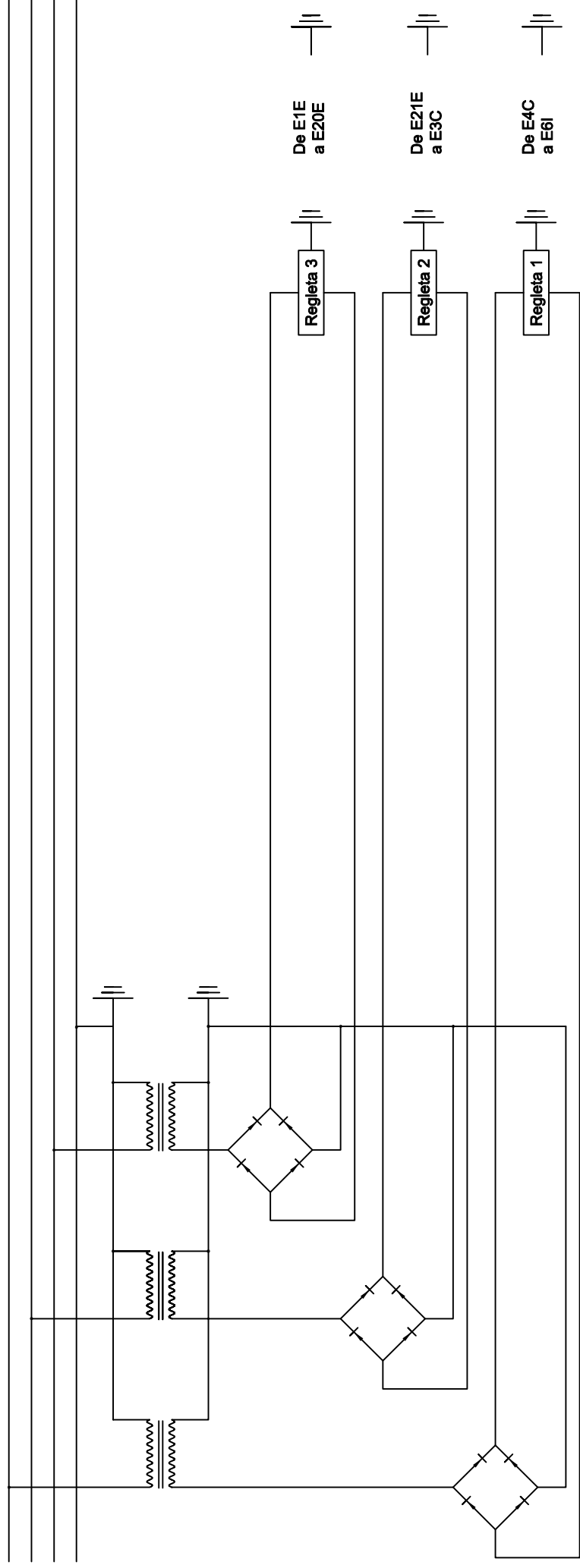
Cálculo de las variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables



| | | | | |
|--|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------|--|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> Julián de Dios Royo | <i>Firma:</i> |  Transformador rectificador electroválvulas |
| <i>Dibujado</i> | | | | |
| <i>Comprobado</i> | | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | | |
| <i>Escala:</i>  | Ingeniería de Organización Industrial | | | <i>Lamina n.</i> 19 |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | | <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo |
| | | | | <i>Curso:</i> 4º Curso TFG |



Universidad de Burgos



| | | | |
|----------------------|---------------------|--|--|
| | | <i>U D I M A</i> | |
| | | Transformador rectificador de focos | |
| <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | |
| <i>Dibujado</i> | Julián de Dios Royo | | |
| <i>Comprobado</i> | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | |
| <i>Escala:</i> | | | |
| | | <i>Lamina n.</i> 20 | |
| | | | |
| | | <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo | |
| | | <i>Curso:</i> 4º Curso TFG | |

Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables

Plano de bornes electroválvulas 1

| Polaridad | Regleta 1 | Texto | Código | Cable | Potencial |
|-----------|-----------|-----------------|--------|-----------|-----------|
| + | Ø | Electroválvulas | E1E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Electroválvulas | E2E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Electroválvulas | E3E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Electroválvulas | E4E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Electroválvulas | E5E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Electroválvulas | E6E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Electroválvulas | E7E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Electroválvulas | E8E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Electroválvulas | E9E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Electroválvulas | E10E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Electroválvulas | E11E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Electroválvulas | E12E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Electroválvulas | E13E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Electroválvulas | E14E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Electroválvulas | E15E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Electroválvulas | E16E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Electroválvulas | E17E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Electroválvulas | E18E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Electroválvulas | E19E | 2XH07RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Electroválvulas | E20E | 2XH07RN-F | 24 V DC |

| | | | | | | |
|--|--|--------------|--|---------------------------------------|--|-------------------------------|
| <i>Dibujado</i> | | <i>Fecha</i> | | <i>Nombre</i> | | |
| <i>Comprobado</i> | | | | Julián de Dios Royo | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | | | | |
| <i>Escala:</i> | | | | Ingeniería de Organización Industrial | | <i>Lamina n.</i> 21 |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | | | | |
| M. <i>Alumno:</i> Julián de Dios Royo <i>Curso:</i> 4º Curso TFG | | | | | | |



Plano de bornes electroválvulas 2

| Polaridad | Regleta 2 | Texto | Código | Cable | Potencial |
|-----------|-----------|-----------------|--------|------------|-----------|
| + | Ø | Electroválvulas | E21E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E22E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E23E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E24E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E25E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E26E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E27E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E28E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E29E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E30E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E31E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E32E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E33E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E44E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E35E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E36E | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E1C | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E2C | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Electroválvulas | E3C | 2xH07/RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | | | | |

Firma:

Nombre

Julían de Dios Royo

Fecha

Dibujado

Comprobado

id. s. normas

Escala:



Ingeniería de Organización Industrial

Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables

UDIMA

Plano de bornes de electroválvulas 2

Lamina n.

22




N. Alumno: Julían de Dios Royo

Curso: 4º Curso TFG

Plano de bornes electroválvulas 3

| Polaridad | Regleta 3 | Texto | Código | Cable | Potencial |
|-----------|-----------|-----------------|--------|-----------|-----------|
| + | Ø | Electroválvulas | E4C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Electroválvulas | E5C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Electroválvulas | E6C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Electroválvulas | E7C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Electroválvulas | E8C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Electroválvulas | E9C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Electroválvulas | E10C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Electroválvulas | E11C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Electroválvulas | E12C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Electroválvulas | E13C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Electroválvulas | E14C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Electroválvulas | E15C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Electroválvulas | E16C | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Electroválvulas | E11 | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Electroválvulas | E21 | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Electroválvulas | E31 | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Electroválvulas | E41 | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Electroválvulas | E51 | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Electroválvulas | E61 | 2xH07RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Electroválvulas | | | |

| | | | |
|--|--|---------------------------------------|--|
|  | | Firma: | |
| | | Plano de bornes de electroválvulas 3 | |
| Fecha | | Nombre | |
| Dibujado | | Julián de Dios Royo | |
| Comprobado | | Ingeniería de Organización Industrial | |
| id. s. normas | | Lamina n. 23 | |
| Escala: | | M. Alumno: Julián de Dios Royo | |
| Escala: | | Curso: 4º Curso TFG | |

Plano de bornes focos 1

| Polaridad | Regleta 1 | Te xto | Código | Cable | Potencial |
|-----------|-----------|-------------------|--------|----------|-----------|
| + | Ø | Leds ornamentales | F1E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F2E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F3E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F4E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F5E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F6E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F7E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F8E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F9E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F10E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F11E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F12E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F13E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F14E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F15E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F16E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F17E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F18E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F19E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | F20E | 2xH07RNF | 24 V DC |
| - | Ø | | | | |
| + | Ø | Leds ornamentales | | | |
| - | Ø | | | | |

Firma:

Nombre

Julián de Dios Royo

Fecha

Dibujado

Comprobado

id. s. normas

Escala:



Ingeniería de Organización Industrial

Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables

UDIMA

Plano de bornes de focos 1

Lamina n.

24



N. Alumno: Julián de Dios Royo

Curso: 4º Curso TFG

Plano de bornes focos 2

| Polaridad | Regleta 2 | Texto | Código | Cable | Potencial |
|-----------|-----------|-------------------|--------|-----------|-----------|
| + | Ø | Leds ornamentales | F21E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F22E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F23E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F24E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F25E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F26E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F27E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F28E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F29E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F30E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F31E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F32E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F33E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F44E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F35E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F36E | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F1C | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F2C | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F3C | 2xHO7RN-F | 24 VDC |
| - | Ø | Leds ornamentales | | | |

Firma:

Nombre

Julián de Dios Royo

Fecha

Dibujado

Comprobado

id. s. normas

Escala:



Ingeniería de Organización Industrial

Lamina n.

25



Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables

N. Alumno: Julián de Dios Royo

Curso: 4º Curso TFG

UDIMA

Plano de bornes de focos 2

Plano de bornes focos 3

| Polaridad | Regleta 3 | Texto | Código | Cable | Potencial |
|-----------|-----------|-------------------|--------|-----------|-----------|
| + | Ø | Leds ornamentales | F4C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F5C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F6C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F7C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F8C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F9C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F10C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F11C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F12C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F13C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F14C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F15C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F16C | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F1I | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F2I | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F3I | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F4I | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| - | Ø | Leds ornamentales | F5I | 2xHO7RN-F | 24 V DC |
| + | Ø | Leds ornamentales | F6I | 2xHO7RN-F | 24 V DC |

Firma:

Nombre

Julián de Dios Royo

Fecha

Dibujado

Plano de bornes de focos 3

Comprobado

id. s. normas

Escala:



Ingeniería de Organización Industrial

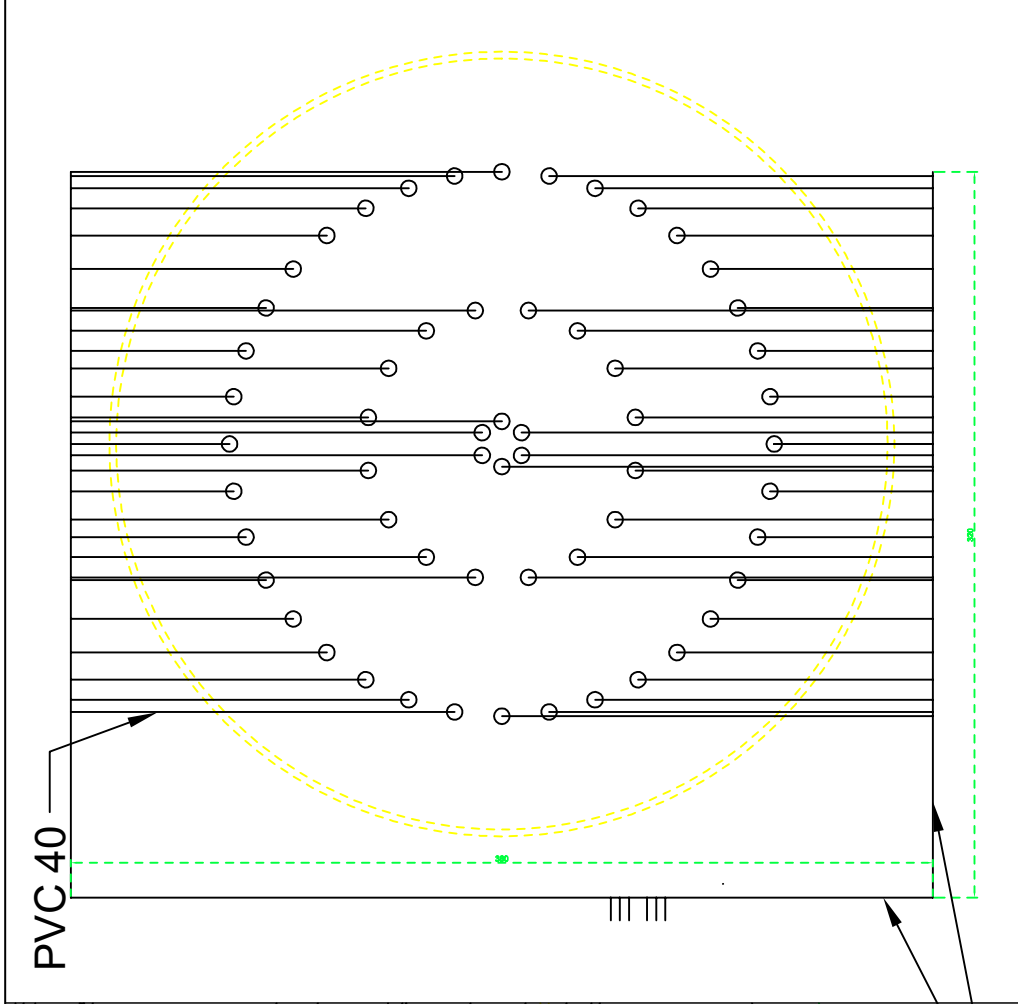
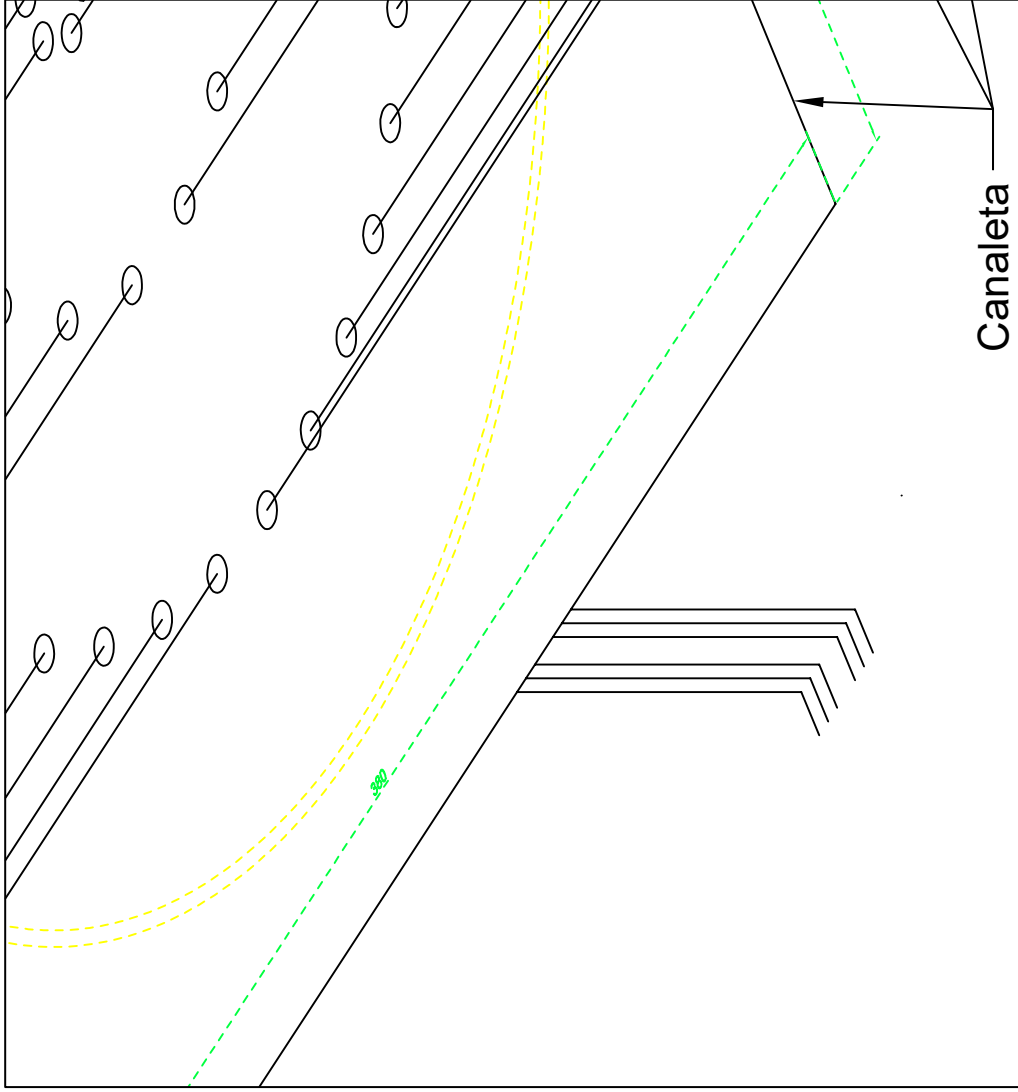
Lamina n.
26



Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables

N. Alumno: Julián de Dios Royo

Curso: 4º Curso TFG



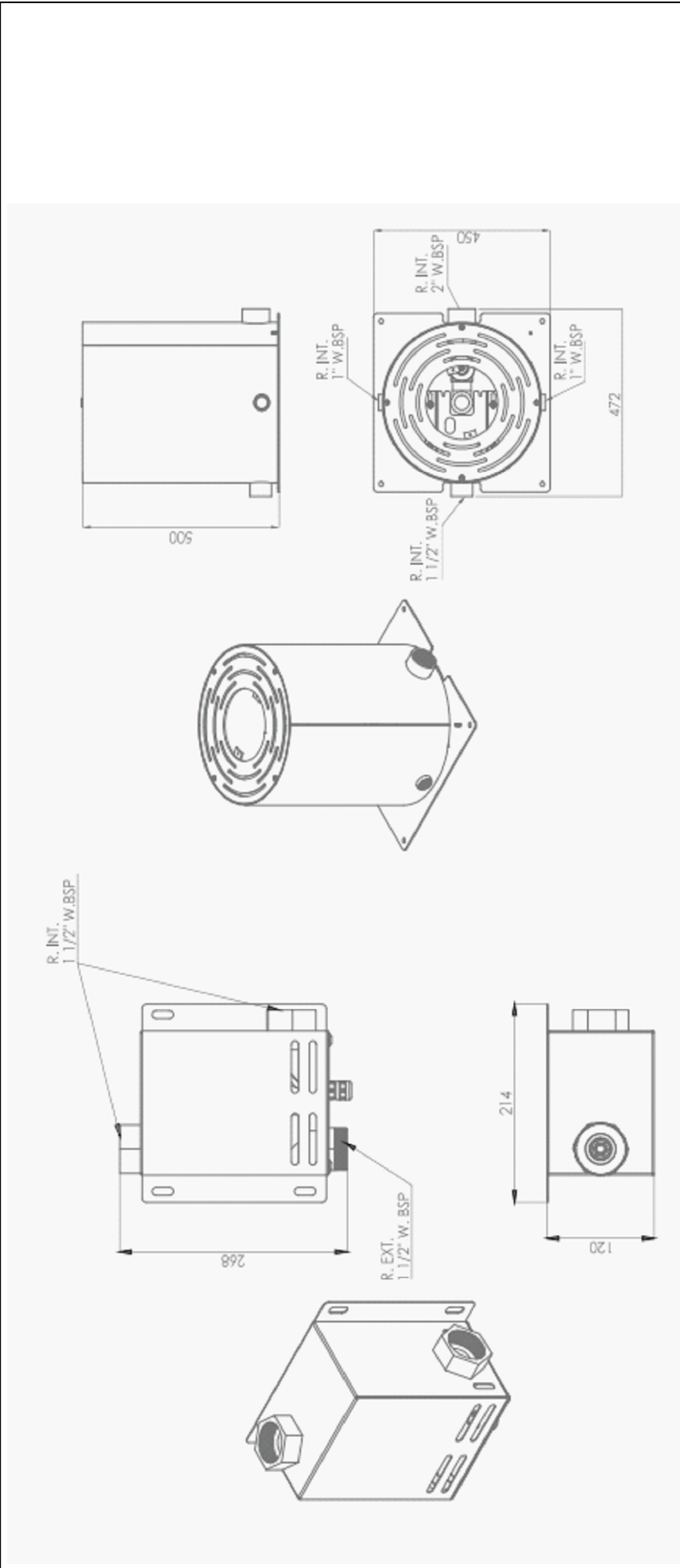
PVC 40

Canaleta

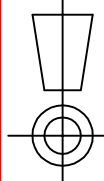
PVC 120

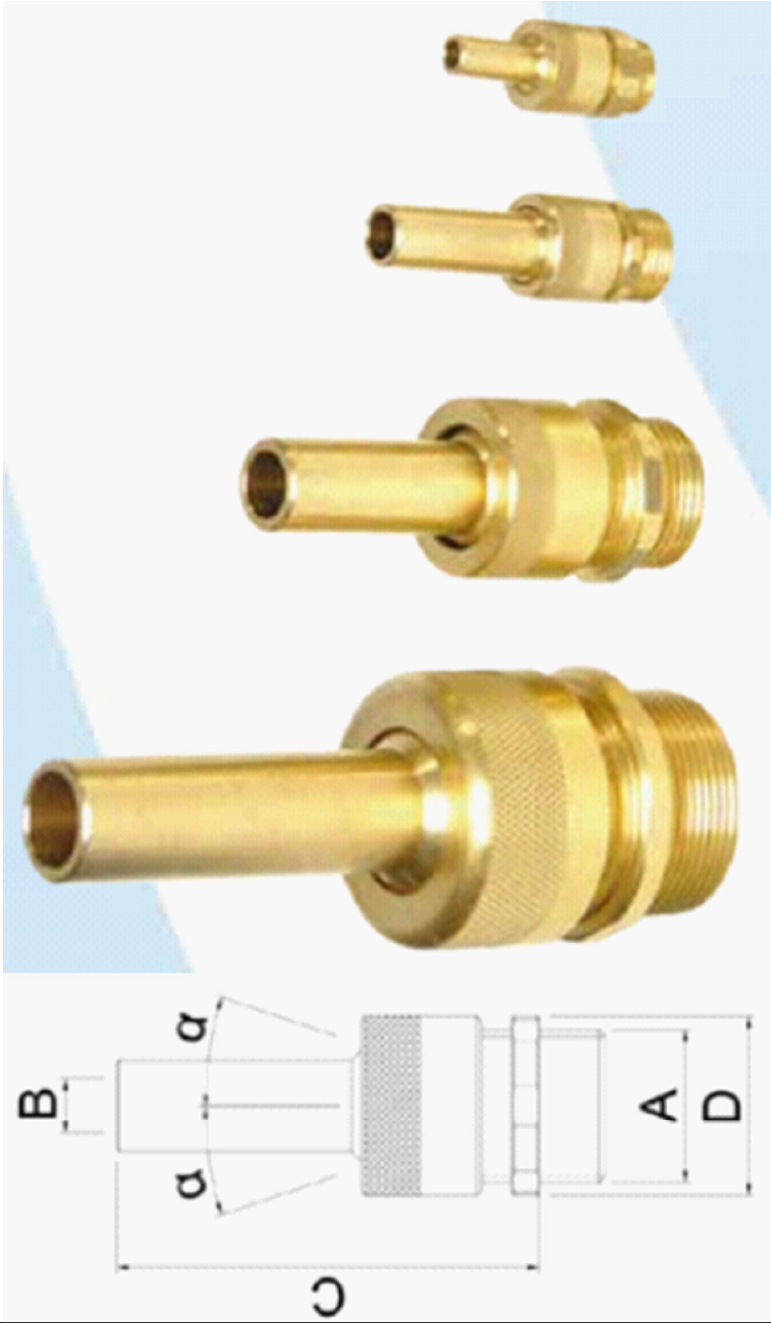
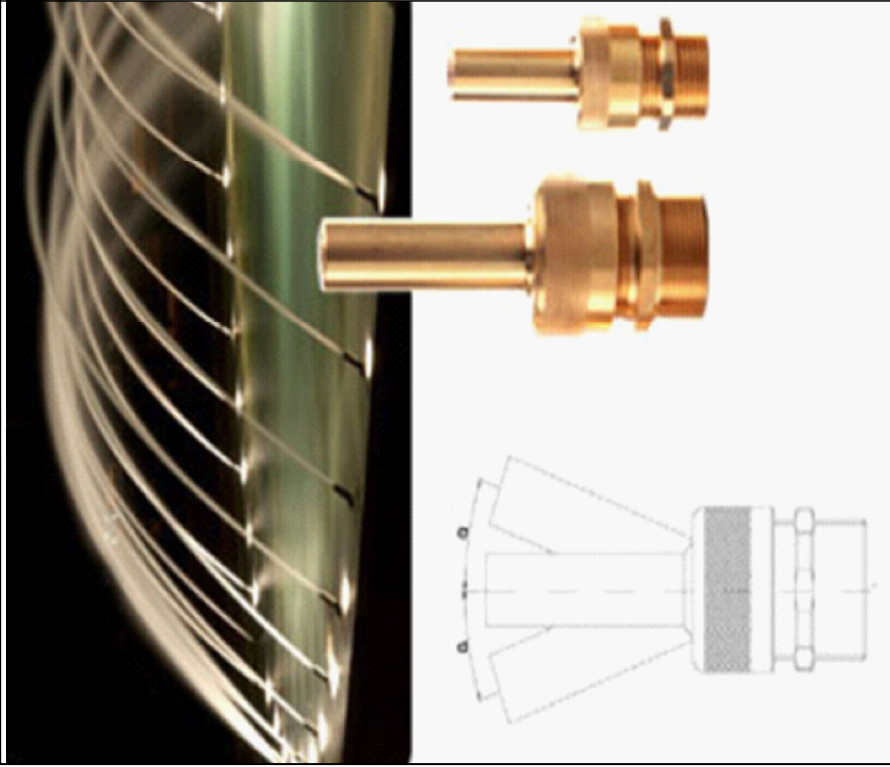
| | | | |
|--|---------------------------------------|---------------|------------------------|
| <i>Dibujado</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | |
| <i>Comprobado</i> | Julián de Dios Royo | | |
| <i>id. s. normas</i> | Unidades: decímetros | | |
| <i>Escala:</i> | Ingeniería de Organización Industrial | | <i>Lamina n.</i> 27 |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | |
| <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo <i>Curso:</i> 4º Curso TFG | | | |

UDI MA
 Canaleta para cable H07RN-7
 Tubo PVC D 120 cable H07RN-7
 Tubo PVC D 40 cable H07RN-7



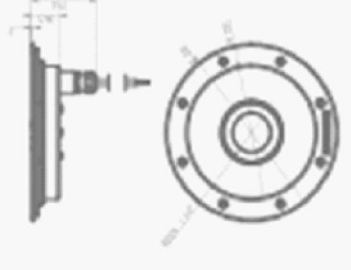
| | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> |
| <i>Dibujado</i> | Julián de Dios Royo | Switch + Nicho dinámico | |
| <i>Comprobado</i> | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | |
| <i>Escala:</i> | Ingeniería de Organización Industrial | | <i>Lamina n.</i> 28 |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo |
| | | | <i>Curso:</i> 4º Curso TFG |



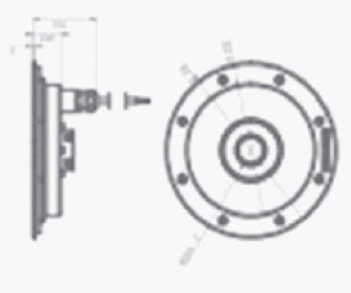


| | | | |
|--|---------------------|--------------------|---|
| <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> |
| <i>Dibujado</i> | Julián de Dios Royo | Conjunto de Lanzas | |
| <i>Comprobado</i> | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | |
| <i>Escala:</i> | | | <i>Lamina n.</i> 29 |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | <i>N. Alumno:</i> Julián de Dios Royo <i>Curso:</i> 4º Curso TFG |
| Ingeniería de Organización Industrial | | | |

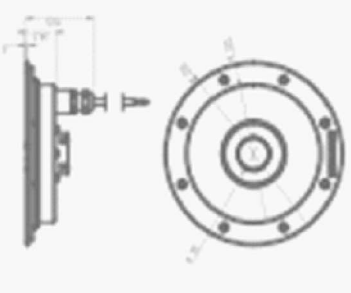
11261 CIRCULAR Ø200
1" 1/2 THREAD



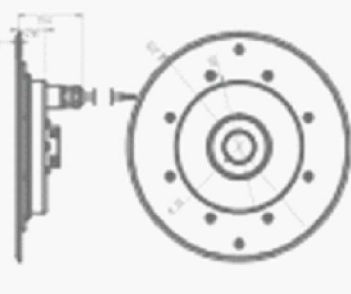
11262 CIRCULAR Ø200
1" THREAD



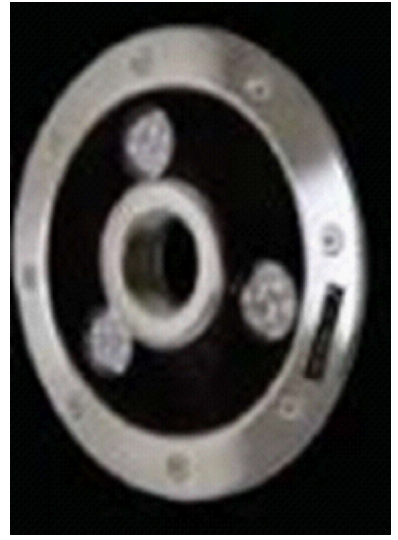
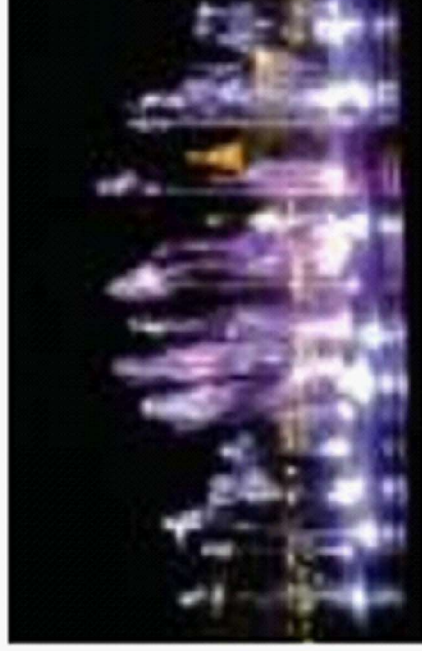
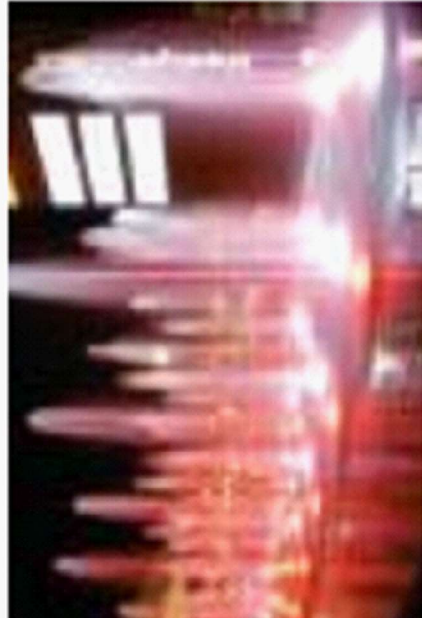
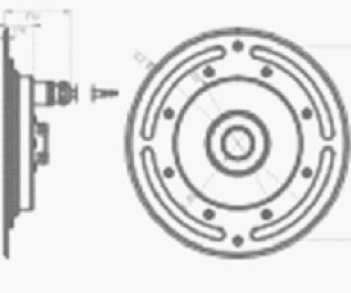
11263 CIRCULAR Ø200
NO THREAD



11264 CIRCULAR Ø200
FLAT MOUNTING

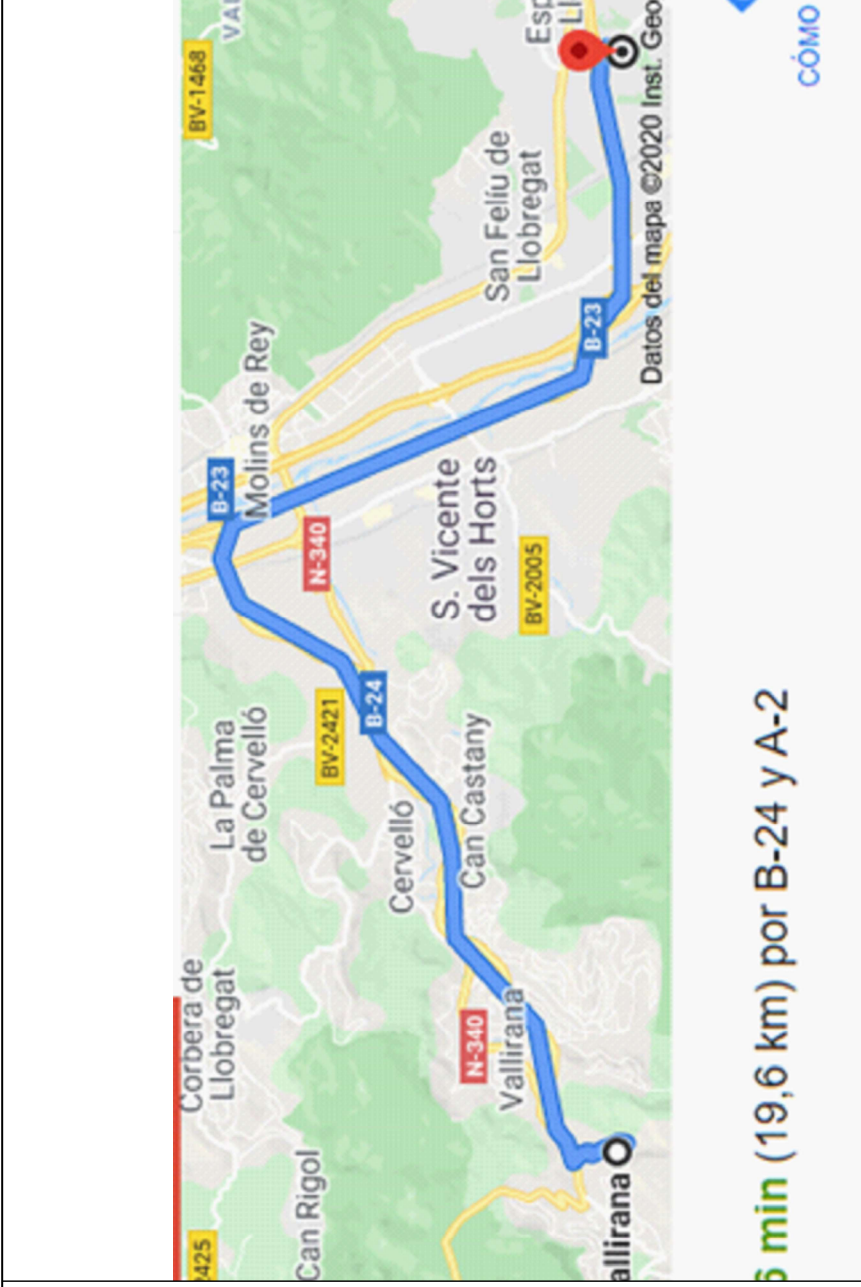
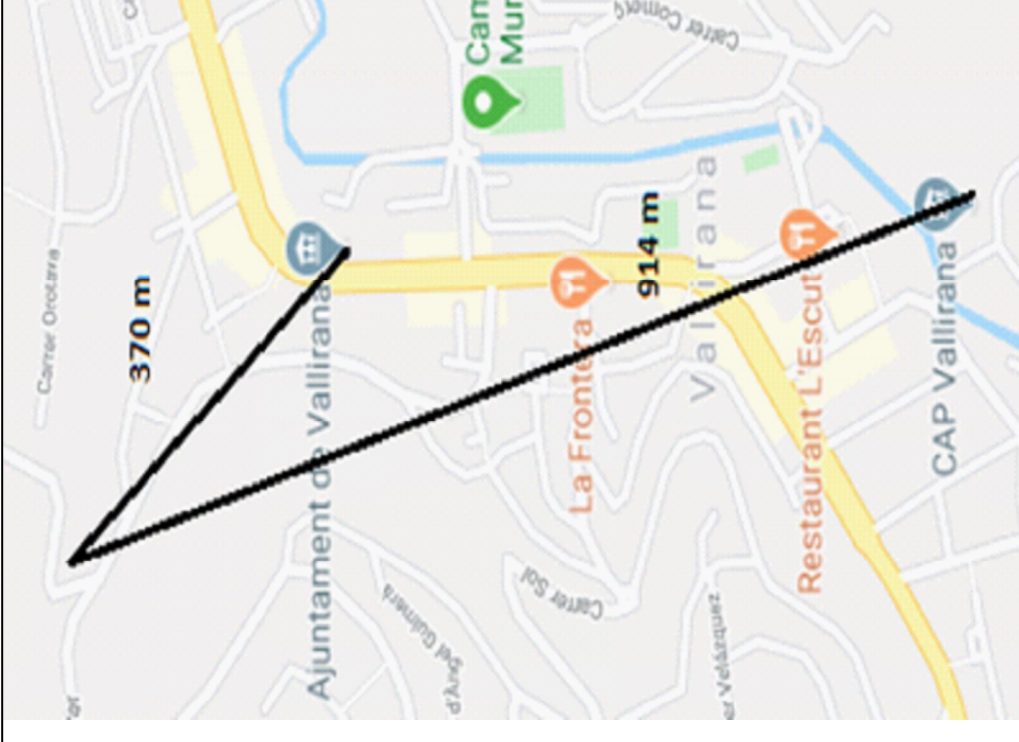


