



Memoria de Cálculo

Índice

1. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE HIPOCLORITO SÓDICO NECESARIA PARA LA DESINFECCIÓN DEL AGUA.....	3
1.1 HASTA 1000 HABITANTES	4
1.2 HASTA 3000 HABITANTES	4
1.3 HASTA 5000 HABITANTES	4
2 CÁLCULOS DEL CIRCUITO HIDRÁULICO	5
2.1 DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO HIDRÁULICO	5
2.2 HASTA 1000 HABITANTES.	6
2.2.1 BOMBA 1	6
2.2.2 BOMBA 2	9
2.2.3 TUBERÍAS	10
2.3 HASTA 3000 HABITANTES.	11
2.3.1 BOMBA 1	11
2.3.1 BOMBA 2	13
2.3.2 TUBERÍAS	14
2.4 HASTA 5000 HABITANTES.	15
2.4.1 BOMBA 1	15
2.4.2 BOMBA 2	18
2.4.3 TUBERÍAS	19
3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS	19
3.1 EMPRESA DISTRIBUIDORA	20
3.2 JUSTIFICACIÓN DE POTENCIA.....	20
3.3 COEFICIENTES DE SIMULTANEIDAD.....	22
3.4 INSTALACIÓN DE ENLACE	23
3.4.1 LÍNEA DE ALIMENTACIÓN A CUADRO GENERAL.....	23
3.4.2 CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN.....	23
3.5 INSTALACIÓN INTERIOR	24
3.5.1 LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN A CUADROS SECUNDARIOS	24
3.5.2 CUADROS SECUNDARIOS	24



3.5.3 DISTRIBUCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS CIRCUITOS.....	24
3.5.3.1 PROTECCIÓN GENERAL.....	25
3.5.3.2 LÍNEA GENERAL DE LA INSTALACIÓN.....	26
3.5.3.3 PROTECCIÓN DE LAS LÍNEAS PRINCIPALES.....	26
3.6 CONDICIONANTES GENERALES.....	26
3.7 CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....	27
3.7.1 LÍNEAS PRINCIPALES	28
3.7.1.1 LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN	28
3.7.1.2 EQUIPAMIENTO	36
3.7.1.3 CÁLCULO DE LAS CANALIZACIONES EN TUBO	36
3.7.1.4 PUESTA A TIERRA DEL CUADRO DE BAJA TENSIÓN	37
3.7.1.5 CÁLCULO DE PROTECCIONES.....	38
4. DISEÑO DEL SISTEMA DE CONTROL.....	40
5. AVERÍAS	40



1. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE HIPOCLORITO SÓDICO NECESARIA PARA LA DESINFECCIÓN DEL AGUA

El sistema, objeto de este estudio, pretende ofrecer un diseño para el tratado del agua para tres tamaños distintos de población a abastecer, considerando el consumo diario de cada habitante en 200 litros y un depósito de abastecimiento pensado para cubrir la demanda.

El dimensionado de la instalación será el siguiente:

Modelo (habitantes)	Depósito (m ³)	Bombeo/Caudal(m ³ /h)
Hasta 1000	200	20
Hasta 3000	600	60
Hasta 5000	1000	100

Como se puede observar en la tabla, a cada modelo se le asigna un depósito, el cual no es objeto de este proyecto, sino que sólo indicará la cantidad de agua a clorar. Otro dato a tomar en cuenta de la tabla es que se ha tomado como tiempo máximo para la cloración del depósito de 10 horas, tiempo que estará el sistema suministrando hipoclorito al depósito para la desinfección, por lo que los datos que refleja la tabla son del caudal máximo de la bombas para tal función seleccionados teniendo en cuenta la eficiencia y rendimiento de éstas.

A continuación obtenemos la cantidad de hipoclorito sódico para cada uno de los modelos propuestos.



1.1 Hasta 1000 habitantes

Volumen del depósito= $200 \text{ m}^3 = 200000 \text{ litros}$.

El punto de ruptura= $0.7 \text{ ppm } 0.7+0.3=1 \text{ ppm (mg/l)}$;

Por lo que necesitamos 1 mg de hipoclorito sódico para alcanzar el nivel de concentración deseada para la obtención de agua apta para el consumo.

Ya que el depósito es de 200000l necesitamos 200g de hipoclorito sódico.

1.2 Hasta 3000 habitantes

Volumen del depósito= $600 \text{ m}^3 = 600000 \text{ litros}$.

El punto de ruptura= $0.7 \text{ ppm } 0.7+0.3=1 \text{ ppm (mg/l)}$;

Por lo que necesitamos 1 mg de hipoclorito sódico para alcanzar el nivel de concentración deseada para la obtención de agua apta para el consumo.

Ya que el depósito es de 600000l necesitamos 600g de hipoclorito sódico.

1.3 Hasta 5000 habitantes

Volumen del depósito= $1000 \text{ m}^3 = 1000000 \text{ litros}$.

El punto de ruptura= $0.7 \text{ ppm } 0.7+0.3=1 \text{ ppm (mg/l)}$;

Por lo que necesitamos 1 mg de hipoclorito sódico para alcanzar el nivel de concentración deseada para la obtención de agua apta para el consumo.

Ya que el depósito es de 1000000l necesitamos 1kg de hipoclorito sódico.



2 CÁLCULOS DEL CIRCUITO HIDRÁULICO

2.1 Descripción del circuito hidráulico

Se pretende diseñar un sistema de proceso tanto eficaz como económico, para así reducir costes de inversión, operación y mantenimiento. También debe ser un sistema seguro y fiable con unos riesgos y fallos mínimos.

El diseño de un sistema de transporte de fluidos consiste fundamentalmente en:

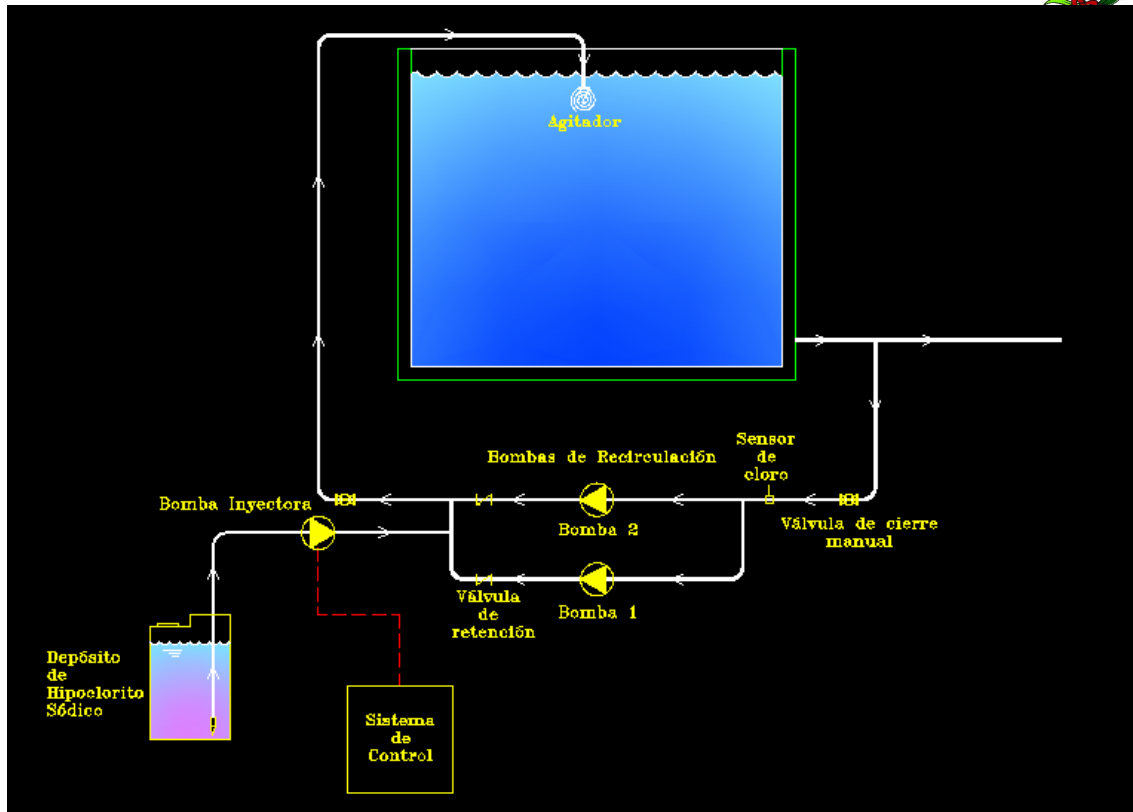
- Seleccionar el equipo de impulsión (bombeo) necesario para hacer circular el caudal de corriente deseado.
- Dimensionar las tuberías de conducción.
- Seleccionar el material de construcción (acero inoxidable, cobre, PVC,...).
- Seleccionar valvulería e instrumentación necesaria para poder regular el caudal de operación.