11265 CIRCULAR Ø200
DRY FOUNTAIN

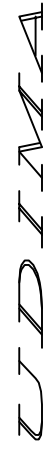
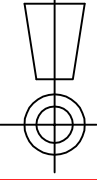


| | | | | |
|--|---------------------------------------|---------------------|---------------|---|
| | <i>Fecha</i> | <i>Nombre</i> | <i>Firma:</i> | <i>UDIMA</i> |
| <i>Dibujado</i> | | Julián de Dios Royo | | Circular 200 |
| <i>Comprobado</i> | | | | |
| <i>id. s. normas</i> | | | | |
| <i>Escala:</i> | Ingeniería de Organización Industrial | | | Lamina n. 30 |
| Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | | | N. Alumno: Julián de Dios Royo Curso: 4º Curso TFG |





Emergencias 112
 Emergencias médicas 061
 Centro Asistencia Primaria 93 683 29 19
 Policía Municipal 93 683 00 00
 Ayuntamiento 93 683 08 10

| Fecha | | Nombre | | Firma: | |
|---------------|--|--|--|--|--|
| Dibujado | | Julián de Dios Rojo | |  | |
| Comprobado | | | | | |
| id. s. normas | | | | | |
| Escala: | |  | | Ingeniería de Organización Industrial Lamina n. 31 | |
| | | Cálculo de variables termodinámicas y de mecánica de fluidos en una fuente ornamental con mecanismos variables | | M. Alumno: Julián de Dios Rojo Curso: 4º Curso TFG | |

4.6 PRESUPUESTO

4.6.1 CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

4.6.1.1 OBRA HIDRÁULICA

4.6.1.1.1 TUBERÍAS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|----------|-------------|
| 1.01 | m | TUBO PE80 PN10 Ø20mm | | | |
| | | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 20 mm $\frac{3}{4}$ de pulgada, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 1.41 | 1.41 | |
| | 0.0097h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.21 | |
| | 0.0097h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.21 | |
| | | Canon vertedero | 0.01 | 0.01 | |
| | | TOTAL | | | 1.83 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de UN EURO con OCHENTA Y TRES CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|----------|-------------|
| 1.02 | m | TUBO PE80 PN10 Ø25mm | | | |
| | | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 25 mm 1 pulgada, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 1.47 | 1.47 | |
| | 0.0101h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.22 | |
| | 0.0101h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.22 | |
| | | Canon vertedero | 0.01 | 0.01 | |
| | | TOTAL | | | 1.91 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de UN EURO con NOVENTA Y UN CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|----------|-------------|
| 1.03 | m | TUBO PE80 PN10 Ø32mm | | | |
| | | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm $1\frac{1}{4}$ pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 1.77 | 1.77 | |
| | 0.0121h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.26 | |
| | 0.0121h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.26 | |
| | | Canon vertedero | 0.01 | 0.01 | |
| | | TOTAL | | | 2.30 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de DOS EUROS con TREINTA CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|-------------|
| 1.04 | m | TUBO PE80 PN10 Ø40mm | | | |
| | | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40 mm 1½ pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 2.28 | 2.28 | |
| | 0.0156h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.33 | |
| | 0.0156h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.33 | |
| | | Canon vertedero | 0.01 | 0.01 | |
| | | | | TOTAL | 2.96 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de DOS EUROS con NOVENTA Y SEIS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|-------------|
| 1.05 | m | TUBO PE80 PN10 Ø50mm | | | |
| | | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 3.59 | 3.59 | |
| | 0.0246h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.53 | |
| | 0.0246h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.53 | |
| | | Canon vertedero | 0.02 | 0.02 | |
| | | | | TOTAL | 4.67 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de CUATRO EUROS con SESENTA Y SIETE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|-------------|
| 1.06 | m | TUBO PE80 PN10 Ø65mm | | | |
| | | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 65 mm 2½ pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 5.06 | 5.06 | |
| | 0.0347h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.74 | |
| | 0.0347h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.74 | |
| | | Canon vertedero | 0.03 | 0.03 | |
| | | | | TOTAL | 6.58 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de SEIS EUROS con CINCUENTA Y OCHO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|-------------|
| 1.07 | m | TUBO PE80 PN10 Ø80mm | | | |
| | | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 7.27 | 7.27 | |
| | 0.0498h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.07 | |
| | 0.0498h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.07 | |
| | | Canon vertedero | 0.05 | 0.05 | |
| | | | | TOTAL | 9.45 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de **NUEVE EUROS con CUARENTA Y CINCO CENTIMOS**

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 1.08 | m | TUBO PE80 PN10 Ø100mm | | | |
| | | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 100 mm 4 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 10.37 | 10.37 | |
| | 0.0711h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.52 | |
| | 0.0711h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.52 | |
| | | Canon vertedero | 0.07 | 0.07 | |
| | | | | TOTAL | 13.48 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de **TRECE EUROS con CUARENTA Y OCHO CENTIMOS**

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 1.09 | m | TUBO PE40 PN6 Ø125mm | | | |
| | | Instalación de tubo de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 125 mm 5 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 8.31 | 8.31 | |
| | 0.0570h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.22 | |
| | 0.0570h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.22 | |
| | | Canon vertedero | 0.05 | 0.05 | |
| | | | | TOTAL | 10.80 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de **TRECE EUROS con CUARENTA Y OCHO CENTIMOS**

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 1.10 | m | TUBO PE40 PN6 Ø150mm | | | |
| | | Instalación de tubo de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 150 mm 6 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 13.71 | 13.71 | |
| | 0.0940h | Oficial 1ª | 21.41 | 2.01 | |
| | 0.0940h | Oficial 1ª | 21.41 | 2.01 | |
| | | Canon vertedero | 0.09 | 0.09 | |
| | | | | TOTAL | 17.82 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de **DIECISIETE EUROS con OCHENTA Y DOS CENTIMOS**

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 1.11 | m | TUBO PVC desagüe Ø125mm | | | |
| | | Instalación de tubo PVC de desagüe con un diámetro de 125 mm 5 de pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 12.21 | 12.21 | |
| | 0.0837h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.79 | |
| | 0.0837h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.79 | |
| | | Canon vertedero | 0.08 | 0.08 | |
| | | | | TOTAL | 15.87 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de **QUINCE EUROS con OCHENTA Y SIETE CENTIMOS**

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 1.12 | m | TUBO PVC desagüe Ø150mm | | | |
| | | Instalación de tubo de PVC de desagüe con un diámetro de 150 mm 6 de pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Tubo | 15.32 | 15.32 | |
| | 0.1050h | Oficial 1ª | 21.41 | 2.25 | |
| | 0.1050h | Oficial 1ª | 21.41 | 2.25 | |
| | | Canon vertedero | 0.10 | 0.10 | |
| | | | | TOTAL | 19.92 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de **DIECINUEVE EUROS con NOVENTA Y DOS CENTIMOS**

4.6.1.1.2 CODOS DE 90 Y 45 GRADOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 2.01 | unidad | CODO PE80 PN10 Ø20mm | | | |
| | | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 20 mm ¾ de pulgada atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 37.91 | 37.91 | |
| | 0.2598h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.56 | |
| | 0.2598h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.56 | |
| | | Canon vertedero | 0.25 | 0.25 | |
| | | | | TOTAL | 49.28 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de CUARENTA Y NEUVE EUROS con VEINTIOCHO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 2.02 | unidad | CODO PE80 PN10 Ø25mm | | | |
| | | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 25 mm 1 pulgada atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 39.73 | 39.73 | |
| | 0.2723h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.83 | |
| | 0.2723h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.83 | |
| | | Canon vertedero | 0.26 | 0.26 | |
| | | | | TOTAL | 51.65 |

Asciende el precio total de la partida cantidad CINCUENTA Y UN EUROS con SESENTA Y CINCO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 2.03 | unidad | CODO PE80 PN10 Ø32mm | | | |
| | | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 42.43 | 42.43 | |
| | 0.2908h | Oficial 1ª | 21.41 | 6.23 | |
| | 0.2908h | Oficial 1ª | 21.41 | 6.23 | |
| | | Canon vertedero | 0.28 | 0.26 | |
| | | | | TOTAL | 55.16 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de CINCUENTA Y CINCO EUROS con DIECISEIS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 2.04 | unidad | CODO PE80 PN10 Ø40mm | | | |
| | | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40 mm 1½ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 45.76 | 45.76 | |
| | 0.3136h | Oficial 1ª | 21.41 | 6.71 | |
| | 0.3136h | Oficial 1ª | 21.41 | 6.71 | |
| | | Canon vertedero | 0.30 | 0.30 | |
| | | | | TOTAL | 59.47 |

Asciende el precio total de la partida la cantidad CINCUENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y SIETE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 2.05 | unidad | CODO PE80 PN10 Ø50mm | | | |
| | | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 50.25 | 50.25 | |
| | 0.3445h | Oficial 1ª | 21.41 | 7.37 | |
| | 0.3445h | Oficial 1ª | 21.41 | 7.37 | |
| | | Canon vertedero | 0.33 | 0.33 | |
| | | | | TOTAL | 65.33 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con TREINTA Y TRES CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 2.06 | unidad | CODO PE80 PN10 Ø65mm | | | |
| | | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2½ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 57.57 | 57.57 | |
| | 0.3946h | Oficial 1ª | 21.41 | 8.45 | |
| | 0.3946h | Oficial 1ª | 21.41 | 8.45 | |
| | | Canon vertedero | 0.37 | 0.37 | |
| | | | | TOTAL | 74.84 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de SETENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y CUATRO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 2.07 | unidad | CODO PE80 PN10 Ø80mm | | | |
| | | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 66.71 | 66.71 | |
| | 0.4572h | Oficial 1ª | 21.41 | 9.79 | |
| | 0.4572h | Oficial 1ª | 21.41 | 9.79 | |
| | | Canon vertedero | 0.43 | 0.43 | |
| | | | | TOTAL | 86.72 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de OCHENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y DOS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|---------------|
| 2.08 | unidad | CODO PE80 PN10 Ø100mm | | | |
| | | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 100 mm 4 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 80.37 | 80.37 | |
| | 0.5509h | Oficial 1ª | 21.41 | 11.79 | |
| | 0.5509h | Oficial 1ª | 21.41 | 11.79 | |
| | | Canon vertedero | 0.52 | 0.52 | |
| | | | | TOTAL | 104.48 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de CIENTO CUATRO EUROS con CUARENTA Y OCHO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 2.09 | unidad | CODO PE40 PN6 Ø125mm | | | |
| | | Instalación de codo de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 125 mm 5 pulgadas atornillado con bridas, incluido, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 50.09 | 50.09 | |
| | 0.3433h | Oficial 1ª | 21.41 | 7.35 | |
| | 0.3433h | Oficial 1ª | 21.41 | 7.35 | |
| | | Canon vertedero | 0.33 | 0.33 | |
| | | | | TOTAL | 65.12 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con DOCE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 2.10 | unidad | CODO PE40 PN6 Ø150mm | | | |
| | | Instalación de codo de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 150 mm 6 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 64.28 | 64.28 | |
| | 0.4406h | Oficial 1ª | 21.41 | 9.43 | |
| | 0.4406h | Oficial 1ª | 21.41 | 9.43 | |
| | | Canon vertedero | 0.42 | 0.42 | |
| | | | | TOTAL | 83.56 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de OCHENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y SEIS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|-------------|
| 2.11 | unidad | CODO PVC desagüe Ø125mm | | | |
| | | Instalación de codo de PVC de desagüe con un diámetro de 125 mm 5 encolado, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 5.11 | 5.11 | |
| | 0.0350h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.75 | |
| | 0.0350h | Oficial 1ª | 21.41 | 0.75 | |
| | | Canon vertedero | 1.53 | 1.53 | |
| | | | | TOTAL | 6.64 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de SEIS EUROS con SESENTA Y CUATRO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 2.12 | unidad | CODO PVC desagüe Ø150mm | | | |
| | | Instalación de codo de PVC de desagüe con un diámetro de 150 mm 6 encolado, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Codo | 9.75 | 9.75 | |
| | 0.0668h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.43 | |
| | 0.0668h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.43 | |
| | | Canon vertedero | 2.93 | 2.93 | |
| | | | | TOTAL | 12.68 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de DOCE EUROS con SESENTA Y OCHO CENTIMOS

4.6.1.1.3 TES

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 3.01 | unidad | TE PE80 PN10 Ø20mm | | | |
| | | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 20 mm ¾ de pulgada atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 62.17 | 62.17 | |
| | 0.4262h | Oficial 1ª | 21.41 | 9.12 | |
| | 0.4262h | Oficial 1ª | 21.41 | 9.12 | |
| | | Canon vertedero | 0.40 | 0.40 | |
| | | | | TOTAL | 80.83 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de OCHENTA EUROS con OCHENTA Y TRES CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 3.02 | unidad | TE PE80 PN10 Ø25mm | | | |
| | | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 25 mm 1 pulgada atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 64.71 | 64.71 | |
| | 0.4436h | Oficial 1ª | 21.41 | 9.50 | |
| | 0.4436h | Oficial 1ª | 21.41 | 9.50 | |
| | | Canon vertedero | 0.42 | 0.42 | |
| | | | | TOTAL | 84.13 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de OCHENTA Y CUATRO EUROS con TRECE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 3.03 | unidad | TE PE80 PN10 Ø32mm | | | |
| | | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 68.44 | 68.44 | |
| | 0.4691h | Oficial 1ª | 21.41 | 10.04 | |
| | 0.4691h | Oficial 1ª | 21.41 | 10.04 | |
| | | Canon vertedero | 0.44 | 0.44 | |
| | | | | TOTAL | 88.97 |

Asciende el precio total de partida a cantidad de OCHENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y SIETE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 3.04 | unidad | TE PE80 PN10 Ø40mm | | | |
| | | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40 mm 1½ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 72.96 | 72.96 | |
| | 0.5001h | Oficial 1ª | 21.41 | 10.71 | |
| | 0.5001h | Oficial 1ª | 21.41 | 10.71 | |
| | | Canon vertedero | 0.47 | 0.47 | |
| | | | | TOTAL | 94.85 |

Asciende precio total de partida cantidad de NOVENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y CINCO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 3.05 | unidad | TE PE80 PN10 Ø50mm | | | |
| | | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 81.95 | 81.95 | |
| | 0.5617h | Oficial 1ª | 21.41 | 12.03 | |
| | 0.5617h | Oficial 1ª | 21.41 | 12.03 | |
| | | Canon vertedero | 0.53 | 0.53 | |
| | | | | TOTAL | 106.54 |

Asciende precio total de partida cantidad de CIENTO SEIS EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|---------------|
| 3.06 | unidad | TE PE80 PN10 Ø65mm | | | |
| | | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 65 mm 2½ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 80.12 | 89.12 | |
| | 0.6108h | Oficial 1ª | 21.41 | 13.08 | |
| | 0.6108h | Oficial 1ª | 21.41 | 13.08 | |
| | | Canon vertedero | 0.58 | 0.58 | |
| | | | | TOTAL | 115.85 |

Asciende precio total de partida cantidad de CIENTO QUINCE EUROS con OCHENTA Y CINCO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 3.07 | unidad | TE PE80 PN10 Ø80mm | | | |
| | | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 95.71 | 95.71 | |
| | 0.6560h | Oficial 1ª | 21.41 | 14.05 | |
| | 0.6560h | Oficial 1ª | 21.41 | 14.05 | |
| | | Canon vertedero | 0.62 | 0.62 | |
| | | | | TOTAL | 124.42 |

Asciende precio total de partida cantidad de CIENTO VEINTICUATRO EUROS con CUARENTA Y DOS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|---------------|
| 3.08 | unidad | TE PE80 PN10 Ø100mm | | | |
| | | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 100 mm 4 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 117.45 | 117.45 | |
| | 0.8050h | Oficial 1ª | 21.41 | 17.24 | |
| | 0.8050h | Oficial 1ª | 21.41 | 17.24 | |
| | | Canon vertedero | 0.76 | 0.76 | |
| | | | | TOTAL | 152.69 |

Asciende precio total partida cantidad CIENTO CINCUENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y NUEVE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 3.09 | unidad | TE PE40 PN6 Ø125mm | | | |
| | | Instalación de TE de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 125 mm 5 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 72.61 | 72.61 | |
| | 0.4977h | Oficial 1ª | 21.41 | 10.66 | |
| | 0.4977h | Oficial 1ª | 21.41 | 10.66 | |
| | | Canon vertedero | 0.47 | 0.47 | |
| | | | | TOTAL | 94.39 |

Asciende precio total partida cantidad NOVENTA Y CUATRO EUROS con TREINTA Y NUEVE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 3.10 | unidad | TE PE40 PN6 Ø150mm | | | |
| | | Instalación de TE de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 150 mm 6 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 89.21 | 89.21 | |
| | 0.6115h | Oficial 1ª | 21.41 | 13.09 | |
| | 0.6115h | Oficial 1ª | 21.41 | 13.09 | |
| | | Canon vertedero | 0.58 | 0.58 | |
| | | | | TOTAL | 115.97 |

Asciende precio total partida cantidad CIENTO QUINCE EUROS con NOVENTA Y SIETE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 3.11 | unidad | TE PVC de desagüe Ø125mm | | | |
| | | Instalación de TE PVC de desagüe con un diámetro de 125 mm 5 pulgadas encolado, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 10.91 | 10.91 | |
| | 0.0748h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.60 | |
| | 0.0748h | Oficial 1ª | 21.41 | 1.60 | |
| | | Canon vertedero | 0.07 | 0.07 | |
| | | | | TOTAL | 14.18 |

Asciende precio total partida cantidad CATORCE EUROS con DIECIOCHO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 3.12 | unidad | TE PVC de desagüe Ø150mm | | | |
| | | Instalación de TE PVC de desagüe con un diámetro de 150 mm 6 pulgadas encolado, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | TE | 15.41 | 15.41 | |
| | 0.10.56h | Oficial 1ª | 21.41 | 2.26 | |
| | 0.10.56h | Oficial 1ª | 21.41 | 2.26 | |
| | | Canon vertedero | 0.10 | 0.10 | |
| | | | | TOTAL | 20.03 |

Asciende precio total partida cantidad VEINTE EUROS con TRES CENTIMOS

4.6.1.1.4 REDUCTORES

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 4.01 | unidad | REDUCTOR PE80 PN10 Ø20-25mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 20-25 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 34.59 | 34.59 | |
| | 0.2371h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.08 | |
| | 0.2371h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.08 | |
| | | Canon vertedero | 0.22 | 0.22 | |
| | | | | TOTAL | 44.96 |

Asciende el precio total de la partida cantidad CUARENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y SEIS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 4.02 | unidad | REDUCTOR PE80 PN10 Ø25-32mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 25-32 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 36.35 | 36.35 | |
| | 0.2492h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.33 | |
| | 0.2492h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.33 | |
| | | Canon vertedero | 0.24 | 0.24 | |
| | | | | TOTAL | 47.26 |

Asciende el precio total de la partida cantidad CUARENTA Y SIETE EUROS con VEINTISEIS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 4.03 | unidad | REDUCTOR PE80 PN10 Ø32-40mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32-40 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 38.48 | 38.48 | |
| | 0.2647h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.65 | |
| | 0.2647h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.65 | |
| | | Canon vertedero | 0.25 | 0.25 | |
| | | | | TOTAL | 50.02 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de CINCUENTA EUROS con DOS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 4.04 | unidad | REDUCTOR PE80 PN10 Ø40-50mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40-50 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 41.31 | 41.31 | |
| | 0.2831h | Oficial 1ª | 21.41 | 6.06 | |
| | 0.2831h | Oficial 1ª | 21.41 | 6.06 | |
| | | Canon vertedero | 0.27 | 0.27 | |
| | | | | TOTAL | 53.70 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de CINCUENTA Y TRES EUROS con SETENTA CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 4.05 | unidad | REDUCTOR PE80 PN10 Ø50-65mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50-65 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 45.95 | 45.95 | |
| | 0.3149h | Oficial 1ª | 21.41 | 6.74 | |
| | 0.3149h | Oficial 1ª | 21.41 | 6.74 | |
| | | Canon vertedero | 0.30 | 0.30 | |
| | | | | TOTAL | 59.73 |

Asciende el precio total de partida cantidad de CINCUENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y TRES CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 4.06 | unidad | REDUCTOR PE80 PN10 Ø65-80mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 65-80 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 50.62 | 50.62 | |
| | 0.3470h | Oficial 1ª | 21.41 | 7.43 | |
| | 0.3470h | Oficial 1ª | 21.41 | 7.43 | |
| | | Canon vertedero | 0.33 | 0.33 | |
| | | | | TOTAL | 65.81 |

Asciende el precio total de partida cantidad de SESENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y UNO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 4.07 | unidad | REDUCTOR PE80 PN10 Ø80-100mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80-100 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 58.27 | 58.27 | |
| | 0.3994h | Oficial 1ª | 21.41 | 8.55 | |
| | 0.3994h | Oficial 1ª | 21.41 | 8.55 | |
| | | Canon vertedero | 0.38 | 0.38 | |
| | | | | TOTAL | 75.75 |

Asciende el precio total de partida cantidad de SETENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y CINCO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 4.08 | unidad | REDUCTOR PE40 PN6 Ø100-125mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 100-125 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 37.47 | 37.47 | |
| | 0.2568h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.50 | |
| | 0.2568h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.50 | |
| | | Canon vertedero | 0.24 | 0.24 | |
| | | | | TOTAL | 48.71 |

Asciende el precio total de partida cantidad de CUARENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y UNO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|--------------|
| 4.09 | unidad | REDUCTOR PE40 PN6 Ø125-150mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 125-150 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 40.74 | 40.74 | |
| | 0.2792h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.98 | |
| | 0.2792h | Oficial 1ª | 21.41 | 5.98 | |
| | | Canon vertedero | 0.26 | 0.26 | |
| | | | | TOTAL | 52.96 |

Asciende el precio total de partida cantidad de CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y SEIS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 4.10 | unidad | REDUCTOR PVC de desagüe Ø100-125mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de PVC de desagüe con un diámetro de 100-125 mm encolado, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 15.01 | 15.01 | |
| | 0.1029h | Oficial 1ª | 21.41 | 2.20 | |
| | 0.1029h | Oficial 1ª | 21.41 | 2.20 | |
| | | Canon vertedero | 0.10 | 0.10 | |
| | | | | TOTAL | 19.51 |

Asciende el precio total de partida cantidad de DIECINUEVE EUROS con CINCUENTA Y UNO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 4.11 | unidad | REDUCTOR PVC de desagüe Ø125-150mm | | | |
| | | Instalación de REDUCTOR de PVC de desagüe con un diámetro de 125-150 mm encolado, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | REDUCTOR | 19.89 | 19.89 | |
| | 0.1363h | Oficial 1ª | 21.41 | 2.92 | |
| | 0.1363h | Oficial 1ª | 21.41 | 2.92 | |
| | | Canon vertedero | 0.13 | 0.13 | |
| | | | | TOTAL | 25.86 |

Asciende el precio total de partida cantidad de VEINTICINCO EUROS con OCHENTA Y SEIS CENTIMOS

4.6.1.1.5 VALVULA ANTIRRETORNO

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 5.01 | unidad | VALVULA ANTIRRETORNO PE80 PN10 Ø80mm | | | |
| | | Instalación de válvula antirretorno de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Válvula antirretorno | 65.83 | 65.83 | |
| | 0.4512h | Oficial 1ª | 21.41 | 9.66 | |
| | 0.4512h | Oficial 1ª | 21.41 | 9.66 | |
| | | Canon vertedero | 0.43 | 0.43 | |
| | | | | TOTAL | 85.58 |

Asciende precio total de partida cantidad de OCHENTA Y CINCO EUROS con CINCUENTA Y OCHO CENTIMOS

4.6.1.1.6 ELECTROVÁLVULAS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 6.01 | unidad | ELECTROVALVULA PE80 PN10 Ø80mm | | | |
| | | Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Válvula antirretorno | 154.94 | 154.94 | |
| | 1.0620h | Oficial 1ª | 21.41 | 22.74 | |
| | 1.0620h | Oficial 1ª | 21.41 | 22.74 | |
| | | Canon vertedero | 1.01 | 1.01 | |
| | | | | TOTAL | 201.42 |

Asciende precio total de partida cantidad de DOSCIENTOS UNO EUROS con CUARENTA Y DOS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|--|--------|--------------|---------------|
| 6.02 | unidad | ELECTROVALVULA PE80 PN10 Ø100mm | | | |
| | | Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 100 mm 4 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Válvula antirretorno | 246.81 | 246.81 | |
| | 1.0620h | Oficial 1ª | 21.41 | 22.74 | |
| | 1.0620h | Oficial 1ª | 21.41 | 22.74 | |
| | | Canon vertedero | 1.60 | 1.60 | |
| | | | | TOTAL | 271.15 |

Asciende precio total de partida cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y UNO EUROS con QUINCE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 6.03 | unidad | ELECTROVALVULA PE40 PN6 Ø150mm | | | |
| | | Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 150 mm 6 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Válvula antirretorno | 289.95 | 289.95 | |
| | 1.9874h | Oficial 1ª | 21.41 | 42.55 | |
| | 1.9874h | Oficial 1ª | 21.41 | 42.55 | |
| | | Canon vertedero | 1.88 | 1.88 | |
| | | | | TOTAL | 376.94 |

Asciende precio total partida cantidad TRESCIENTO SETENTA Y SEIS EUROS, NOVENTA Y CUATRO CENTIMOS

4.6.1.1.7 FILTRO DE ARENA

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|----------------|
| 7.01 | unidad | FILTRO DE ARENA DE Ø1600mm. Presión máxima 2.5 bares Instalación de filtro de arena de presión máxima de 2.5 bares con un diámetro de 1600 mm , incluido medios auxiliares, arena de sílice de 0.4/0.8, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Filtro de arena | 2559 | 2559 | |
| | 17.5401h | Oficial 1ª | 21.41 | 375.53 | |
| | 17.5401h | Oficial 1ª | 21.41 | 375.53 | |
| | | Canon vertedero | 16.63 | 16.63 | |
| | | | | TOTAL | 3326.70 |

Asciende precio total partida cantidad TRES MIL TRESCIENTOS VEINTISEIS EUROS con SETENTA CENTIMOS

4.6.1.1.8 BOMBAS CENTRÍFUGAS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|----------------|
| 8.01 | unidad | BOMBA CENTRÍFUGA DE 7.5 HP Instalación de bomba centrífuga de 7.5 HP, con entrada de 4 pulgadas y salida de 3 pulgadas más adaptadores a 5 pulgadas y 6 pulgadas, con armazón para impulsor de 13 pulgadas e impulsor de 8 pulgadas a 1780 rpm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Bomba centrífuga | 4884 | 4884 | |
| | 17.5401h | Oficial 1ª | 21.41 | 375.53 | |
| | 17.5401h | Oficial 1ª | 21.41 | 375.53 | |
| | | Canon vertedero | 31.75 | 31.75 | |
| | | | | TOTAL | 5666.81 |

Asciende precio total partida cantidad CINCO MIL SEISCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS, OCHENTA Y UN CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|-----------------|
| 8.02 | unidad | BOMBA CENTRÍFUGA DE 25 HP Instalación de bomba centrífuga de 25 HP, con entrada de 4 pulgadas y salida de 3 pulgadas, con armazón para impulsor de 10 pulgadas e impulsor de 7 pulgadas a 3500 rpm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Bomba centrífuga | 12660 | 12660 | |
| | 17.5401h | Oficial 1ª | 21.41 | 375.53 | |
| | 17.5401h | Oficial 1ª | 21.41 | 375.53 | |
| | | Canon vertedero | 82.29 | 82.29 | |
| | | | | TOTAL | 13493.35 |

Asciende precio total de la partida a la cantidad TRECE MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES €, TREINTA Y CINCO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|-----------------|
| 8.03 | unidad | BOMBA CENTRÍFUGA DE 30 HP | | | |
| | | Instalación de bomba centrífuga de 30 HP, con entrada de 4 pulgadas y salida de 3 pulgadas, con armazón para impulsor de 10 pulgadas e impulsor de 8 pulgadas a 3500 rpm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Bomba centrífuga | 15016 | 15016 | |
| | 17.5401h | Oficial 1ª | 21.41 | 375.53 | |
| | 17.5401h | Oficial 1ª | 21.41 | 375.53 | |
| | | Canon vertedero | 97.60 | 97.60 | |
| | | | | TOTAL | 15864.66 |

Ascien el precio total de la partida a la cantidad QUINCE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y CUATRO €,SESENTAY SEIS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|-----------------|
| 8.04 | unidad | BOMBA CENTRÍFUGA DE 40 HP | | | |
| | | Instalación de bomba centrífuga de 40 HP, con entrada de 4 pulgadas y salida de 3 pulgadas, con armazón para impulsor de 10 pulgadas e impulsor de 8 pulgadas a 3500 rpm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Bomba centrífuga | 19727 | 19727 | |
| | 17.5401h | Oficial 1ª | 21.41 | 375.53 | |
| | 17.5401h | Oficial 1ª | 21.41 | 375.53 | |
| | | Canon vertedero | 128.22 | 128.22 | |
| | | | | TOTAL | 20606.28 |

Asciede el precio total de la partida a la cantidad de VEINTE MIL SEISCIENTOS SEIS EUROS con VEINTIOCHO CENTIMOS

4.6.1.1.9 FILTRO Y

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|-------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 9.01 | unidad | FILTRO Y Ø80 mm | | | |
| | | Instalación de tres filtros, dos dobles TES, cuatro codos y tres metros tubo. Todo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Filtro Y | 715.15 | 715.15 | |
| | 4.902h | Oficial 1ª | 21.41 | 104.95 | |
| | 4.902h | Oficial 1ª | 21.41 | 104.95 | |
| | | Canon vertedero | 4.06 | 4.06 | |
| | | | | TOTAL | 929.70 |

Asciede el precio total de la partida a la cantidad de NOVECIENTOS VEINTINUEVE EUROS con SETENTA CENTIMOS

4.6.1.1.10 SWITCHES CON NICHO

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|---------------|
| 10.01 | unidad | SWITCHES | | | |
| | | Instalación de switch con dos electroválvulas en su nicho, atornillado con bridas a tuberías con salida lanza, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Switches | 895.74 | 895.74 | |
| | 0.7850 | Oficial 1ª | 21.41 | 16.81 | |
| | 0.7850 | Oficial 1ª | 21.41 | 16.81 | |
| | | Canon vertedero | 5.82 | 5.82 | |
| | | | | TOTAL | 935.18 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad NOVECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con DIECIOCHO CENTIMOS

4.6.1.1.11 LANZAS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 11.01 | unidad | LANZA Ø 10 mm | | | |
| | | Instalación de lanza de acero inoxidable roscada a switch de Ø 10 mm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Lanza | 15.33 | 15.33 | |
| | 0.1051 | Oficial 1ª | 21.41 | 2.25 | |
| | 0.1051 | Oficial 1ª | 21.41 | 2.25 | |
| | | Canon vertedero | 0.10 | 0.10 | |
| | | | | TOTAL | 19.93 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de DIECINUEVE EUROS con NOVENTA Y TRES CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 11.02 | unidad | LANZA Ø 14 mm | | | |
| | | Instalación de lanza de acero inoxidable roscada a switch de Ø 14 mm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Lanza | 42.03 | 42.03 | |
| | 0.1051 | Oficial 1ª | 21.41 | 2.25 | |
| | 0.1051 | Oficial 1ª | 21.41 | 2.25 | |
| | | Canon vertedero | 0.27 | 0.27 | |
| | | | | TOTAL | 46.08 |

Asciende el precio total de la partida a la cantidad de CUARENTA Y SEIS EUROS con OCHO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|---------------|
| 11.03 | unidad | LANZA Φ 19 mm | | | |
| | | Instalación de lanza de acero inoxidable roscada a switch de Φ 14 mm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Lanza | 132.38 | 132.38 | |
| | 0.1051 | Oficial 1ª | 21.41 | 2.25 | |
| | 0.1051 | Oficial 1ª | 21.41 | 2.25 | |
| | | Canon vertedero | 0.86 | 0.86 | |
| | | | | TOTAL | 137.74 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de CIENTO TREINTA Y SIETE EUROS con SETENTA Y CUATRO CENTIMOS

4.6.1.1.12 SUMIDERO HORIZONTAL O VERTICAL

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|---------------|
| 12.01 | unidad | SUMIDERO | | | |
| | | Instalación sumidero de 570x570 de acero inoxidable con rejilla, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | sumidero | 342.01 | 342.01 | |
| | 0.8510 | Oficial 1ª | 21.41 | 18.22 | |
| | 0.8510 | Oficial 1ª | 21.41 | 18.22 | |
| | | Canon vertedero | 2.22 | 2.22 | |
| | | | | TOTAL | 381.67 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de TRECENTOS OCHENTA EUROS con SESENTA Y SIETE CENTIMOS