Se debe conocer las propiedades del fluido en las condiciones de transporte.

Cuando un fluido circula por una tubería se produce una pérdida de energía mecánica que se transforma en energía térmica o interna debido a la fricción del fluido con las paredes internas de la tubería. Para un tramo recto de diámetro constante la pérdida por unidad de longitud depende de la velocidad, densidad, viscosidad del material y del diámetro interno y rugosidad de la tubería. Para determinar dicha pérdida de carga se hace uso de tablas tabuladas o de cálculos matemáticos.

Debido a que en nuestro caso la conducción se lleva a cabo en un tramo relativamente pequeño los valores de pérdida de carga se suponen que son despreciables.

En el siguiente gráfico se muestra las dimensiones del sistema:



Procedemos al diseño hidráulico de la instalación en cada uno de los tres casos haciendo uso de un programa que nos facilita el proveedor para poder seleccionar los equipos idóneos en cada uno de ellos.

2.2 Hasta 1000 habitantes.

2.2.1 Bomba 1

Modelo (habitantes)	Depósito (m ³)	Bombeo/Caudal(m ³ /h)
Hasta 1000	200	20

Primero seleccionamos el tipo de bomba que será una bomba centrífuga monobloc, caudal elegido que en este caso es de 20 m³/h que corresponde a 5`56 l/s y las características del fluido que se va a impulsar, agua con las siguientes características:



Fluido: AGUA CON HIPOCLORITO SÓDICO				
Temperatura de operación (°C)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad dinámica (Ns/m ²)	Viscosidad cinemática (m ² /s)	Caudal (m ³ /h)
25	997	8.91E-4	8.94E-7	70

Area of application

Area of application

- 1. Submersible pumps for wells
- 2. Submersible pumps for sewage water
- 3. Horizontal pumps on the surface
 - Professional
 - HX-H2X**
 - HCO
 - XHM
 - Standardized centrifugal pumps (EN733)
 - Self priming
- Domestic
- 4. Surface vertical pumps
- 5. Pumps for specific applications
- 6. Whirlpool pumps, spas and pools

Selected

Series

HX-H2X

Operating data

☒ Duty point

Total flow: 6 l/s

Total head: 10 m

Static head: 0 m

Available system NPSH: ☒ Inlet pressure head: ☐

Rated frequency: 50 Hz

Altitude above sea level: 1000 m

Environmental temperature: 293 K

No. of pumps

1 + 1 standby pump

Search

Select Back Units Help

La bomba 1 es la encargada de bombear el agua procedente del depósito en el momento en el que el sensor de concentración de cloro indica que dicha concentración es la mínima establecida para garantizar la desinfección del agua para el consumo humano. Comienza la recirculación de agua a la que se le añade hipoclorito sódico hacia el depósito hasta que el sensor informe de que la concentración llega al nivel máximo estipulado. En este momento dejaría de funcionar la bomba.

En el programa introducimos los datos seleccionados del agua:



Area of application

Area of application

- ☒ 1. Submersible pumps for wells
- ☒ 2. Submersible pumps for sewage water
- ☐ 3. Horizontal pumps on the surface
 - ☐ Professional
 - ☒ HX-H2X
 - ☐ HCO
 - ☐ XHM
 - ☒ Standardized centrifugal pumps (EN733)
 - ☒ Self priming
- ☒ Domestic
- ☒ 4. Surface vertical pumps
- ☒ 5. Pumps for specific applications
- ☒ 6. Whirlpool pumps, spas and pools

Operating data **Fluid**

Rating of fluid: Drinking water

Temperature: 293 K

Density: kg/m³

Viscosity: mm²/s

Vapour pressure: kPa

Concentration: 100 %

pH-value: 7

content of solid: 0 %

Search

Selected

Series

HX-H2X

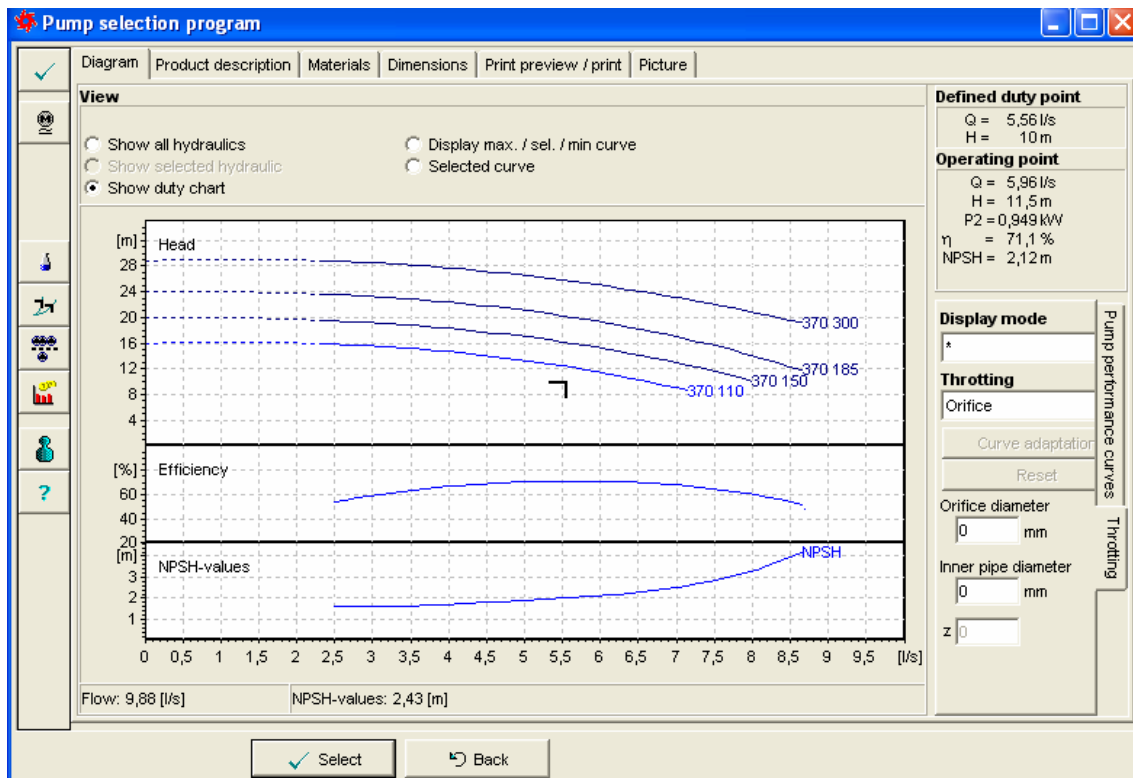
No. of pumps

☐ + 1 standby pump

Single head pump

Select **Back** **Units** **Help**

La bomba elegida para este caso es una electrobomba centrífuga de la Serie HX modelo 370 110, cuyas características son las siguientes:





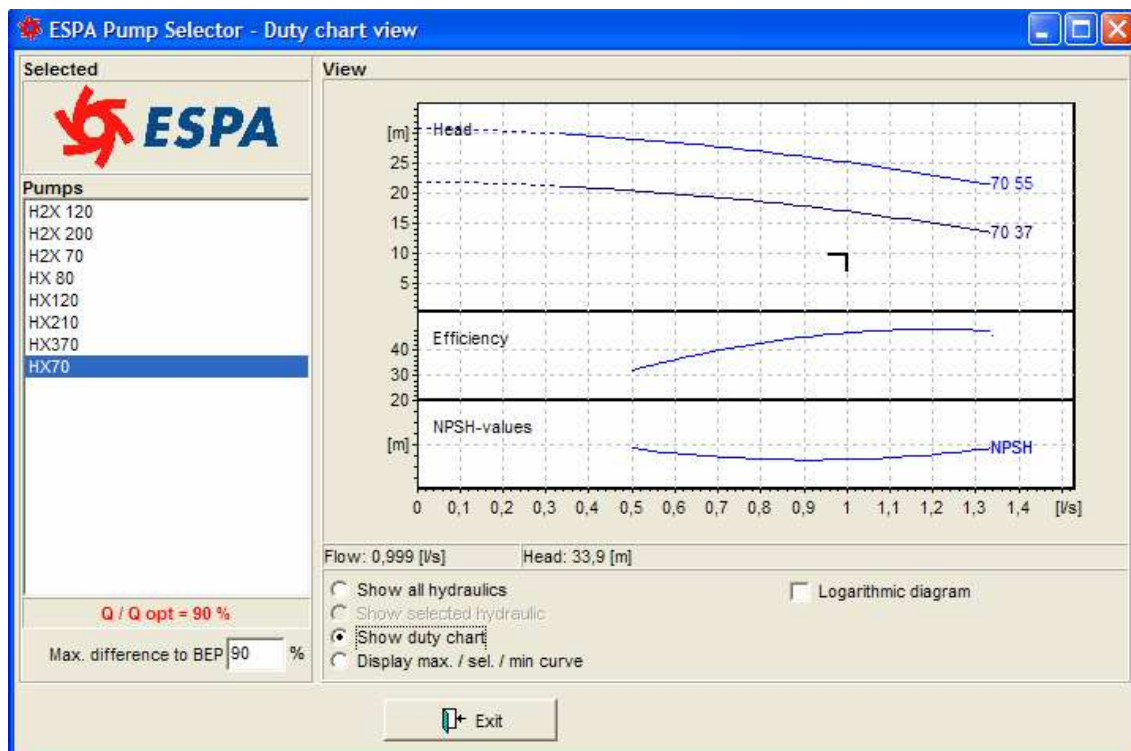
La potencia de la bomba elegida para el caudal propuesto es de 0.949 kW y la eficiencia del 71.1%.

Aunque el consumo de potencia no está limitado y no es objeto de este proyecto es determinante en el tamaño de las bombas y tampoco es conveniente disparar los consumos de los equipos por lo que se elegirán bombas con un rendimiento adecuado para conseguir la cloración en el tiempo estipulado.

2.2.2 Bomba 2

La bomba 2 está funcionando la mayor parte del tiempo por lo que elegiremos una bomba con un consumo pequeño de potencia. Esta bomba es la encargada de la recirculación del agua procedente del depósito para facilitar la lectura del sensor detector de cloro por lo que el caudal que se requiere es mínimo.

Por lo que elegiremos una bomba de poca potencia y un caudal de 1l/s, seleccionándola mediante el programa anterior.





La tubería necesaria para la conexión de esta bomba debe de ser de 34mm por lo que será 40 con diámetro interior 37 mm conectada a la línea con sus correspondientes codos.

El modelo de bomba seleccionado es de la Serie HX y es HX 70 37 (M) con una potencia de 370W y una eficiencia del 48%.

2.2.3 Tuberías

Para la elección del diámetro de la tubería es necesario saber la velocidad a la que fluirá el agua. Nos interesa que el tiempo para la cloración del depósito sea corto para conseguir la desinfección en el menor tiempo posible.

Como velocidad para el fluido tomaremos 1m/s.

Usando la siguiente fórmula:

$$Q = A \times v ;$$

Donde Q es el caudal (l/s), A el área (m²) y v la velocidad del fluido (m/s).

Como el área de la tubería es: $A = \pi \times r^2$ (r es el radio (m)).

Sustituyendo el valor del caudal (5.56 l/s) y la velocidad (1m/s) en la fórmula obtenemos un radio de la tubería de 42.07 mm, por lo tanto el diámetro será de 84.14 mm.

La tubería de diámetro normalizado es por tanto 90 cuyo diámetro interior es de 87 mm.

Con el programa usado para la selección de las bombas también reporta información sobre la elección de las tuberías coincidiendo con lo propuesto anteriormente.

El material de las tuberías será de PVC.



2.3 Hasta 3000 habitantes

2.3.1 Bomba 1

Modelo (habitantes)	Depósito (m ³)	Bombeo/Caudal(m ³ /h)
Hasta 3000	600	60

Primero seleccionamos el tipo de bomba que será una bomba centrífuga monobloc, caudal elegido que en este caso es de 60 m³/h que corresponde a 11`12 l/s y las características del fluido que se va a impulsar, agua con las siguientes características:

Fluido: AGUA CON HIPOCLORITO SÓDICO				
Temperatura de operación (°C)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad dinámica (Ns/m ²)	Viscosidad cinemática (m ² /s)	Caudal (m ³ /h)
25	997	8.91E-4	8.94E-7	70

Area of application

Area of application

- 1. Submersible pumps for wells
- 2. Submersible pumps for sewage water
- 3. Horizontal pumps on the surface
 - Professional
 - HX-H2X
 - HCO
 - XHM
 - Standardized centrifugal pumps (EN733)
 - Self priming
- Domestic
- 4. Surface vertical pumps
- 5. Pumps for specific applications
- 6. Whirlpool pumps, spas and pools

Operating data

☒ Duty point

Total flow 12 l/s

Total head 10 m

Static head 0 m

Available system NPSH

Inlet pressure head

Rated frequency 50 Hz

Altitude above sea level 1000 m

Environmental temperature 293 K

No. of pumps

1 + 1 standby pump

Selected

ESPA

Series

HCO

Single head pump

Search

Select Back Units Help



La bomba 1 es la encargada de bombear el agua procedente del depósito en el momento en el que el sensor de concentración de cloro indica que dicha concentración es la mínima establecida para garantizar la desinfección del agua para el consumo humano. Comienza la recirculación de agua a la que se le añade hipoclorito sódico hacia el depósito hasta que el sensor informe de que la concentración llega al nivel máximo estipulado. En este momento dejaría de funcionar la bomba.

En el programa introducimos los datos seleccionados del agua:

Area of application

Area of application

- 1. Submersible pumps for wells
- 2. Submersible pumps for sewage water
- 3. Horizontal pumps on the surface
 - Professional
 - HX-H2X
 - HCO
 - XHM
 - Standardized centrifugal pumps (EN733)
 - Self priming
- Domestic
- 4. Surface vertical pumps
- 5. Pumps for specific applications
- 6. Whirlpool pumps, spas and pools