4.6.1.1.13 CONTROLADOR DE pH, CLORO Y FLOCULANTE

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|---------|--------------|----------------|
| 13.01 | unidad | CONTROLADOR | | | |
| | | Instalación de bomba dosificadora de reactivo para pH, cloro o floculante, con todas sus conexiones al circuito de depuración y filtrado, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Bomba dosificadora | 1377.28 | 1377.28 | |
| | 0.7281 | Oficial 1ª | 21.41 | 15.59 | |
| | 0.7281 | Oficial 1ª | 21.41 | 15.59 | |
| | | Canon vertedero | 2.01 | 2.01 | |
| | | | | TOTAL | 1410.47 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad de MIL CUATROCIENTOS DIEZ EUROS con CUARENTA Y SIETE CENTIMOS

4.6.1.1.14 DEPÓSITOS DE LÍQUIDO DE pH, CLORO Y FLOCULANTE

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---------------|-----------------|--|---------------|-----------------|----------------|
| 14.01 | unidad | DEPÓSITO | | | |
| | | Instalación de depósito de polietileno de 1000 litros, con tubería de acceso a bomba dosificadora, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Depósito | 748 | 748 | |
| | 0.3215 | Oficial 1ª | 21.41 | 6.89 | |
| | 0.3215 | Oficial 1ª | 21.41 | 6.89 | |
| | | Canon vertedero | 1.89 | 1.89 | |
| | | | | TOTAL | 763.67 |

Asciede el precio total de la partida a cantidad SETECIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con SESENTA Y SIETE CENTIMOS

4.6.1.2 OBRA ELECTRICA

4.6.1.2.1 CABLES

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|-------------|
| 21.01 | m | CABLE RV-K 3x1.5 mm cuadrados | | | |
| | | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 1.5 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 1.34 | 1.34 | |
| | 0.0077 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.20 | |
| | 0.0077 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.20 | |
| | | Canon vertedero | 0.01 | 0.01 | |
| | | | | TOTAL | 1.74 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad UN EURO con SETENTA Y CUATRO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|-------------|
| 21.02 | m | CABLE RV-K 3x 2.5 mm cuadrados | | | |
| | | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 2.5 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 2.08 | 2.08 | |
| | 0.0119 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.30 | |
| | 0.0119 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.30 | |
| | | Canon vertedero | 0.01 | 0.01 | |
| | | | | TOTAL | 2.70 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad DOS EUROS con SETENTA CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|-------------|
| 21.03 | m | CABLE RV-K 3x 4 mm cuadrados | | | |
| | | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 4 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 3.16 | 3.16 | |
| | 0.0181 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.46 | |
| | 0.0181 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.46 | |
| | | Canon vertedero | 0.02 | 0.02 | |
| | | | | TOTAL | 4.11 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad CUATRO EUROS con ONCE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|-------------|
| 21.04 | m | CABLE RV-K 3x 6 mm cuadrados | | | |
| | | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 6 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 4.58 | 4.58 | |
| | 0.0262 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.67 | |
| | 0.0262 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.67 | |
| | | Canon vertedero | 0.03 | 0.03 | |
| | | | | TOTAL | 5.95 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad CINCO EUROS con NOVENTA Y CINCO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 21.05 | m | CABLE RV-K 3x 16 mm cuadrados | | | |
| | | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 16 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 12.25 | 12.25 | |
| | 0.0702 | Oficial 1ª | 25.63 | 1.80 | |
| | 0.0702 | Oficial 1ª | 25.63 | 1.80 | |
| | | Canon vertedero | 0.08 | 0.08 | |
| | | | | TOTAL | 15.93 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad QUINCE EUROS con NOVENTA Y TRES CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 21.06 | m | CABLE RV-K 3x 25 mm cuadrados | | | |
| | | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 25 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 19.59 | 19.59 | |
| | 0.1122 | Oficial 1ª | 25.63 | 2.87 | |
| | 0.1122 | Oficial 1ª | 25.63 | 2.87 | |
| | | Canon vertedero | 0.13 | 0.13 | |
| | | | | TOTAL | 25.47 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad VEINTICINCO EUROS con CUARENTA Y SIETE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 21.07 | m | CABLE RV-K 3x 35 mm cuadrados Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 35 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 27.14 | 27.14 | |
| | 0.1554 | Oficial 1ª | 25.63 | 3.98 | |
| | 0.1554 | Oficial 1ª | 25.63 | 3.98 | |
| | | Canon vertedero | 0.18 | 0.18 | |
| | | | | TOTAL | 35.28 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad TREINTA Y CINCO EUROS con VEINTIOCHO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 21.08 | m | CABLE RV-K 3x 50 mm cuadrados Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 50 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 38.22 | 38.22 | |
| | 0.2188 | Oficial 1ª | 25.63 | 5.61 | |
| | 0.2188 | Oficial 1ª | 25.63 | 5.61 | |
| | | Canon vertedero | 0.25 | 0.25 | |
| | | | | TOTAL | 49.69 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad CUARENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y NUEVE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 21.09 | m | CABLE RV-K 3x 70 mm cuadrados Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 70 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 53.76 | 53.76 | |
| | 0.3078 | Oficial 1ª | 25.63 | 7.89 | |
| | 0.3078 | Oficial 1ª | 25.63 | 7.89 | |
| | | Canon vertedero | 0.35 | 0.35 | |
| | | | | TOTAL | 69.89 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad SESENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 21.10 | m | CABLE RV-K 3x 95 mm cuadrados | | | |
| | | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 95 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 72.91 | 72.91 | |
| | 0.4175 | Oficial 1ª | 25.63 | 10.70 | |
| | 0.4175 | Oficial 1ª | 25.63 | 10.70 | |
| | | Canon vertedero | 0.47 | 0.47 | |
| | | | | TOTAL | 94.79 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad NOVENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y NUEVE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|---------------|
| 21.11 | m | CABLE RV-K 3x 120 mm cuadrados | | | |
| | | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 120 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 92.07 | 92.07 | |
| | 0.4175 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.51 | |
| | 0.4175 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.51 | |
| | | Canon vertedero | 0.60 | 0.60 | |
| | | | | TOTAL | 119.69 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad NOVENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y NUEVE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|-------------|
| 21.12 | m | CABLE RV-K 2x 4 mm cuadrados | | | |
| | | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 2 hilos más toma de tierra de 4 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 2.10 | 2.10 | |
| | 0.0181 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.46 | |
| | 0.0181 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.46 | |
| | | Canon vertedero | 0.02 | 0.02 | |
| | | | | TOTAL | 3.04 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad TRES EUROS con CUATRO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|-------------|
| 21.13 | m | CABLE RN-F 2x 4 mm cuadrados | | | |
| | | Instalación de cable RN-F (trenzado de polímero clorado, resistente al agua y móvil) de 2 hilos más toma de tierra de 4 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable | 3.15 | 3.15 | |
| | 0.0180 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.46 | |
| | 0.0180 | Oficial 1ª | 25.63 | 0.46 | |
| | | Canon vertedero | 0.02 | 0.02 | |
| | | | | TOTAL | 4.10 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad CUATRO EUROS con DIEZ CENTIMOS

4.6.1.2.2 CABLES DE TOMA DE TIERRA

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 22.01 | m | CABLE DE TOMA DE TIERRA | | | |
| | | Instalación de cable de toma de tierra de 70 mm cuadrados de diámetro y 10.70 mm de diámetro con 19x2.14 hilos, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Cable de toma de tierra | 8.36 | 8.36 | |
| | 0.0479 | Oficial 1ª | 25.63 | 1.23 | |
| | 0.0479 | Oficial 1ª | 25.63 | 1.23 | |
| | | Canon vertedero | 0.05 | 0.05 | |
| | | | | TOTAL | 10.87 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad DIEZ EUROS con OCHENTA Y SIETE CENTIMOS

4.6.1.2.3 TRANSFORMADORES RECTIFICADORES

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|----------------|
| 23.01 | unidad | TRANSFORMADOR RECTIFICADOR | | | |
| | | Instalación de transformador rectificador (fuente de alimentación) de 1920 W con relación de transformación 220 AC/24 DC, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Transformador rectificador | 1048.1 | 1048.1 | |
| | 1.2354 | Oficial 1ª | 25.63 | 31.66 | |
| | 1.2354 | Oficial 1ª | 25.63 | 31.66 | |
| | | Canon vertedero | 6.81 | 6.81 | |
| | | | | TOTAL | 1118.23 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad MIL CIENTO DIECIOCHO EUROS con VEINTITRES CENTIMOS

4.6.1.2.4 REPARTIDORES MODULAR DE BORNES

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 23.01 | unidad | REPARTIDOR MODULAR DE BORNES | | | |
| | | Instalación de repartidor modular de bornes de 40 A de intensidad admisible, 20 kA de intensidad de cortocircuito y dos barras de 13 salidas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Repartidor modular de bornes | 10.79 | 10.79 | |
| | 0.0618 | Oficial 1ª | 25.63 | 1.58 | |
| | 0.0618 | Oficial 1ª | 25.63 | 1.58 | |
| | | Canon vertedero | 0.07 | 0.07 | |
| | | | | TOTAL | 14.03 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad CATORCE EUROS con TRES CENTIMOS

4.6.1.2.5 INTERRUPTORES

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|---------|----------|----------------|
| 24.01 | unidad | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO | | | |
| | | Instalación de interruptor automático SIEMMENS SENTRON 3VA1332, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor automático | 1490.41 | 1490.41 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 9.69 | 9.69 | |
| | | TOTAL | | | 1527.84 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad MIL QUINIENTOS VEINTISIETE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|----------|---------------|
| 24.02 | unidad | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO | | | |
| | | Instalación de interruptor automático SIEMMENS SENTRON 3VA1220, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor automático | 826.11 | 826.11 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 5.37 | 5.37 | |
| | | TOTAL | | | 859.22 |

Asciende el precio total de la partida a cantidad OCHOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS con VEINTIDOS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|----------|---------------|
| 24.03 | unidad | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO | | | |
| | | Instalación de interruptor automático SIEMMENS SENTRON 3VA1132, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor automático | 363.05 | 363.05 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 2.36 | 2.36 | |
| | | TOTAL | | | 393.15 |

Asciende precio total de la partida a cantidad OCHOCIENTOS TRES CIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS con QUINCE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|----------|---------------|
| 24.04 | unidad | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO | | | |
| | | Instalación de interruptor automático SIEMMENS SENTRON 3VA1116, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor automático | 333.68 | 333.68 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 2.17 | 2.17 | |
| | | TOTAL | | | 363.59 |

As. precio total partida cantidad OCHOCIENTOS TRES CIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y NUEVE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 24.05 | unidad | INTERRUPTOR DIFERENCIAL | | | |
| | | Instalación de interruptor diferencial SIEMMENS 5SV3322-4 de 30 mA, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor diferencial | 601.49 | 601.49 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 3.91 | 3.91 | |
| | | | | TOTAL | 633.14 |

Asciende precio total de la partida a cantidad SEIS CIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con CATORCE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 24.06 | unidad | INTERRUPTOR DIFERENCIAL | | | |
| | | Instalación de interruptor diferencial SIEMMENS 5SV3321-4 de 30 mA, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor diferencial | 589.23 | 589.23 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 3.83 | 3.83 | |
| | | | | TOTAL | 620.80 |

Asciende precio total de la partida a cantidad SEIS CIENTOS VEINTE Y TRES EUROS con OCHENTA CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|---------------|
| 24.07 | unidad | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SP4380-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor magneto térmico | 216.14 | 216.14 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 1.40 | 1.40 | |
| | | | | TOTAL | 245.28 |

Asciende precio total de la partida a cantidad DOS CIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS con VEINTIOCHO CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|--|--------|--------------|---------------|
| 24.08 | unidad | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SL4363-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor magneto térmico | 112.62 | 112.62 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 0.73 | 0.73 | |
| | | | | TOTAL | 141.09 |

Asciende precio total de la partida a cantidad CIENTO CUARENTA Y UNO EUROS con NUEVE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 24.09 | unidad | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SL4350-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor magneto térmico | 107.72 | 107.72 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 0.70 | 0.70 | |
| | | | | TOTAL | 136.16 |

Asciende precio total de la partida a cantidad CIENTO TREINTA Y SEIS EUROS con DIECISEIS CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 24.10 | unidad | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SL6316-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor magneto térmico | 38.40 | 38.40 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 0.25 | 0.25 | |
| | | | | TOTAL | 66.39 |

Asciende precio total de la partida a cantidad SESENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y NUEVE CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 24.11 | unidad | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SL6225-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor magneto térmico | 13.87 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 0.09 | 0.09 | |
| | | | | TOTAL | 41.70 |

Asciende precio total de la partida a cantidad CUARENTA Y UNO EUROS con SETENTA CENTIMOS

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|--------------|
| 24.12 | unidad | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SL6216-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Interruptor magneto térmico | 13.24 | 13.24 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | 0.5412 | Oficial 1ª | 25.63 | 13.87 | |
| | | Canon vertedero | 0.09 | 0.09 | |
| | | | | TOTAL | 41.07 |

Asciende precio total de la partida a cantidad CUARENTA Y UNO EUROS con SIETE CENTIMOS

4.6.1.2.6 ARMARIO REPARTIDOR CON TARJETAS DMX

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|----------------|
| 25.01 | unidad | ARMARIO DE TARJETAS DMX | | | |
| | | Instalación de armario repartidor con 10 tarjetas DMX de 12 canales, con conexión a Ethernet RJ45 y switch de 20 puertos, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Armario de tarjetas DMX | 2154 | 2154 | |
| | 1.2354 | Oficial 1ª | 25.63 | 31.66 | |
| | 1.2354 | Oficial 1ª | 25.63 | 31.66 | |
| | | Canon vertedero | 14.00 | 14.00 | |
| | | | | TOTAL | 2231.32 |

Asciende precio total de la partida a cantidad DOS MIL DOS CIENTOS TREINTA Y UNO EUROS con TREINTA Y DOS CENTIMOS

4.6.1.2.7 SENSORES CONECTADOS CON SEÑAL DMX

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 26.01 | unidad | SENSORES | | | |
| | | Instalación de sensores con el implemento correspondiente (anemómetro, barómetro, etc.) y el cableado hasta las tarjetas DMX, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Sensores | 423.26 | 423.26 | |
| | 2.4235 | Oficial 1ª | 25.63 | 62.11 | |
| | 2.4235 | Oficial 1ª | 25.63 | 62.11 | |
| | | Canon vertedero | 2.75 | 2.75 | |
| | | | | TOTAL | 550.24 |

Asciende precio total de la partida a cantidad QUINIENTOS CINCUENTA EUROS con VEINTICUATRO CENTIMOS

4.6.1.2.8 FOCO CIRCULAR 200

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|--------------|----------|---|--------|--------------|---------------|
| 27.01 | unidad | FOCOS | | | |
| | | Instalación de foco circular 200 MWDMX de colores de 16 W y 24 V con abertura central para el chorro de agua, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | Focos | 560.61 | 560.61 | |
| | 0.1487 | Oficial 1ª | 25.63 | 3.81 | |
| | 0.1487 | Oficial 1ª | 25.63 | 3.81 | |
| | | Canon vertedero | 3.64 | 3.64 | |
| | | | | TOTAL | 571.87 |

Asciende precio total de la partida a cantidad QUINIENTOS SETENTA Y UNO EUROS con OCHENTA Y SIETE CENTIMOS

4.6.1.2.9 ORDENADOR PLC PARA DMX

| CÓDIGO | CANTIDAD | RESUMEN | PRECIO | SUBTOTAL | IMPORTE |
|---------------|-----------------|---|---------------|-----------------|----------------|
| 28.01 | unidad | PLC COMPATIBLE LENGUAJE DMX | | | |
| | | Instalación de ordenador PLC para protocolo DMX conectado a armario repartidor de tarjetas DMX, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | 1 | PLC | 1593 | 1593 | |
| | 0.3587 | Oficial 1ª | 25.63 | 9.19 | |
| | 0.3587 | Oficial 1ª | 25.63 | 9.19 | |
| | | Canon vertedero | 10.35 | 10.35 | |
| | | | | TOTAL | 1621.73 |

Asciende precio total de la partida a cantidad MIL SEISCIENTOS VEINTIUNO EUROS con SETENTA Y TRES CENTIMOS

4.6.2 PRESUPUESTO Y MEDICIONES

4.6.2.1 ANILLO EXTERIOR DE 36 SURTIDORES

4.6.2.1.1 SUCCIÓN

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|---------------|---------------|
| 2.08 | CODO PE80 PN10 Φ100mm 4 in Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con diámetro de 100mm 4 pulgadas, atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 3 | 104.48 | 313.44 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 6.02 | ELECTROVALVULA PE80 PN10 Φ100mm Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 100 mm 4 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 271.15 | 271.15 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|--------------|
| 1.08 | TUBO PE80 PN10 Φ100mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 100 mm 4 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 4 | 13.48 | 53.92 |

4.6.2.1.2 DESCARGA 1

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|-----------------|-----------------|
| 8.02 | BOMBA CENTRÍFUGA DE 25 HP Instalación de bomba centrífuga de 25 HP, con entrada de 4 pulgadas y salida de 3 pulgadas, con armazón para impulsor de 10 pulgadas e impulsor de 7 pulgadas a 3500 rpm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 13493.35 | 13493.35 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|---------------|---------------|
| 6.01 | ELECTROVALVULA PE80 PN10 Ø80mm | | | |
| | Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 201.42 | 201.42 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|--------------|---------------|
| 2.07 | CODO PE80 PN10 Ø80mm | | | |
| | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 6 | 86.72 | 520.32 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|-----------|-------------|---------------|
| 1.07 | TUBO PE80 PN10 Ø80mm | | | |
| | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 30 | 9.45 | 283.50 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 9.01 | FILTRO Y Ø80 mm | | | |
| | Instalación de tres filtros, dos dobles TES, cuatro codos y tres metros tubo. Todo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 929.70 | 929.70 |

4.6.2.1.3 DESCARGA 2

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|---------------|---------------|
| 3.05 | TE PE80 PN10 Ø50mm | | | |
| | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 106.54 | 106.54 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|--------------|
| 4.06 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø65/50-80mm Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 65/50-80 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 65.81 | 65.81 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|--------------|-------------|--------------|
| 1.05 | TUBO PE80 PN10 Ø50mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 10.10 | 4.67 | 47.17 |

4.6.2.1.4 DESCARGA 3

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 3.04 | TE PE80 PN10 Ø40mm Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40 mm 1½ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 94.85 | 189.70 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 4.04 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø40-50mm Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40-50 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 53.70 | 107.40 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 2.04 | CODO PE80 PN10 Ø40mm Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40 mm 1½ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 59.47 | 118.94 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|-----------|-------------|---------------|
| 1.04 | TUBO PE80 PN10 Ø40mm | | | |
| | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40 mm 1½ pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 34 | 2.96 | 100.64 |

4.6.2.1.5 ANILLO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 3.03 | TE PE80 PN10 Ø32mm | | | |
| | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 4 | 88.97 | 355.88 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 4.03 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø32-40mm | | | |
| | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32-40 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 4 | 50.02 | 200.08 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|--------------|---------------|
| 2.03 | CODO PE80 PN10 Ø32mm | | | |
| | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 4 | 55.16 | 220.64 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-----------|-------------|---------------|
| 1.03 | TUBO PE80 PN10 Ø32mm | | | |
| | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 68 | 2.30 | 156.40 |

4.6.2.1.6 ACOMETIDA

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-----------|--------------|----------------|
| 3.03 | TE PE80 PN10 Ø32mm Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 36 | 88.97 | 3202.92 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|-----------|--------------|----------------|
| 4.02 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø20/25-32mm Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 20/25-32 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 36 | 47.26 | 1701.36 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|-----------|-------------|---------------|
| 1.01 | TUBO PE80 PN10 Ø20mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 20 mm ¾ de pulgada, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 76 | 1.83 | 139.08 |

4.6.2.1.7 CONJUNTO DE SALIDA

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|--|-----------|---------------|-----------------|
| 10.01 | SWITCHES Instalación de switch con dos electroválvulas en su nicho, atornillado con bridas a tuberías con salida lanza, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 36 | 935.18 | 33666.48 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|--|-----------|--------------|---------------|
| 11.01 | LANZA Ø 10 mm Instalación de lanza de acero inoxidable roscada a switch de Ø 10 mm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 36 | 19.93 | 717.48 |

SUBTOTAL 57163.32

4.6.2.2 ANILLO CENTRAL DE 16 SURTIDORES

4.6.2.2.1 SUCCIÓN

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|---------------|---------------|
| 2.08 | CODO PE80 PN10 Φ100mm 4 in Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con diámetro de 100mm 4 pulgadas, atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 3 | 104.48 | 313.44 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 6.02 | ELECTROVALVULA PE80 PN10 Φ100mm Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 100 mm 4 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 271.15 | 271.15 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|--------------|
| 1.08 | TUBO PE80 PN10 Φ100mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 100 mm 4 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 5 | 13.48 | 67.40 |

4.6.2.2.2 DESCARGA 1

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|-----------------|-----------------|
| 8.04 | BOMBA CENTRÍFUGA DE 40 HP Instalación de bomba centrífuga de 40 HP, con entrada de 4 pulgadas y salida de 3 pulgadas, con armazón para impulsor de 10 pulgadas e impulsor de 8 pulgadas a 3500 rpm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 20606.28 | 20606.28 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 6.01 | ELECTROVALVULA PE80 PN10 Ø80mm Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 201.42 | 201.42 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|--------------|---------------|
| 2.07 | CODO PE80 PN10 Ø80mm Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 8 | 86.72 | 693.76 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-----------|-------------|---------------|
| 1.07 | TUBO PE80 PN10 Ø80mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 29 | 9.45 | 274.05 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 9.01 | FILTRO Y Ø80 mm Instalación de tres filtros, dos dobles TES, cuatro codos y tres metros tubo. Todo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 929.70 | 929.70 |

4.6.2.2.3 DESCARGA 2

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|---------------|---------------|
| 3.05 | TE PE80 PN10 Ø50mm Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 106.54 | 106.54 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|--------------|
| 4.06 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø65/50-80mm Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 65/50-80 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 65.81 | 65.81 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-------------|-------------|--------------|
| 1.05 | TUBO PE80 PN10 Ø50mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 5.50 | 4.67 | 25.68 |

4.6.2.2.4 DESCARGA 3

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 3.04 | TE PE80 PN10 Ø40mm Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40 mm 1½ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 94.85 | 189.70 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 4.04 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø40-50mm Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40-50 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 53.70 | 107.40 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 2.04 | CODO PE80 PN10 Ø40mm Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40 mm 1½ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 59.47 | 118.94 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-----------|-------------|--------------|
| 1.04 | TUBO PE80 PN10 Ø40mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40 mm 1½ pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 17 | 2.96 | 50.32 |

4.6.2.2.5 ANILLO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|--------------|---------------|
| 3.03 | TE PE80 PN10 Ø32mm Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 4 | 88.97 | 355.88 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 4.03 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø32-40mm Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32-40 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 4 | 50.02 | 200.08 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 2.03 | CODO PE80 PN10 Ø32mm Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 4 | 55.16 | 220.64 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|-------------|-------------|--------------|
| 1.03 | TUBO PE80 PN10 Ø32mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 33.6 | 2.30 | 77.28 |

4.6.2.2.6 ACOMETIDA

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-----------|--------------|----------------|
| 3.03 | TE PE80 PN10 Ø32mm Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 16 | 88.97 | 1423.52 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-----------|--------------|---------------|
| 4.02 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø25-32mm Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 20/25-32 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 16 | 47.26 | 756.16 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-------------|-------------|--------------|
| 1.02 | TUBO PE80 PN10 Ø25mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 25 mm 1 pulgada, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 18.4 | 1.91 | 35.14 |

4.6.2.2.7 CONJUNTO DE SALIDA

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|--|-----------|---------------|-----------------|
| 10.01 | SWITCHES Instalación de switch con dos electroválvulas en su nicho, atornillado con bridas a tuberías con salida lanza, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 16 | 935.18 | 14962.88 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|-----------|--------------|---------------|
| 11.02 | LANZA Ø 14 mm Instalación de lanza de acero inoxidable roscada a switch de Ø 14 mm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 16 | 46.08 | 737.28 |

SUBTOTAL 42790.45

4.6.2.3 ANILLO INTERIOR DE 6 SURTIDORES

4.6.2.3.1 SUCCIÓN

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|---------------|---------------|
| 2.08 | CODO PE80 PN10 Φ100mm 4 in Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con diámetro de 100mm 4 pulgadas, atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 3 | 104.48 | 313.44 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 6.02 | ELECTROVALVULA PE80 PN10 Φ100mm Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 100 mm 4 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 271.15 | 271.15 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|--------------|
| 1.08 | TUBO PE80 PN10 Φ100mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 100 mm 4 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 3 | 13.48 | 40.44 |

4.6.2.3.2 DESCARGA 1

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|-----------------|-----------------|
| 8.04 | BOMBA CENTRÍFUGA DE 30 HP Instalación de bomba centrífuga de 30 HP, con entrada de 4 pulgadas y salida de 3 pulgadas, con armazón para impulsor de 10 pulgadas e impulsor de 8 pulgadas a 3500 rpm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 15864.66 | 15864.66 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 6.01 | ELECTROVALVULA PE80 PN10 Ø80mm Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 201.42 | 201.42 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 2.07 | CODO PE80 PN10 Ø80mm Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 8 | 86.72 | 693.76 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-----------|-------------|---------------|
| 1.07 | TUBO PE80 PN10 Ø80mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 31 | 9.45 | 292.95 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 9.01 | FILTRO Y Ø80 mm Instalación de tres filtros, dos dobles TES, cuatro codos y tres metros tubo. Todo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 929.70 | 929.70 |

4.6.2.3.3 DESCARGA 2

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 3.05 | TE PE80 PN10 Ø50mm Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 106.54 | 106.54 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|--------------|--------------|
| 4.06 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø65/50-80mm | | | |
| | Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 65/50-80 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 65.81 | 65.81 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|-------------|-------------|-------------|
| 1.05 | TUBO PE80 PN10 Ø50mm | | | |
| | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1.40 | 4.67 | 6.54 |

4.6.2.3.4 ANILLO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|---------------|---------------|
| 3.05 | TE PE80 PN10 Ø50mm | | | |
| | Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 2 | 106.54 | 213.08 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 2.05 | CODO PE80 PN10 Ø50mm | | | |
| | Instalación de codo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 4 | 65.33 | 261.32 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|------------|-------------|--------------|
| 1.03 | TUBO PE80 PN10 Ø50mm | | | |
| | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 5.6 | 4.67 | 26.15 |

4.6.2.3.5 ACOMETIDA

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 3.05 | TE PE80 PN10 Ø50mm Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 50 mm 2 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 6 | 106.54 | 639.24 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|--------------|---------------|
| 4.04 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø32/40-50mm Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 40-50 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 6 | 53.70 | 322.20 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|------------|-------------|-------------|
| 1.02 | TUBO PE80 PN10 Ø32mm Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 32 mm 1¼ pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2.8 | 2.30 | 6.44 |

4.6.2.3.6 CONJUNTO DE SALIDA

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|--|----------|---------------|----------------|
| 10.01 | SWITCHES Instalación de switch con dos electroválvulas en su nicho, atornillado con bridas a tuberías con salida lanza, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 6 | 935.18 | 5611.08 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|---------------|---------------|
| 11.03 | LANZA Ø 19 mm Instalación de lanza de acero inoxidable roscada a switch de Ø 14 mm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 6 | 137.74 | 826.44 |

SUBTOTAL 26689.36

4.6.2.4 CIRCUITO DE DEPURACIÓN Y FILTRADO

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|--|----------|---------------|---------------|
| 12.01 | SUMIDERO | | | |
| | Instalación sumidero de 570x570 de acero inoxidable con rejilla, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 381.64 | 763.34 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|--------------|---------------|
| 2.10 | CODO PE40 PN6 Ø150mm | | | |
| | Instalación de codo de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 150 mm 6 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 8 | 83.56 | 668.48 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-----------|--------------|---------------|
| 1.10 | TUBO PE40 PN6 Ø150mm | | | |
| | Instalación de tubo de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 150 mm 6 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 48 | 17.82 | 855.36 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|----------------|-----------------|
| 8.01 | BOMBA CENTRÍFUGA DE 7.5 HP | | | |
| | Instalación de bomba centrífuga de 7.5 HP, con entrada de 4 pulgadas y salida de 3 pulgadas más adaptadores a 5 pulgadas y 6 pulgadas, con armazón para impulsor de 13 pulgadas e impulsor de 8 pulgadas a 1780 rpm, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 2 | 5666.81 | 11333.62 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|----------------|----------------|
| 7.01 | FILTRO DE ARENA DE Ø1600mm. Presión máxima 2.5 bares | | | |
| | Instalación de filtro de arena de presión máxima de 2.5 bares con un diámetro de 1600 mm, incluido medios auxiliares, arena de sílice de 0.4/0.8, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 3326.70 | 6653.40 |

4.6.2.5 CONEXIÓN DESAGÜE

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|--|----------|---------------|---------------|
| 12.01 | SUMIDERO | | | |
| | Instalación sumidero de 570x570 de acero inoxidable con rejilla, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 381.64 | 763.34 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|----------------|
| 6.03 | ELECTROVALVULA PE40 PN6 Ø150mm | | | |
| | Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 150 mm 6 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 3 | 376.94 | 1130.82 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|---------------|---------------|
| 3.10 | TE PE40 PN6 Ø150mm | | | |
| | Instalación de TE de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 150 mm 6 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 3 | 115.97 | 347.91 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|--------------|
| 3.12 | TE PVC de desagüe Ø150mm | | | |
| | Instalación de TE PVC de desagüe con un diámetro de 150 mm 6 pulgadas encolado, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 20.03 | 40.06 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|--------------|
| 2.12 | CODO PVC desagüe Ø150mm | | | |
| | Instalación de codo de PVC de desagüe con un diámetro de 150 mm 6 encolado, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 3 | 12.68 | 38.04 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|-----------|--------------|---------------|
| 1.12 | TUBO PVC desagüe Ø150mm | | | |
| | Instalación de tubo de PVC de desagüe con un diámetro de 150 mm 6 de pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 21 | 19.92 | 418.32 |

SUBTOTAL 2738.49

4.6.2.6 CONEXIÓN RED GENERAL DE AGUA

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|--------------|--------------|
| 5.01 | VALVULA ANTIRRETORNO PE80 PN10 Ø80mm Instalación de válvula antirretorno de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 85.58 | 85.58 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|---------------|---------------|
| 6.01 | ELECTROVALVULA PE80 PN10 Ø80mm Instalación de electroválvula de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 3 | 201.42 | 604.26 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|---------------|---------------|
| 3.07 | TE PE80 PN10 Ø80mm Instalación de TE de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 124.42 | 248.84 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|--|----------|--------------|---------------|
| 3.09 | TE PE40 PN6 Ø125mm Instalación de TE de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares con un diámetro de 125 mm 5 pulgadas atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 94.39 | 118.78 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|-------------|---|----------|--------------|---------------|
| 4.07 | REDUCTOR PE80 PN10 Ø80-100/125mm Instalación de REDUCTOR de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80-100/125 mm atornillado con bridas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 2 | 75.75 | 151.50 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---------------|---|-----------------|---------------|----------------|
| 1.07 | TUBO PE80 PN10 Ø80mm | | | |
| | Instalación de tubo de polietileno de cédula 80 y presión nominal de 10 bares con un diámetro de 80 mm 3 pulgadas, incluidos empalmes, fijaciones a paredes y suelo, medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 20 | 9.45 | 189.00 |
| | | SUBTOTAL | | 1397.96 |

4.6.2.7 CABLES ELÉCTRICOS

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|-----------|-------------|--------------|
| 21.01 | CABLE RV-K 3x 1.5 mm cuadrados Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 1.5 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 10 | 1.74 | 17.40 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|-----------|-------------|--------------|
| 21.02 | CABLE RV-K 3x 2.5 mm cuadrados Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 2.5 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 10 | 2.70 | 27.00 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|-----------|-------------|--------------|
| 21.12 | CABLE RV-K 2x 4 mm cuadrados Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 2 hilos más toma de tierra de 4 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 18 | 3.04 | 54.72 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|-------------|-------------|-----------------|
| 21.13 | CABLE RN-F 2x 4 mm cuadrados Instalación de cable RN-F (trenzado de polímero clorado, resistente al agua y móvil) de 2 hilos más toma de tierra de 4 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 9280 | 4.10 | 38048.00 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|-----------|-------------|--------------|
| 21.04 | CABLE RV-K 3x 6 mm cuadrados Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 6 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 10 | 5.95 | 59.50 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|-----------|--------------|---------------|
| 21.05 | CABLE RV-K 3x 16 mm cuadrados | | | |
| | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 16 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 10 | 15.93 | 159.30 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|--------------|---------------|
| 21.06 | CABLE RV-K 3x 25 mm cuadrados | | | |
| | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 25 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 5 | 25.47 | 127.35 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|-----------|--------------|---------------|
| 21.10 | CABLE RV-K 3x 95 mm cuadrados | | | |
| | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 95 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 10 | 94.79 | 947.90 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|--|-----------|---------------|----------------|
| 21.11 | CABLE RV-K 3x 120 mm cuadrados | | | |
| | Instalación de cable RV-K (trenzado de PVC y fijo) de 3 hilos más toma de tierra de 120 mm cuadrados, incluidos medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 10 | 119.69 | 1196.90 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|------------|--------------|----------------|
| 22.01 | CABLE DE TOMA DE TIERRA | | | |
| | Instalación de cable de toma de tierra de 70 mm cuadrados de diámetro y 10.70 mm de diámetro con 19x2.14 hilos, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 270 | 10.87 | 2934.90 |

SUBTOTAL 43573.06

4.6.2.8 INTERRUPTORES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|--------------|---------------|
| 24.12 | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SL6216-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 3 | 41.07 | 123.21 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|--------------|---------------|
| 24.11 | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SL6225-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 3 | 41.70 | 125.10 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|--------------|--------------|
| 24.10 | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SL6316-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 66.39 | 66.39 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|---------------|---------------|
| 24.09 | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SL6325-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 136.16 | 136.16 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|---------------|---------------|
| 24.08 | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SL4363-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 141.09 | 141.09 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|---------------|---------------|
| 24.07 | INTERRUPTOR MAGNETO TERMICO | | | |
| | Instalación de interruptor magneto térmico SIEMMENS 5SP4380-7, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 1 | 245.28 | 245.28 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|---------------|----------------|
| 24.06 | INTERRUPTOR DIFERENCIAL | | | |
| | Instalación de interruptor diferencial SIEMMENS 5SV3321-4 de 30 mA, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 3 | 620.80 | 1862.40 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|---------------|----------------|
| 24.05 | INTERRUPTOR DIFERENCIAL | | | |
| | Instalación de interruptor diferencial SIEMMENS 5SV3322-4 de 30 mA, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 3 | 633.14 | 1899.42 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|---------------|---------------|
| 24.04 | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO | | | |
| | Instalación de interruptor automático SIEMMENS SENTRON 3VA1116, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 363.59 | 363.59 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|---------------|---------------|
| 24.03 | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO | | | |
| | Instalación de interruptor automático SIEMMENS SENTRON 3VA1132, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 393.15 | 393.15 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|---------------|---------------|
| 24.02 | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO | | | |
| | Instalación de interruptor automático SIEMMENS SENTRON 3VA1220, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 859.22 | 859.22 |