Selected

Series

HCO

Operating data

Fluid

Rating of fluid: Drinking water

Temperature: 293 K

Density: 998,2 kg/m³

Viscosity: 1 mm²/s

Vapour pressure: 10 kPa

Concentration: 100 %

pH-value: 7

content of solid: 0 %

No. of pumps

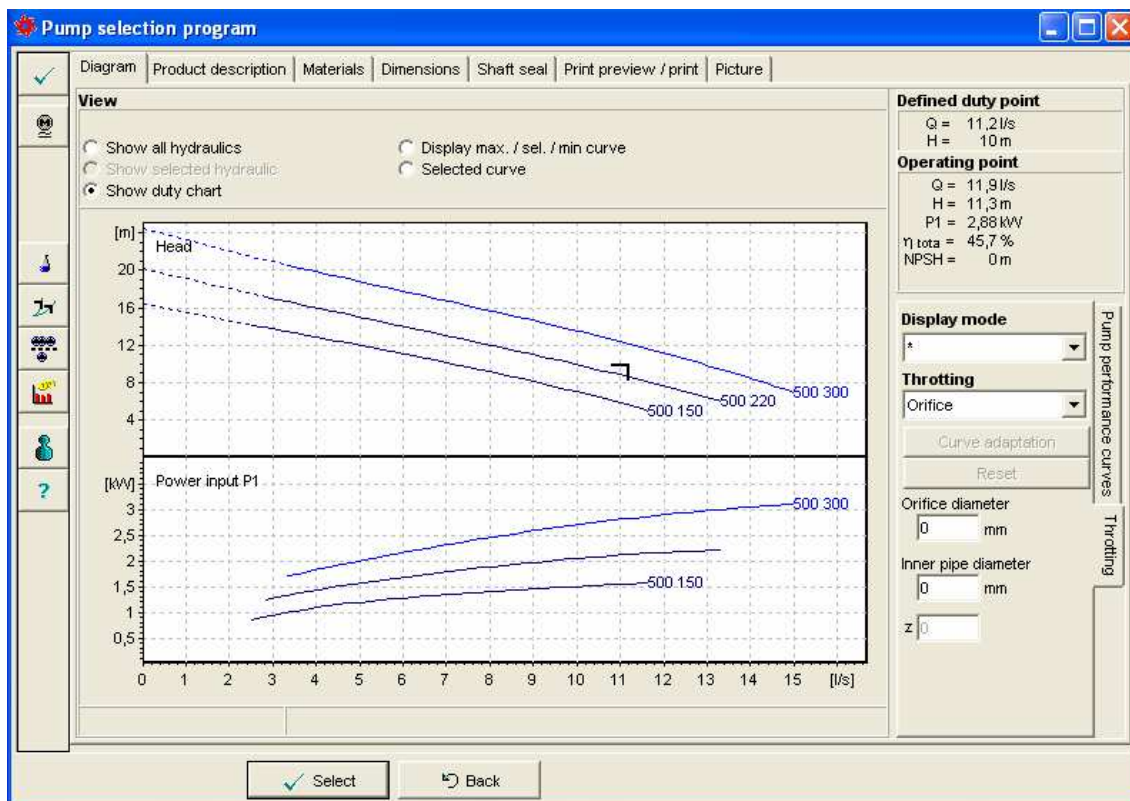
1 + 1 standby pump

Single head pump

Search

Select Back Units Help

La bomba elegida para este caso es una electrobomba centrífuga de la Serie HCO modelo 500/300, cuyas características son las siguientes:



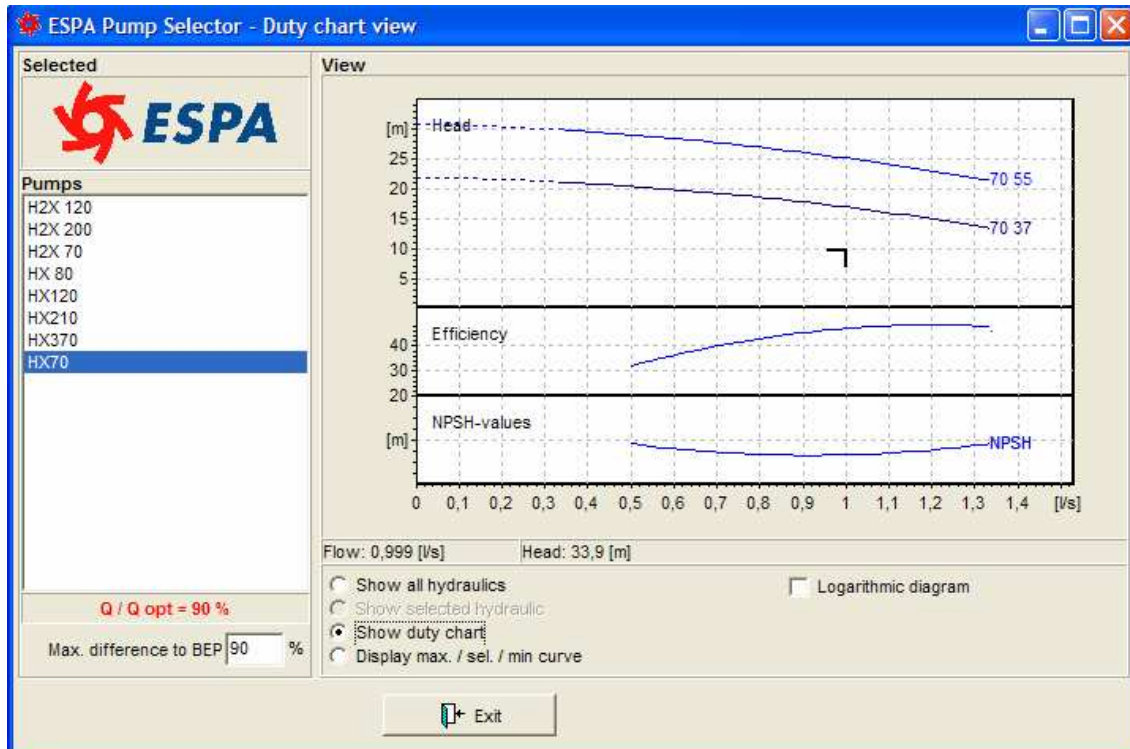
La potencia de la bomba elegida para el caudal propuesto es de 2.88 kW y la eficiencia del 45.7 %.

Aunque el consumo de potencia no está limitado y no es objeto de este proyecto es determinante en el tamaño de las bombas y tampoco es conveniente disparar los consumos de los equipos por lo que se elegirán bombas con un rendimiento adecuado para conseguir la cloración en el tiempo estipulado.

2.3.2 Bomba 2

La bomba 2 está funcionando la mayor parte del tiempo por lo que elegiremos una bomba con un consumo pequeño de potencia. Esta bomba es la encargada de la recirculación del agua procedente del depósito para facilitar la lectura del sensor detector de cloro por lo que el caudal que se requiere es mínimo.

Por lo que elegiremos una bomba de poca potencia y un caudal de 1l/s, seleccionándola mediante el programa anterior.



La tubería necesaria para la conexión de esta bomba debe de ser de 34mm por lo que será 40 con diámetro interior 37 mm conectada a la línea con sus correspondientes codos.

El modelo de bomba seleccionado es de la Serie HX y es HX 70 37 (M) con una potencia de 370W y una eficiencia del 48%.

2.3.3 Tuberías

Para la elección del diámetro de la tubería es necesario saber la velocidad a la que fluirá el agua. Nos interesa que el tiempo para la cloración del depósito sea corto para conseguir la desinfección en el menor tiempo posible.

Como velocidad para el fluido tomaremos 1m/s.

Usando la siguiente fórmula:

$$Q = A \times v ;$$

Donde Q es el caudal (l/s), A el área (m²) y v la velocidad del fluido (m/s).

Como el área de la tubería es: $A = \pi \times r^2$ (r es el radio (m)).



Sustituyendo el valor del caudal (11.12 l/s) y la velocidad (1 m/s) en la fórmula obtenemos un radio de la tubería de 59.49 mm, por lo tanto el diámetro será de 118.99 mm.

La tubería de diámetro normalizado es por tanto 125 cuyo diámetro interior es de 121.8 mm.

Con el programa usado para la selección de las bombas también reporta información sobre la elección de las tuberías coincidiendo con lo propuesto anteriormente.

El material de las tuberías será de PVC.

2.4 Hasta 5000 habitantes.

2.4.1 Bomba 1

Modelo (habitantes)	Depósito (m ³)	Bombeo/Caudal(m ³ /h)
Hasta 5000	1000	100

Primero seleccionamos el tipo de bomba que será una bomba centrífuga monobloc, caudal elegido que en este caso es de 100 m³/h que corresponde a 27.78 l/s y las características del fluido que se va a impulsar, agua con las siguientes características:

Fluido: AGUA CON HIPOCLORITO SÓDICO				
Temperatura de operación (°C)	Densidad (kg/m ³)	Viscosidad dinámica (Ns/m ²)	Viscosidad cinemática (m ² /s)	Caudal (m ³ /h)
25	997	8.91E-4	8.94E-7	200



Area of application

- 3.Horizontal pumps on the surface
 - Professional
 - HX-H2X
 - HCO
 - XHM
 - Standardized centrifugal pumps (EN733)
 - Cast iron
 - Monobloc
 - EN
 - FN
 - Stub shaft with standard motor
 - Base plate pumps

Operating data

☒ Duty point

Total flow: 28 l/s
Total head: 10 m
Static head: 0 m
Available system NPSH: 0 m
Inlet pressure head: 0 m
Rated frequency: 50 Hz
Altitude above sea level: 1000 m
Environmental temperature: 293 K

No. of pumps

1 ☐ + 1 standby pump

Selected

Series

EN

Single head pump

Search

La bomba 1 es la encargada de bombear el agua procedente del depósito en el momento en el que el sensor de concentración de cloro indica que dicha concentración es la mínima establecida para garantizar la desinfección del agua para el consumo humano. Comienza la recirculación de agua a la que se le añade hipoclorito sódico hacia el depósito hasta que el sensor informe de que la concentración llega al nivel máximo estipulado. En este momento dejaría de funcionar la bomba.