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|----------------|----------------|
| 24.01 | INTERRUPTOR AUTOMÁTICO | | | |
| | Instalación de interruptor automático SIEMMENS SENTRON 3VA1332, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 1527.84 | 1527.84 |

SUBTOTAL 7688.79

4.6.2.9 CONTROL Y LUCES

4.6.2.9.1 ARMARIO REPARTIDOR CON TARJETAS DMX

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|----------------|----------------|
| 25.01 | ARMARIO DE TARJETAS DMX | | | |
| | Instalación de armario repartidor con 10 tarjetas DMX de 12 canales, con conexión a Ethernet RJ45 y switch de 20 puertos, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 2231.32 | 2231.32 |

4.6.2.9.2 SENSORES CONECTADOS CON SEÑAL DMX

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|--|----------|---------------|----------------|
| 26.01 | SENSORES | | | |
| | Instalación de sensores con el implemento correspondiente (anemómetro, barómetro,) y el cableado hasta las tarjetas DMX, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 8 | 520.24 | 4161.92 |

4.6.2.9.3 FOCO CIRCULAR 200

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|--|-----------|---------------|-----------------|
| 27.01 | FOCOS | | | |
| | Instalación de foco circular 200 MWDMX de colores de 16 W y 24 V con abertura central para el chorro de agua, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje | | | |
| | | 58 | 571.87 | 33168.46 |

4.6.2.9.4 ARMARIO REPARTIDOR DE BORNES

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|--------------|--------------|
| 23.01 | REPARTIDOR MODULAR DE BORNES | | | |
| | Instalación de repartidor modular de bornes de 40 A de intensidad admisible, 20 kA de intensidad de cortocircuito y dos barras de 13 salidas, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 6 | 14.03 | 84.18 |

4.6.2.9.4 ORDENADOR PLC PARA DMX

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------------|---|----------|----------------|----------------|
| 26.01 | PLC COMPATIBLE LENGUAJE DMX | | | |
| | Instalación de ordenador PLC para protocolo DMX conectado a armario repartidor de tarjetas DMX, incluido medios auxiliares, suministro y reciclaje. | | | |
| | | 1 | 1621.73 | 1621.73 |

SUBTOTAL 41267.61

4.6.3 RESUMEN PRESUPUESTO

| CAPÍTULO | RESUMEN | IMPORTE |
|---|-----------------------------------|------------------|
| 4.6.2.1 | Anillo exterior de 36 surtidores | 57163.32 |
| 4.6.2.2 | Anillo central de 16 surtidores | 42790.45 |
| 4.6.2.3 | Anillo interior de 6 surtidores | 26698.36 |
| 4.6.2.4 | Circuito de depuración y filtrado | 26796.62 |
| 4.6.2.5 | Conexión desagüe | 2738.49 |
| 4.6.2.6 | Conexión red general de agua | 1397.96 |
| 4.6.2.7 | Cables eléctricos | 43573.06 |
| 4.6.2.8 | Interruptores | 7688.79 |
| 4.6.2.9 | Control y luces | 41267.61 |
| PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIA | | 250114.66 |
| | Gastos generales 13% | 32514.91 |
| | Beneficio industrial 6% | 15006.88 |
| PRESUPUESTO BASE SIN IVA | | 297636.45 |
| | IVA 21% | 62503.65 |
| PRESUPUESTO BASE CON IVA | | 360140.10 |

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de TRES CIENTOS SESENTA MIL CIENTO CUARENTA EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS

5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El presente TFG es el proyecto de ejecución de una fuente de fantasía en el que se intenta ahondar en las materias estudiadas en el grado. Principalmente Termodinámica y Mecánica de Fluidos, aunque también se tratan materias como Electrotecnia, Expresión Gráfica, Oficina Técnica (cronograma y diagrama de Gantt), Prevención de Riesgos Laborales y Medio Ambiente, y se introduce otra no estudiada: la energía fotovoltaica que no se contempla en el presupuesto. Como es natural, una fuente precisa de una obra civil que se describe en el proyecto, pero no se profundiza en los cálculos dado que no es objetivo de este grado.

En el capítulo de Memoria se indica que esta fuente está ubicada en la población en la que resido (Vallirana), perteneciente a la cordillera prelitoral de la Comunidad Autónoma de Cataluña, por lo que se sitúa en un terreno montañoso, repleto de accidentes geográficos, donde encontrar un lugar llano y próximo al centro del pueblo es complicado. No obstante el lugar hallado, una pequeña riera terraplenada y canalizada cumple con estas premisas.

Aunque el trabajo es principalmente de hidráulica, hay muy poca normativa de obligado cumplimiento al respecto, por lo que la misma se centra en el Reglamento de Baja Tensión y el Real Decreto sobre la legionelosis. Naturalmente se incluyen normas sobre tuberías, filtros, hormigón, calidad, etc.

En el apartado de la descripción de la fuente se pueden encontrar tres tipos de obra: la civil, la hidráulica y la eléctrica. En la primera se incluye el vaso de la fuente de 17 metros de radio con una zapata de 1 metro de profundidad y paredes de 40 centímetros que alojan el sistema hidráulico (que es visible) y 58 surtidores con sus correspondientes focos. En una cota de menos 5 metros aparece el depósito de compensación de 4x6x4 metros cúbicos y un metro por debajo, junto a éste se ubica el cuarto de máquinas de 4x10x4 metros cúbicos. Este diseño intenta aprovechar la pendiente de la montaña.

La obra hidráulica es la base el trabajo y está compuesta por un conjunto de circuitos; tres circuitos de surtidores, dos circuitos de depuración y filtrado, un canal de retorno y circuitos de entrada de agua de la red general y de desagüe. Los circuitos de los surtidores están formados por tuberías de succión de 4 pulgadas, bombas 25, 40 y 30 caballos de fuerza y tuberías de descarga de diferentes diámetros (la primera de 3 pulgadas), que se ramifican hasta llegar a los anillos cuadrados que reparten a cada una de las acometidas. Las tuberías son de polietileno de cédula 80 capaz de soportar una

presión nominal de 10 bares y permiten la instalación de 36, 16 y 6 surtidores en tres circunferencias de 12, 6 y 1 metro de radio cada una.

El circuito de retorno es un canal de 2 metros de ancho, al que se accede a través de un vertedero, y que vierte sus aguas al depósito de compensación, a través de una boca de 3x1.6 metros.

Los dos circuitos de depuración y filtrado están formados por tuberías de succión de 6 pulgadas, bombas de 7.5 caballos de fuerza y tuberías de descarga de 5 pulgadas de polietileno de cédula 40 y presión nominal de 6 bares. Con ello se consigue poca velocidad de fluido para el funcionamiento eficiente de los filtros de arena.

El circuito de desagüe es de PVC y recoge las aguas grises del vaso y del depósito de compensación (tanto en el sumidero inferior como en el superior). El circuito de agua de red es de 3 pulgadas, de polietileno de cedula 80 y presión nominal de 10 bares.

La obra eléctrica está compuesta por líneas con cubierta de PVC, baterías de condensadores, focos y switches (electroválvulas dobles), transformadores rectificadores, repartidores de bornes, armario de tarjetas DMX, ordenador y sensores. Las líneas están identificadas como LBC1, LBC2 y LBC3 para las bombas de los surtidores, LBC4 y LBC5 para las bombas de los filtros de arena y LBC6 y LBC7 para focos y switches. Las bombas de filtrado se unen a través de la línea L2, las de los surtidores a través de línea L3 y todos los circuitos se unen en L1.

Las tres piezas de obra civil tienen las siguientes fases resumidas: replanteo, excavación, puesta de toma de tierra, estabilización del terreno, hormigón de limpieza, encofrado, ferrallado y colocación de tubos y tomas de tierra, hormigonado y vibrado, rotura de probetas y desencofrado. En este apartado puede incluirse la canaleta de obra.

Los circuitos hidráulicos precisan de la ubicación de bombas, filtros de arena, nichos de switches y resto de equipos, para proceder a unirlos con posterioridad a través de la soldadura en caliente, empalmes con bridas atornilladas o empalmes roscados. Una vez finalizados se realizan las pruebas de presión y desinfección.

Para los circuitos eléctricos se sigue una metodología parecida. Tras la instalación de transformadores rectificadores, repartidores de bornes, aparata y sensores se procede al cableado. Una vez finalizada la instalación se procede a la prueba final, con alguna coreografía predeterminada.

En el capítulo de Pliego de Prescripciones Técnicas se indican algunos temas que pueden ser conflictivos en el momento de ejecución de la fuente, como por ejemplo: acopios, subcontratas, obras ocultas, obras accesorias, vicios ocultos, residuos, limpieza, condiciones de los materiales, revisiones y estándares higiénicos entre otros.

El capítulo de Anexos consta de Cronograma, Diagrama de Gantt, Plan de Residuos e Identificación de Riesgos de Seguridad y Salud. En el cronograma figuran la identificación de tareas, los tiempos tempranos de inicio y fin, los tiempos tardíos de inicio y fin, la duración de cada tarea y la holgura. En el Diagrama de Gantt se puede observar el camino crítico. En total la obra dura 31 días con una holgura máxima de 6 días.

El Plan de Residuos sigue las indicaciones de la Agencia de Residuos de Cataluña, dimensionando la previsión de los mismos y habilitando zonas para su almacenaje y posterior traslado a gestor autorizado.

La Identificación de Riesgos de Seguridad y Salud identifica los datos del proyecto, las instalaciones provisionales, la maquinaria, los medios auxiliares, los riesgos derivados de la ejecución de la obra civil, hidráulica y eléctrica y la necesidad de una formación previa a la entrada en obra de cualquier trabajador.

El capítulo de Cálculos es la base del presente trabajo, ocupa casi la mitad del mismo, y se estructura prácticamente igual que la memoria.

Para calcular los circuitos hidráulicos de los surtidores se parte de una serie de premisas, como altura del chorro, el diámetro de la tobera que ofrece el fabricante, los valores de densidad y viscosidad del agua y el tipo de tubería. Acto seguido se utiliza la ecuación de Torricelli para calcular la velocidad de salida, y el caudal con la sección de cada lanza. Este caudal aumenta a medida que se incrementan los surtidores a alimentar. En este momento se pueden dimensionar las tuberías a partir del “*diámetro recomendado*” que nos ofrece el manual de Robert L. Mott (Mecánica de Fluidos), momento en el que se halla la velocidad de cada tubería. A continuación, ya es posible averiguar el Número de Reynolds y la rugosidad relativa para descubrir el factor de fricción en el ábaco de Moody. Con este factor de fricción y la ecuación de Darcy se averiguan las pérdidas mayores, y con los coeficientes de resistencia de los accesorios, las pérdidas menores. Conociendo estos datos se aplica la ecuación de Bernuilli para calcular las pérdidas que debe equilibrar la bomba centrífuga.

Una vez conocido el caudal a bombear y las pérdidas que vencer se busca en las gráficas de los fabricantes la bomba que se necesita. En ellas, con estos datos como doble entrada, se incluyen las revoluciones del motor, el tamaño de los impulsores y el rendimiento al que trabaja para obtener la potencia necesaria. Contando con la ley de afinidad que dice, que la relación de caudales es igual a la relación de revoluciones del motor, que la relación de pérdidas es igual al cuadrado de la relación de revoluciones del motor y que, la relación de potencias es igual al cubo de la relación de revoluciones del motor se pueden hallar infinidad de combinaciones con una sola gráfica.

Estos mismos gráficos nos ofrecen el nivel de presión para evitar la cavitación que debe ser mayor en un 10% a la presión atmosférica más la presión piezométrica, menos las pérdidas y la presión de vapor.

Hay que señalar que al final de cada circuito de surtidores hay 3 hojas de cálculo, en las que se recalculan los mismos desde tres puntos de vista diferentes: el caudal recomendado (que es el que se ha utilizado), la velocidad mínima recomendada y la extrapolación de circuito en serie.

El cálculo de los circuitos de depuración y filtrado es más sencillo. Se parte de un volumen total de agua que debe filtrarse, equivalente al volumen del vaso más el depósito de depuración (360 metros cúbicos) y de un tiempo para realizarlo (dos horas). Ello ofrece un caudal de 180 metros cúbicos a la hora para una bomba o de 90 metros cúbicos a la hora para dos bombas. En este caso se toma el punto de vista de velocidad mínima recomendada (1.3 y 2 metros por segundo), para obtener unas tuberías de 6 pulgadas de succión y de 5 pulgadas de descarga. Una vez el circuito dimensionado se comprueba la capacidad de filtrado del filtro de arena (100 metros cúbicos hora) y se busca la carga en la tabla del fabricante. El procedimiento de identificación de la rugosidad relativa, del número de Reynolds, las pérdidas, potencia de las bombas y cavitación es similar a los circuitos de surtidores.

El cálculo del circuito de retorno es totalmente diferente. Aquí se trabaja con canales y aguas abiertas, incorporando el número de Froude que depende de la gravedad y permite efectos tan curiosos como el salto hidráulico o que el chorro de agua sea más ancho en el punto más alto que en la salida. El objetivo es averiguar la velocidad del canal y el tamaño del vertedero; para ello debe cumplirse que la cresta debe ser mayor que tres veces la sobrecresta ($30 \text{ cm} > 8 \times 3 \text{ cm}$), que la sobrecresta debe ser mayor a 6 centímetros ($8 \text{ cm} > 6 \text{ cm}$) y que la sobrecresta debe ser menor que un tercio de la longitud del vertedero ($8 \text{ cm} < 200/3 \text{ cm}$). Una vez comprobado que un vertedero con un cresta de 30 centímetros, sobrecresta de 8 cm y longitud de 2 metros es posible, se halla la velocidad del canal con la fórmula de Manning; se comprueba como el agua

comienza a fluir a una velocidad de 0.5 metros por segundo y se acelera hasta los 1.75 metros por segundo en el canal.

También es necesario comprobar que el dimensionamiento del depósito de compensación es correcto. Para ello se calcula el tiempo que el agua está fuera del depósito, bien sea porque está en el aire, bien porque está en las tuberías o en el canal (aproximadamente 15 segundos). Con este tiempo, y sabiendo el caudal de los tres circuitos de surtidores se halla el volumen de agua en movimiento, al que debe sumarse el de la sobrecresta del vaso y el medio metro de reserva del propio depósito. El resultado es que se necesitan 85 metros cúbicos y se dispone de un volumen de 96.

El dimensionamiento del cableado se realiza en función de la potencia consumida y del tipo de corriente suministrada; trifásica o monofásica. Naturalmente esta potencia es la total, no la útil, por lo que debe corregirse este apartado si es necesario. En caso de la existencia de motores, la potencia debe incrementarse en un 25% en sus líneas directas, mientras que la línea común debe incrementarse con un 25% del motor más potente exclusivamente. Focos y electroválvulas se incrementan un 5%. Una vez obtenida la potencia se obtiene la intensidad, que el diseñador suele dividir por 0.9 como margen de seguridad, obteniendo la intensidad de diseño. Con esta intensidad solo es necesario buscar en las tablas del REBT la intensidad requerida para el tipo de cable deseado y obtener su sección. Lo normal es que la tabla no disponga de la intensidad de diseño, por lo que se elige la inmediatamente superior, que se denomina intensidad admisible. En el caso de que la longitud del cable sea importante será necesario comprobar la caída de tensión (trifásica o monofásica), que en motores debe ser inferior al 5% y en iluminación inferior al 3%. Por este motivo, los cables de muy baja tensión de focos y electroválvulas que, según la intensidad debían tener una sección de 1.5 milímetros, tienen una sección de 4 milímetros.

Para el cálculo de los aparatos de maniobra lo normal es conocer las curvas disparo de cada interruptor automático o magnetotérmico, para poder elegir el que nos interesa. No obstante, Siemens ofrece un catálogo de aparatos "a la carta". Basta con definir la intensidad de corte y la intensidad de trabajo, de tal modo que pueda elegirse en catálogo la aparatosa que interese. Como la intensidad de trabajo se halla entre la intensidad de diseño y la intensidad admisible que se ha averiguado anteriormente, solo es necesario averiguar la intensidad de cortocircuito. Para ello es necesario hallar las resistencias y las inductancias, desde el Trafo hasta los equipos, con las que averiguaremos las impedancias. Con ellas y con el potencial de cada línea se halla la intensidad de cortocircuito, que es la que debe poder cortar el interruptor.

Para la toma de tierra se opta por un conductor enterrado formando malla, de tal modo que la resistencia de la misma sea muy inferior a los 1000 ohmios que ofrece la piel humana seca; en concreto se obtienen resistencias teóricas de 52 y 12 ohmios para el cuarto de máquinas y el vaso respectivamente (aunque estos valores teóricos deben comprobarse empíricamente). Además, este último cuenta con un cableado de protección IP68 y de un voltaje de muy baja tensión para evitar lesiones en caso de contactos eléctricos.

A simple vista podemos observar que hay una gran abundancia de motores en la red, por lo que la potencia aparente aumentará considerablemente por el efecto inductivo de los mismos. Para ello se diseña una batería de condensadores, instalada inmediatamente después de la acometida de la compañía para disminuir esa inductancia añadiendo capacitancia.