En el programa introducimos los datos seleccionados del agua:



Area of application

Area of application

- 3.Horizontal pumps on the surface
 - Professional
 - HX-H2X
 - HCO
 - XHM
 - Standardized centrifugal pumps (EN733)
 - Cast iron
 - Monobloc
 - EN
 - FN
 - Stub shaft with standard motor
 - Base plate pumps

Selected

Series

EN

Operating data

Fluid: Drinking water

Temperature: 293 K

Density: kg/m³

Viscosity: mm²/s

Vapour pressure: kPa

Concentration: 100 %

pH-value: 7

content of solid: 0 %

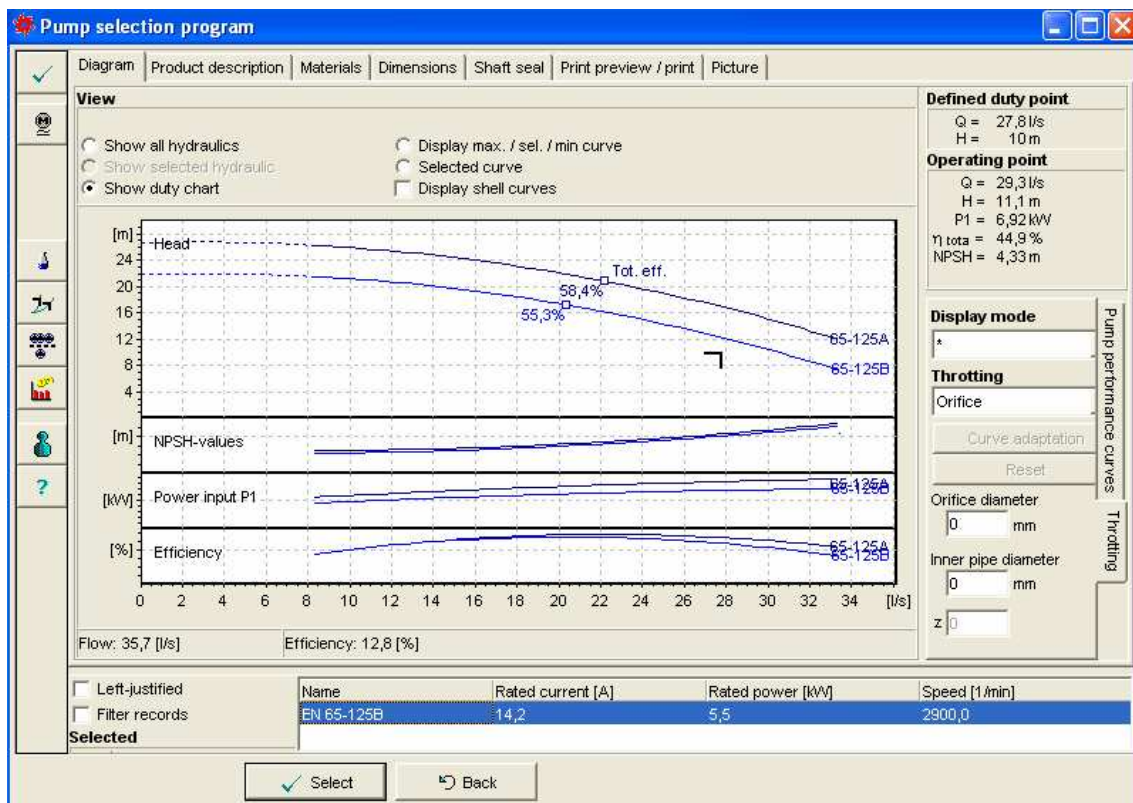
No. of pumps: 1 + 1 standby pump

Single head pump

Search

Select Back Units Help

La bomba elegida para este caso es una electrobomba centrífuga de la Serie EN modelo 65-125B, cuyas características son las siguientes:





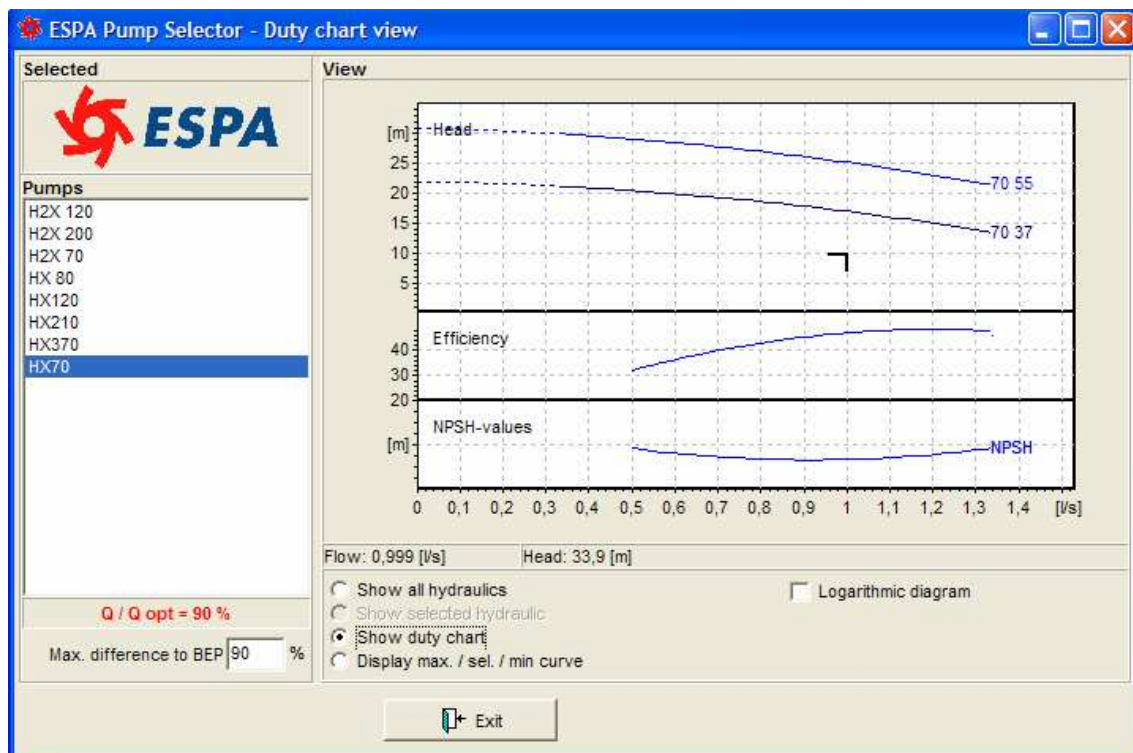
La potencia de la bomba elegida para el caudal propuesto es de 6.92 kW y la eficiencia del 44.9 %.

Aunque el consumo de potencia no está limitado y no es objeto de este proyecto es determinante en el tamaño de las bombas y tampoco es conveniente disparar los consumos de los equipos por lo que se elegirán bombas con un rendimiento adecuado para conseguir la cloración en el tiempo estipulado.

2.4.2 Bomba 2

La bomba 2 está funcionando la mayor parte del tiempo por lo que elegiremos una bomba con un consumo pequeño de potencia. Esta bomba es la encargada de la recirculación del agua procedente del depósito para facilitar la lectura del sensor detector de cloro por lo que el caudal que se requiere es mínimo.

Por lo que elegiremos una bomba de poca potencia y un caudal de 1l/s, seleccionándola mediante el programa anterior.



La tubería necesaria para la conexión de esta bomba debe de ser de 34mm por lo que será 40 con diámetro interior 37 mm conectada a la línea con sus correspondientes codos.



El modelo de bomba seleccionado es de la Serie HX y es HX 70 37 (M) con una potencia de 370W y una eficiencia del 48%.

2.4.3 Tuberías

Para la elección del diámetro de la tubería es necesario saber la velocidad a la que fluirá el agua. Nos interesa que el tiempo para la cloración del depósito sea corto para conseguir la desinfección en el menor tiempo posible.

Como velocidad para el fluido tomaremos 1m/s.

Usando la siguiente fórmula:

$$Q = A \times v ;$$

Donde Q es el caudal (l/s), A el área (m²) y v la velocidad del fluido (m/s).

Como el área de la tubería es: $A = \pi \times r^2$ (r es el radio (m)).

Sustituyendo el valor del caudal (27.78 l/s) y la velocidad (1m/s) en la fórmula obtenemos un radio de la tubería de 94.03 mm, por lo tanto el diámetro será de 188.06 mm.

La tubería de diámetro normalizado es por tanto 200 cuyo diámetro es de 196.8 mm.

Con el programa usado para la selección de las bombas también reporta información sobre la elección de las tuberías coincidiendo con lo propuesto anteriormente.

El material de las tuberías será de PVC.

3 CÁLCULOS ELÉCTRICOS

El sistema eléctrico deberá cumplir con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión REBT en todos aquellos puntos que sean de aplicación. El cuadro eléctrico de protección será diseñado según los requisitos y recomendaciones que para tal caso observa el REBT y la Colisión Electrotécnica Internacional CEI.

El objeto del presente documento es establecer y justificar los datos constructivos que permitan la ejecución de la instalación y a su vez exponer ante los organismos competentes que la instalación eléctrica reúne las condiciones y los requisitos que contempla la legislación vigente.



3.1 Empresa distribuidora

La tensión suministrada será en baja tensión , trifásica a 50Hz y 400V de tensión compuesta.

Se instalará una línea de acometida desde la línea de suministro principal hasta el aparato de medida, colocado éste en el cuadro correspondiente junto al armario del sistema. La instalación de esta línea es competencia de la compañía distribuidora.

La línea de alimentación al cuadro general estará compuesta por una manguera de sección $3.5 \times 240\text{mm}^2$ Cu 0.6/1kV, S /UNE-HD 603 que se canalizará mediante tubo de PVC tipo decaplast corrugado exterior y liso interior mínimo de 90mm de diámetro , protegiendo la subida con tubo de acero rígido mínimo M-63 hasta el cuadro de baja tensión , protegiendo eléctricamente la instalación con un Magnetotérmico acorde a la potencia. Se incluirá una caja para poder colocar el ICP, instalado por la empresa suministradora. Y desde el cuadro de baja tensión partirán las líneas a cada uno de los receptores/equipos. Todas estas líneas estarán protegidas por magnetotérmicos.

3.2 Justificación de potencia

Este apartado observa la potencia instalada de los equipos (indicados en las placas de características) y receptores de fuerza necesarios para el funcionamiento del sistema de cloración.

En las siguientes tablas se muestran las necesidades de potencia para cada modelo del presente estudio:



- Hasta 1000 habitantes:

Receptor	Unidades	Potencia Unidad (W)	Potencia Total
Bomba 1	1	1100	1100
Bomba 2	1	370	370
Bomba dosificadora	1	25	25
Fuerza	1	500	500
TOTAL			1995 W

- Hasta 3000 habitantes:

Receptor	Unidades	Potencia Unidad (W)	Potencia Total
Bomba 1	1	3000	3000
Bomba2	1	370	370
Bomba dosificadora	1	25	25
Fuerza	1	500	500
TOTAL			3895 W



- Hasta 5000 habitantes:

Receptor	Unidades	Potencia Unidad (W)	Potencia Total (W)
Bomba 1	1	7300	7300
Bomba 2	1	370	370
Bomba dosificadora	1	25	25
Fuerza	1	500	500
TOTAL			8195 W

La instalación en los tres modelos propuestos es igual, sólo difiere en los diámetros de cables y tubos, y en los diferenciales y magnetotérmicos correspondientes.

3.3 Coeficientes de simultaneidad

Cociente entre la potencia eléctrica máxima que puede entregar una instalación eléctrica, y la suma de las potencias nominales de todos los receptores que pueden conectarse a ella.

Dado que es probable que funcione en el mismo instante todo el sistema, incluyendo algún caso especial, se considera ,para el proyecto que nos ocupa, un coeficiente para arranque de motores de 125%, un coeficiente de simultaneidad del 100% de valor medio, a efectos de hacer una distinción de potencia máxima teórica y admisible por el sistema, dejando el sistema preparado para posibles ampliaciones.



3.4 Instalación de enlace

3.4.1 Línea de alimentación a cuadro general

Línea formada por cuatro conductores de 240 mm² siendo el neutro de la mitad de sección. Serán de Cu con aislamiento de polietileno reticulado XLPE para una tensión nominal de 1000V, designación RV-0.6/1kV.S/UNE-HD 603.

Estos conductores discurrirán por tubo decaplast/acero hasta el Cuadro General de Protección, situado en el interior del armario del sistema (ver planos). La Línea General de alimentación a cuadro general, cumplirá en todo momento el Reglamento Electrotécnico de Baja tensión (REBT) y hoja complementarias, concretamente la instrucción ICT-BT- 14.

Desde el EQUIPO DE MEDIDA, en el interior de su respectivo armario, nuestra línea general de alimentación irá, protegida bajo tubo decaplast /acero rígido blindado de M-63 mm de diámetro, hasta llegar al cuadro de protección y medida. La citada línea estará formada por conductores de Cu rígidos en formación 3,5x240 mm² RV-0,6/1 KV. Cumpliendo UNE 21.123, no propagadores de incendio, y con emisión de humos y opacidad reducida, libres de halógenos.

3.4.2 Cuadro General de Protección

Se instalará el Cuadro general de protección; formado por un armario metálico, en el lugar indicado en plano, albergando en su interior los dispositivos de mando, control y protección del sistema de cloración.

Estos dispositivos son detallados en el esquema general de la instalación y en el presupuesto. Con las disposiciones adoptadas quedan aseguradas las protecciones contra sobrecorrientes y cortocircuitos, así como contra contactos indirectos de las personas con las partes activas de la instalación.



3.5 Instalación interior

3.5.1 Líneas de alimentación a cuadros secundarios

Partiendo del Cuadro General de Protección y finalizando en cada uno de los cuadros secundarios montados en el interior del armario del sistema para la alimentación de los equipos.

Formados por conductores de cobre de tensión nominal de aislamiento 1000 V, designación RV-1 KV, instalados en tubo rígido de acero, sujeto a las paredes del armario con abrazaderas adecuadas, separadas como máximo 1 m entre ellas, atendiendo siempre a la instrucción ITC-BT 019 hasta ITC-BT-24.

El cálculo de las secciones se muestran en el apartado de cálculos.

3.5.2 Cuadros secundarios

Cuadros de protección y distribución para la totalidad de la maquinaria necesaria para el proceso. La ubicación de cada uno de ellos será la indicada en los planos.

Formados por armarios metálicos, de superficie, con placa de montaje provista de perfil DIN, y puerta metálica. El aparellaje a instalar dentro de ellos se indica a continuación.

La instalación está provista de un cuadro secundario para cada uno de los modelos propuestos, 1000, 3000 y 5000 habitantes alimentados directamente del cuadro general. Las protecciones de los distintos circuitos se detallan en el esquema unifilar.

3.5.3 Distribución y descripción de los circuitos

La instalación se dividirá en circuitos que se destinarán a las bombas y a los circuitos de fuerza.

Las canalizaciones estarán constituidas por conductores unipolares rígidos de cobre, con doble aislamiento de XLPE y en tubo rígido de acero, sujeto a las paredes del armario con abrazaderas adecuadas, separadas no más de 1 m entre ellas.