Un aspecto que debe considerarse aparte es el de la iluminación. El fabricante de los focos ofrece una fotometría que permite identificar el flujo luminoso, la intensidad luminosa y la iluminancia en dos planos de trabajo (alpha y beta), con un ángulo de ataque muy agudo que permite concentrar la luz en el chorro de agua. En concreto el ángulo oscila entre más 8 y menos 8 grados en ambos planos ortogonales, donde se emiten como máximo alrededor de 6500 lúmenes. Este flujo luminoso disminuye en función de la distancia, obteniendo irradiaciones desde 6500 lux a un metro de distancia, hasta 46 lux a 12 metros de distancia, que son más que suficientes para un espectáculo nocturno.

La fuente cuenta con un gran número de sensores que controlan desde presiones hasta velocidades del viento. Para este último punto el presente TFG ofrece una serie de cálculos para determinar teóricamente la velocidad del viento que hará parar los surtidores cuando el agua caiga en el exterior del vaso.

Se parte de la premisa de que el chorro de agua se comporta como un cilindro sólido, que es arrastrado por efecto del viento, y se calcula la aceleración horizontal que permite este efecto, en el tiempo de ascensión y descenso del agua.

Con la masa de este cilindro de agua se averigua la fuerza que debe igualarse a la fuerza de arrastre, de la que puede hallarse la velocidad del viento. Es importante tener claro que el chorro no tiene forma de cilindro, sino forma troncocónica invertida (según el número de Froude, el paso de una corriente supercrítica a una subcrítica en canales

abiertos conlleva un salto hidráulico; elevación de la lámina de agua), por lo que la figura será más ancha en la parte superior.

Es pues necesario encontrar un cilindro equivalente en masa, volumen y superficie de arrastre sobre la que poder aplicar un coeficiente de arrastre previamente tabulado. Dicho coeficiente se comprueba a posteriori.

El último apartado de los cálculos se corresponde con la propuesta de optimización energética mediante una instalación fotovoltaica. Para dimensionar la misma es necesario conocer el consumo previsto y la radiación solar recibida para dimensionar el número de paneles fotovoltaicos, el número de baterías y las capacidades del regulador y del inversor.

Para averiguar el consumo o la energía requerida es necesario sobredimensionar la potencia de cada terminal un 20% y sumarlas, para hallar la energía consumida en el período de tiempo deseado. Además debe tenerse en cuenta el rendimiento de baterías, conductores e inversor. Este resultado energético puede pasarse a capacidad dividiendo por el voltaje de las baterías.

La radiación solar es el factor clave de este tipo de cálculos, ya que ella es la “pila” que alimenta todo el sistema. Es necesario orientar los paneles de tal modo que en la peor circunstancia haya energía suficiente; por ello se toman las medidas de la radiación recibida con diferentes inclinaciones de los paneles para elegir el máximo de los mínimos (maximin), es decir, elegiremos la inclinación que nos de la energía máxima en el peor mes. En realidad debería hacerse por consumo real mensual, en lugar de hacerlo por radiación mensual, con lo cual buscaríamos el mínimo de los máximos consumos, pero como suponemos que dicho consumo es constante, los resultados son los mismos: inclinación de 60 grados en el mes de diciembre. Dado que en el peor mes el suministro está garantizado, el resto de meses puede entregarse el excedente a la red eléctrica.

Conociendo que las horas de pico son las que absorben el total de la irradiación que llega (1000W) en una jornada de radiación, basta con dividir la capacidad que necesitamos por las horas de pico para obtener el amperaje total. Sabiendo el amperaje por panel, el número de los mismos surge automáticamente.

También puede calcularse conociendo la potencia de los paneles. Dividendo la energía consumida por la potencia de estos paneles y las horas de pico con un factor de corrección se obtienen el número de paneles cuando el regulador es de pulsos. La conexión en serie o batería depende de los voltajes que necesitemos y los que proporcione el sistema.

El número de baterías depende de la mayor de las profundidades de descarga (estacional o diaria) y de la relación de voltajes proporcionados y necesitados.

Reguladores e inversores solo tienen que dimensionarse para soportar las intensidades y potencias deseadas.

Los planos son quizás, la segunda parte más importante del TFG, ya que permiten hacernos una idea del resultado del proyecto. Se ha optado por presentar vistas 3D para conseguir este objetivo, obviando los diédricos que, aunque aportarían cotas exactas para su construcción, no mejorarían la idea del resultado final del proyecto. Dichos diédricos se obtienen de una función directa de AutoCAD (presentación, crear vista, base y arrastrar), pero incrementarían innecesariamente el tamaño del proyecto, que ya es grande de por sí.

Se incluyen los planos de situación, de cada circuito de surtidores, de depuración y filtrado, de desagüe, de red de agua de presión, de retorno, de distribución de bombas, de tomas de tierra, de esquema eléctrico, de transformadores y de bornes. Estos últimos se consideran importantes debido a que identifican cada circuito para poder comunicarse con él con tarjetas DMX. También se incluyen algunas fotografías clarificadoras, principalmente de filtros, focos y switches con nicho.

El presupuesto consta de un cuadro de precios, un presupuesto y mediciones y un resumen de presupuesto con los siguientes capítulos: anillo exterior de 36 surtidores, anillo central de 16 surtidores, anillo interior de 6 surtidores, circuito de depuración y filtrado, conexión desagüe, conexión red general de agua, cables eléctricos, interruptores y control y luces. Es interesante señalar que la parte eléctrica supone un 63% del total, mientras que la hidráulica supone un 27%.

Como es natural, el presente trabajo ha madurado con el paso del tiempo, bien sea porque se han encontrado soluciones mejores, bien sea porque éstas eran inviables y se han descartado.

En un principio, la fuente ornamental tenía muchos menos surtidores que en la actualidad. Una vez realizados los primeros croquis sobre el terreno se observó que había demasiado espacio desaprovechado y que era poco estética. Al incrementar el número de surtidores se consiguió un mejor diseño del espacio, al tiempo que mejoró estéticamente.

El uso de alguna aplicación informática específica sobre el cálculo de fuentes habría permitido, por iteración, la optimización de la misma. Pero ello se habría conseguido a costa de violar una premisa de este trabajo, que consiste en mostrar las habilidades adquiridas por parte del alumno, a lo largo de estos cuatro años. Por este motivo se ha optado por hacer los cálculos manualmente.

La filosofía del diseño consiste en confeccionar un anillo que se alimente por el máximo número de puntos de entrada y que estos puntos, presenten una serie de condicionantes: misma longitud y diámetro de las tuberías y misma distancia entre entradas. Esta igualdad permite considerar que el anillo se alimenta en puntos equidistantes, con idéntico caudal, velocidad y presión, todo ello para garantizar las mismas condiciones en todos los puntos.

Únicamente existen diferencias en cada acometida final que conecta con el surtidor, pero, esta diferencia (debida a la diferencia de longitudes) es insignificante en comparación con la longitud total. En cualquier caso siempre puede corregirse con válvulas de caudal.

A la hora de realizar los cálculos se han tomado tres opciones de dimensionamiento, como se ha mencionado anteriormente: por diámetro recomendado, por velocidades mínimas recomendadas y simulando un circuito serie de principio a fin, ampliándolo en la unión de cada chorro. La segunda opción se descartó debido a que los diámetros de las tuberías eran enormes. La primera y la tercera ofrecían valores más parecidos; no obstante se optó por la primera ya que estaba documentada en el manual de Mecánica de Fluidos de Robert L. Mott.

Una idea que tuvo que abandonarse de buen principio fue la del anillo circular alimentado por cuatro ramas directas. Dicho anillo tenía que encargarse a medida en fábrica, ya que no está estandarizado, al igual que el accesorio de cuatro salidas y una entrada necesario para repartir la descarga en cuatro ramas (en el mercado solo hay "dobles tes"). El cambio consistió en un anillo cuadrado con dos conjuntos de ramas unidas por "tes" estándar.

Otra idea que se abandonó fue la tubería de acero inoxidable con accesorios unidos por presión. Además de mantener la calidad del agua, presentaba una estética envidiable, pero suponía un encarecimiento de costos difícilmente justificable. El tubo elegido al final fue el de polietileno de cédula 80 para PN10 y de cédula 40 para PN6.

Para filtrar la tubería de descarga de los surtidores se han usado filtros en Y. El desdoblamiento en 3 ramas en paralelo con el mismo diámetro nominal consigue disminuir el caudal a la tercera parte y por tanto la velocidad a la tercera parte. Con

velocidades más moderadas disminuyen las pérdidas, al tiempo que se igualan, ya que al estar en paralelo las presiones deben ser iguales.

El circuito de depuración y filtrado también sufrió cambios. El vaso de la fuente es de gran tamaño, aunque tenga poco calado, y el diseño inicial de una bomba y un filtro de arena tuvo que incrementarse a dos, ya que filtros tan grandes debían hacerse a medida. Por normativa, el vaso debía depurarse cada dos horas, por lo que las tuberías (que debían ser de baja velocidad) se hacían enormes. Al final se optó por dos circuitos independientes, con dos filtros, dos bombas y tubería de menor diámetro.

Con posterioridad se fueron añadiendo tuberías de acceso a la red de agua municipal (ya que se pierde parte del fluido por el uso), y de acceso al alcantarillado general para desagüe con sus válvulas correspondientes. En un principio solo se incluía el vaso, pero luego se vio necesario ampliar esta conexión al depósito de compensación.

Probablemente, el gran logro para la consecución de las coreografías de chorros de agua sea la electroválvula doble o switch. Este mecanismo permite mantener constante el régimen de la bomba, con las mismas presiones en cualquier momento y con la misma altura de chorros, independientemente de cuantos surtidores lancen agua, debido a que siempre hay una válvula abierta en la electroválvula doble (bien sea lanzando chorro de agua, bien sea devolviendo el agua al vaso). Por otra parte se consigue erradicar el efecto ariete y sobrepresiones por cierre accidental de válvulas.

El depósito de compensación, sencillo en principio, también sufrió cambios. Tuvo que incrementar su cota en un metro ya que, con la altura de 0.5 metros de lámina de agua no era suficiente para evitar la cavitación de la bomba de 40 HP. También se hizo un metro más largo para ganar 16 metros cúbicos necesarios alojar el exceso de agua que provocó el estrechamiento de la boca del vertedero. Éste se calculó en un principio para minimizar la sobrecresta, pero dio una medida poco convencional. Cuando se redujo casi un metro, hasta una anchura de 2 metros, se incrementó la altura de la sobrecresta, lo que repercutió en el aumento del depósito de compensación.

Respecto a la instalación eléctrica, en un par de ocasiones se intentó contactar con la compañía suministradora o comercializadora, para obtener información sobre el transformador que suministraba la zona, pero fue imposible. Ante esta situación se optó por suponer que la compañía proporcionó un punto de conexión a red a través de un transformador de 20kVA que se instaló en las proximidades.

Probablemente, el desafío más importante haya sido el dimensionamiento de los circuitos de corriente continua. Debido a que la instalación dispone de corriente trifásica se hizo preciso instalar fuentes de alimentación para los switches y los focos. En concreto seis transformadores rectificadores monofásicos, equivalentes a dos

transformadores trifásicos de 5000 VA de potencia aparente y relación de transformación de 380/24V con 3 rectificadores de corriente (uno por fase) por transformador, con los que se han hecho los cálculos. Cada rectificador conecta con un repartidor de bornes, en el que se identifica cada línea y del que salen los cables que conectarán con switchs y focos.

La iluminación se soluciona con el foco circular diámetro 200, con agujero central para la salida del chorro de agua y 3 grupos de 3 leds que permite la obtención de cualquier color por adición. Además presenta ángulos alpha y beta muy cerrados, lo que permite concentrar la luz en el chorro de agua.

La coreografía depende de un software especializado. Dicha coreografía se programa mediante un PLC con tarjetas de protocolo DMX, que le permite modular una señal sobre la portadora de 24V, que tiene cada cable para hacer funcionar electroválvulas y focos. Esta señal se incorpora a red a través de los repartidores de bornes.

La propuesta de optimización mediante paneles fotovoltaicos también sufrió cambios. En un principio se pensó en mantener las bombas de depuración 24 horas al día, pero el resultado fue que se necesitaba un parque de paneles, lo que hacía inviable esta opción.

Para finalizar podemos decir que se trata de una fuente equilibrada en altura de chorros y distancia entre los mismos, en un vaso suficientemente grande con un vertedero con canal que proporciona un aspecto curioso. Está diseñada para ponerse en marcha en fiestas señaladas, preferentemente nocturnas, permitiendo la incorporación de sonido, pero puede estar en marcha simplemente con las bombas de depuración y filtrado o con alguno de los circuitos de los surtidores a cualquier hora del día. Además, ya sea en vacío o con el sistema de depuración y filtrado pueden verse las tuberías que ofrecen un diseño atractivo.

6 BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Mecánica de Fluidos de Robert L. Mott. Séptima edición

Piscinas de Juan de Cusa Ramos

Hidráulica de Fuentes Ornamentales de Juan Eusebio González Fariñas

Mecánica de Fluidos de Frank M. White

Tecnología Eléctrica de Rafael Guirado Torres, Rafael Asensi Orosa, Francisco Jurado Melguizo y José Carpio Ibáñez

Fundamentos de Electricidad y Magnetismo de Rafael Magro Andrade, Laura Abad Toribio, Marta Serrano Pérez, Ana Isabel Velasco Fernández, Soledad Sánchez Sánchez y José Tejedor de las Muelas

Fundamentos Físicos de Ingeniería Electricidad y Electrónica de Juan Vicente Minguez, Francisco Mur, Manuel Alonso Castro y José Carpio

Medio Ambiente del CIP revisado por Marta González Moldes y Lucas Castro Martínez

Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos Guía del PMBOK sexta edición

Física Tipler

Física General de S Burbano de Ercilla y E. Burbano García

ON LINE

Astrapool

<https://www.astralpool.com/>

Safe rain

<http://www.saferain.com/es/>

Ignia light

<https://www.ignialight.com/>

Tubería polietileno

http://www.tuyper.es/opencms/export/sites/tuyper/galeria_descarga/productos/02_tuberiaPE/02presion/01Catalogo_PRESION_PE.pdf

Tubos

https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/148700/TFG_VamIndustry_v04.pdf

Isotubi

<https://www.isotubi.com/wp-content/uploads/2019/10/isotubi-numepress-instalaciones.pdf>

<https://www.isotubi.com/videos-instalacion/>

<https://www.youtube.com/watch?v=TMQh4fi4MjU>

Perdidas filtro Y

<https://www.traxco.es/blog/wp-content/uploads/2009/11/datos-tecnicos-filtros-en-y.pdf>

Perdida de filtro arena

http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/Tesis/Ingenie/cristobal_ef/cap04.pdf

https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Catalogos/HidraulicaRiegos/RegaberFiltroArena.pdf

<https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/filtracion-ii-seleccion-equipo-filtrado>

Gráficos bombas

[https://www.gouldspumps.com/ittgp/medialibrary/goulds/website/Literature/Brochures/Product%20Bulletins/Numerical/3196 i FRAME_bulletin_Spanish.pdf?ext=.pdf](https://www.gouldspumps.com/ittgp/medialibrary/goulds/website/Literature/Brochures/Product%20Bulletins/Numerical/3196%20FRAME_bulletin_Spanish.pdf?ext=.pdf)

Porosidad

http://hidrologia.usal.es/Complementos/Valores_perm_porosidad.pdf

Rugosidad PVC

https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/Temas/TablaRugosidadAbsolutaMateriales.pdf

Información sobre cable H07RN F

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0049316>

Circular diámetro 200

<https://www.ignialight.com/content/files/127/ignialight-circular200-pdf.pdf>

Iluminación

http://www.f2i2.net/documentos/Isi/REEAE/ITC-EA-02%20Guia_E_may2013_R1.1.pdf

Fuentes públicas

<http://www.emacsa.es/wp-content/uploads/2014/11/Pliego-general-de-Fuentes-Publicas-2013.pdf>

Fuente de Montuic

https://books.google.es/books?id=zHAjsAF54RUC&pg=PA11&lpg=PA11&dq=Caudal+de+surtidores+en+anillo&source=bl&ots=w5BZvqjmPR&sig=ACfU3U0cSe_enA5mC2xDenF7ePCpxfeQyA

https://www.google.com/search?q=Caudal%20de%20surtidores%20en%20anillo&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwig-rvyi_7nAhUI2BoKHSVHAfkQ6AEwDnoECAoQAQ#v=onepage&q=Caudal%20de%20surtidores%20en%20anillo&f=false

Agencia de residuos de Cataluña

<http://residus.gencat.cat/es/inici/>

Células fotovoltaicas

<https://www.sfe-solar.com/baterias-solares/manual-calculo/>

Precios DMX

<https://shop.dmx4all.de/de/dmx4all-produkte/artnet-dmx-decoder/artnet-relais-analog-interfaces/artnet-relais-analog-interface.html>

Precios tubo

<http://www.rekalde.com/es tubo de polietileno alta densidad pe-100.aspx>

<https://www.poolaria.com/tuberia-rigida-pvc/97-tubo-pvc-presion-pn16-gris-rigido.html>

Precio válvulas

<https://www.poolaria.com/catalogos-y-tarifas-piscina/514-tarifa-cepex.html>

Precio cables

<http://www.fontgas.com/wordpress/wp-content/uploads/2018/08/Top-Cable-Tarifa-2017-Fontgas.pdf>

Precio interruptores automáticos

https://www.electricalautomationnetwork.com/es/siemens/5sv3321-4-siemens-interruptor-diferencial-2-polos-tipo-b-con-retardo-breve-entrada-16-a-30-ma-un-ac-2?search_query=5SV3321-4&results=1

Precio interruptores automáticos

<https://shop.dmx4all.de/de/dmx4all-produkte/artnet-dmx-decoder/artnet-relais-analog-interfaces/artnet-relais-analog-interface.html>