Todos estos tubos serán del tipo “no propagador de la llama, ni incendio y emisión de humos y opacidad reducidos libres de halógenos” (ITC-BT-21).

Las secciones de los conductores se han obtenido de acuerdo con las tablas de esta instrucción, respecto de las intensidades máximas admisibles y considerando una caída de tensión máxima del 6,5% para fuerza motriz en el punto más desfavorable de la instalación, considerando el origen de la misma en el cuadro desde donde parte cada circuito.

Los diámetros de los tubos se han dimensionado de acuerdo con las tablas de la instrucción ITC-BT-21.

Los conductores serán perfectamente identificables, adaptándose a la siguiente normativa:

- Conductor de fase: Color marrón, gris ó negro.
- Conductor neutro: Azul.
- Conductor de protección: Amarillo y verde

Las derivaciones sólo se realizarán en el interior de cajas de registro adecuadas al respecto, y las conexiones de los conductores mediante bornas o fichas de conexión de doble tornillo.

3.5.3.1 Protección general

Junto a los contadores, y en su salida, ha de estar la protección general de toda la instalación. Esta protección, estará a cargo de un interruptor automático magneto térmico-diferencial tetrapolar de corte omnipolar (desconexión previa del neutro y posterior de las fases, para evitar problemas a los motores).

Este interruptor tendrá una doble función de protección, como ICP y como Diferencial. Como ICP (interruptor de control de potencia) protegerá la instalación de sobrecargas y cortocircuitos. Como diferencial, protegerá la instalación de contactos directos e indirectos con la tierra.



3.5.3.2 Línea general de la instalación

Desde el cuadro de contadores y protección general, saldrá la línea general de la instalación, que irá hasta el cuadro general de maniobra y mando. Este cuadro, estará situado en el mismo armario que el cuadro de protección general, al lado del armario del sistema, y se podrán controlar todas las máquinas.

Los conductores de esta línea, estarán formados por cables unifilares de Cu, con aislamiento de PVC y una tensión nominal de aislamiento de 1KV.

3.5.3.3 Protección de las líneas principales

Junto cuadro general de mando situaremos otro cuadro de protección, donde estarán situados las protecciones individuales de cada línea de fuerza.

Para la línea principal de fuerza, dispondremos de un interruptor magneto térmico-diferencial tetrapolar de corte omnipolar.

3.6 Condicionantes generales

Para el cálculo de una instalación eléctrica industrial los condicionantes aparecen establecidos por el REBT y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, a saber:

Las secciones de cables se han calculado de forma que:

- a) En ningún caso se sobrepasen las intensidades máximas admisibles determinadas por dicho reglamento en función del tipo de línea y del cable escogido.
- b) No se supere en ningún caso la máxima caída de tensión permitida de un 5% entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización.
- c) Todos los circuitos se protegerán contra sobreintensidades y/o cortocircuitos, mediante interruptores magnetotérmicos.



- d) Todos los circuitos de la instalación se protegerán contra los contactos indirectos, mediante el empleo de interruptores diferenciales.

3.7 Cálculos eléctricos

Para efectuar los distintos cálculos se emplean las siguientes formulas:

Las intensidades máximas se calculan, cuando están conectados todos los receptores, a partir de las fórmulas siguientes:

Intensidad a partir de la potencia activa para circuito monofásico:

$$I = \frac{P / R}{U_c * \cos \varphi}$$

- I: Intensidad de corriente en Amperios
- P: Potencia Activa en kW
- U: Tensión entre fases en V.
- $\cos \varphi$: Factor de potencia.
- R: Rendimiento del motor eléctrico.

Caída de tensión en el circuito monofásico:



$$\Delta U = \frac{100 * P * L_e}{56 * U_e^2 * S}$$

$$S(mm^2) = \frac{L * I * \cos \varphi}{k * e}$$

- P_c : Potencia consumida por el receptor en W.
- L: Longitud de cálculo.
- $\cos \varphi$: Factor de potencia.
- S: Sección del conductor.
- e: Caída de tensión.
- K: Conductividad en $m/W \cdot mm^2$
- R: Rendimiento.
- I: Intensidad en Amperios.

3.7.1 Líneas principales

Vamos a calcular las líneas principales, las cuales van desde la caja de protección hasta todas y cada uno de los circuitos secundarios. También el cálculo de la línea principal de alimentación.

3.7.1.1 Línea General de alimentación

Aquella que enlaza la Caja General de Protección con la centralización de contadores. Existe la posibilidad de que de una misma línea general de alimentación puedan hacerse derivaciones para distintas centralizaciones de contadores.



En nuestro caso los conductores estarán aislados en el interior de tubos enterrados, con lo que deben de cumplir la ITC-BT-21.

Los tubos que se utilizarán serán tubos protectores flexibles de 3 metros de longitud y que cumplirán la UNE-EN 50086-2-3. La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Características de la instalación para cada modelo propuesto:

- **Hasta 1000 habitantes.**

Potencia total = 1995 W.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{1995}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 3.60 A$$

Según REBT hay que multiplicar el valor obtenido por 1.25 para arranque de motores:

$$3.60 \times 1.25 = 4.5 A$$

Caída de tensión máxima permitida = 0.5% según REBT ITC-14.

La sección de cada conductor será :

Sección = (3x6+1x6) Cu.

Elegidos estos valores por si en un futuro se ejecutara ampliaciones en la instalación.

Diámetro exterior de los tubos de 75 mm² según REBT ITC-14 tabla 1.

Se tienen dos circuitos trifásicos, uno por bomba, y dos monofásicos que corresponden a la bomba dosificadora de hipoclorito sódico y otro de fuerza.

a) Circuito 1 (Bomba 1 Trifásico)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{1100}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 1.98 A$$



Según REBT hay que multiplicar el valor obtenido por 1.25 para arranque de motores:

$$1.98 \times 1.25 = 2.475 \text{ A}$$

Mirando la tabla de cables conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra que es el caso que nos ocupa.

Por tanto para este caso 3×XLPE.

Según la tabla la sección debe de ser de 1.5 mm² y la intensidad normalizada de 18 A.

b) Circuito 2 (Bomba 2 Trifásico)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{370}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 0.67 \text{ A}$$

Según REBT hay que multiplicar el valor obtenido por 1.25 para arranque de motores:

$$0.67 \times 1.25 = 0.838 \text{ A}$$

Mirando la tabla de cables conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra que es el caso que nos ocupa.

Por tanto para este caso 3×XLPE.

Según la tabla la sección debe de ser de 1.5 mm² y la intensidad normalizada de 18 A.

c) Circuito 3 (Bomba dosificadora Monofásico)

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{25}{230 \cdot 0.9} = 0.12 \text{ A}$$

Según REBT hay que multiplicar el valor obtenido por 1.25 para arranque de motores:

$$0.12 \times 1.25 = 0.15 \text{ A}$$



Con la tabla 1 de la ITC-BT-19 la sección debe de ser de 1.5mm² y la intensidad normalizada es 24 A.

d) Circuito 4 (Fuerza Monofásico)

$$I = \frac{P}{V \bullet \cos \varphi} = \frac{500}{230 \bullet 0.9} = 2.42A$$

Con la tabla 1 de la ITC-BT-19 la sección debe de ser de 1.5mm² y la intensidad normalizada es 24 A.

- **Hasta 3000 habitantes.**

Potencia total = 3895 W.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \bullet V \bullet \cos \varphi} = \frac{3895}{\sqrt{3} \bullet 400 \bullet 0.8} = 7.03A$$

Según REBT hay que multiplicar el valor obtenido por 1.25 para arranque de motores:

$$7.03 \times 1.25 = 8.79 A$$

Caída de tensión máxima permitida = 0.5% según REBT ITC-14.

La sección de cada conductor será :

Sección = (3x6+1x6) Cu.

Elegidos estos valores por si en un futuro se ejecutara ampliaciones en la instalación.

Diámetro exterior de los tubos de 75 mm² según REBT ITC-14 tabla 1.

Se tienen dos circuitos trifásicos, uno por bomba, y dos monofásicos que corresponden a la bomba dosificadora de hipoclorito sódico y otro de fuerza.



a) Circuito 1 (Bomba 1 Trifásico)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{3000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 5.41 A$$

Según REBT hay que multiplicar el valor obtenido por 1.25 para arranque de motores:

$$5.41 \times 1.25 = 6.763 A$$

Mirando la tabla de cables conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra que es el caso que nos ocupa.

Por tanto para este caso 3×XLPE.

Según la tabla la sección debe de ser de 1.5 mm² y la intensidad normalizada de 18 A.

b) Circuito 2 (Bomba 2 Trifásico)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{370}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 0.67 A$$

Según REBT hay que multiplicar el valor obtenido por 1.25 para arranque de motores:

$$0.67 \times 1.25 = 0.838 A$$

Mirando la tabla de cables conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra que es el caso que nos ocupa.

Por tanto para este caso 3×XLPE.

Según la tabla la sección debe de ser de 1.5 mm² y la intensidad normalizada de 18 A.

c) Circuito 3 (Bomba dosificadora Monofásico)

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{25}{230 \cdot 0.9} = 0.12 A$$

Con la tabla 1 de la ITC-BT-19 la sección debe de ser de 1.5mm² y la intensidad normalizada es 24 A.



d) Circuito 4 (Fuerza Monofásico)

$$I = \frac{P}{V \bullet \cos \varphi} = \frac{500}{230 \bullet 0.9} = 2.42 A$$

Con la tabla 1 de la ITC-BT-19 la sección debe de ser de 1.5mm² y la intensidad normalizada es 24 A.

- **Hasta 5000 habitantes.**

Potencia total = 8195 W.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \bullet V \bullet \cos \varphi} = \frac{8195}{\sqrt{3} \bullet 400 \bullet 0.8} = 14.79 A$$

Según REBT hay que multiplicar el valor obtenido por 1.25 para arranque de motores:

$$14.79 \times 1.25 = 18.49 A$$

Caída de tensión máxima permitida = 0.5% según REBT ITC-14.

La sección de cada conductor será :

Sección = (3x10+1x10) Cu.

Elegidos estos valores por si en un futuro se ejecutara ampliaciones en la instalación.

Diámetro exterior de los tubos de 75 mm² según REBT ITC-14 tabla 1.

Se tienen dos circuitos trifásicos, uno por bomba, y dos monofásicos que corresponden a la bomba dosificadora de hipoclorito sódico y otro de fuerza.

a) Circuito 1 (Bomba 1 Trifásico)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \bullet V \bullet \cos \varphi} = \frac{7300}{\sqrt{3} \bullet 400 \bullet 0.8} = 13.17 A$$



Según REBT hay que multiplicar el valor obtenido por 1.25 para arranque de motores:

$$13.17 \times 1.25 = 16.464 \text{ A}$$

Mirando la tabla de cables conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra que es el caso que nos ocupa.

Por tanto para este caso 3xXLPE.

Según la tabla la sección debe de ser de 1.5 mm² y la intensidad normalizada de 18 A.

b) Circuito 2 (Bomba 2 Trifásico)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{370}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 0.67 \text{ A}$$

Según REBT hay que multiplicar el valor obtenido por 1.25 para arranque de motores:

$$0.67 \times 1.25 = 0.838 \text{ A}$$

Mirando la tabla de cables conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra que es el caso que nos ocupa.

Por tanto para este caso 3xXLPE.

Según la tabla la sección debe de ser de 1.5 mm² y la intensidad normalizada de 18 A.

c) Circuito 3 (Bomba dosificadora Monofásico)

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{25}{230 \cdot 0.9} = 0.12 \text{ A}$$

Con la tabla 1 de la ITC-BT-19 la sección debe de ser de 1.5mm² y la intensidad normalizada es 24 A.

d) Circuito 4 (Fuerza Monofásico)

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{500}{230 \cdot 0.9} = 2.42 \text{ A}$$



Con la tabla 1 de la ITC-BT-19 la sección debe de ser de 1.5mm^2 y la intensidad normalizada es 24 A.

Aparamenta de Protección

El REBT en la instrucción BT 020 establece que todo circuito debe estar protegido contra los efectos de las sobreintensidades y los cortocircuitos. Además de las sobreintensidades el REBT en la instrucción BT 021 se refiere a las protecciones contra contactos directos que se pueden producir en una instalación eléctrica.

Interruptores Magnetotérmicos:

El interruptor magnetotérmico esta equipado con dos elementos (relés) de protección: un relé térmico que protege frente a las sobreintensidades y un relé magnético que protege contra los cortocircuitos.

Para bajas intensidades $I < 100\text{ A}$ y pequeñas intensidades de cortocircuito $I < 10\text{ kA}$ se utilizan los interruptores magnetotérmicos de carril DIN.

Interruptores diferenciales:

El objetivo fundamental de los interruptores diferenciales es detectar las corrientes de defecto de fuga a tierra y actuar interrumpiendo el circuito eléctrico en caso de que dichas corrientes suponga algún peligro para las personas y bienes.

Potencia consumida

La mayoría de la potencia eléctrica que se va a consumir proviene de las bombas de recirculación de los circuitos hidráulicos. Por otro lado se ha tenido en cuenta la alimentación de los sistemas de control como la instrumentación. A continuación se muestran cada una de las potencias de consumo:



3.7.1.2 Equipamiento

Para los tres modelos propuestos será el siguiente:

Se instalará un cuadro general de distribución de baja tensión (C.G.D.B.T.), formado por unidades metálicas con revestimiento electrostático de protección de polvo epoxy y color RAL 7032 gris sílice.

Respecto de las intensidades máximas admisibles y considerando una caída de tensión máxima del 5% para fuerza motriz en el punto más desfavorable de la instalación, considerando el origen de la misma en el cuadro desde donde parte cada circuito.

Los diámetros de los tubos se han dimensionado de acuerdo con las tablas de la instrucción ITC-BT-21.

Los conductores serán perfectamente identificables, adaptándose a la siguiente normativa:

- conductor de fase. Color marrón, gris ó negro.
- conductor neutro. Azul.
- conductor de protección. Amarillo verde.

3.7.1.3 Cálculo de las canalizaciones en tubo

Para el cálculo del diámetro exterior de los tubos se usa la ICT-BT-21 tabla 5, se va a usar tubo de PVC tipo decaplast corrugado exterior y liso interior, con número de conductores igual a 3.

	Sección Final (mm ²)	Diámetro exterior tubo (mm)
Circuito 1 (Bomba 1)	1.5	16
Circuito 2 (Bomba 2)	1.5	16
Circuito 3 (Bomba dosificadora)	1.5	16
Circuito 4 (Fuerza)	1.5	16



Válido para los tres modelos propuestos.

3.7.1.4 Puesta a tierra del cuadro de Baja Tensión

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Para ello usaremos picas de cobre de 2 metros de longitud y 14,3 mm de diámetro. En caso de tener que bajar la resistencia de tierra del electrodo, se dispondrán picas asociadas en paralelo y a una distancia entre sí de $2L = 4$ m.; el conductor de unión entre picas será de cobre desnudo y de 50 mm² de sección.

Fórmulas para calcular la toma de tierra:

- Resistencia de una sola pica:

$$R = \frac{\rho}{l};$$

Donde ρ es la resistividad del terreno (ver ITC-18 tabla 3 del REBT para determinarlo según caso).

Y l la longitud de la pica: 2 m en nuestro caso.

- Número de picas a colocar:

$$R_t = \frac{R}{n^{\circ} \text{picas}};$$

Donde R_t es la resistencia total necesaria y R la resistencia de la pica.

- Línea de enlace a tierra: estará constituida por conductor de cobre de las siguientes características: 0,6 / 1KV-VV- 35 mm² de sección mínima.

- Línea principal de tierra: estará constituida por conductor de cobre de las siguientes características: 0,6 / 1KV-VV- 16 mm² de sección mínima, esta línea está formada por varios conductores que partiendo del punto de puesta a tierra, que estará situado junto al Cuadro General de Baja Tensión, a cuyo borne de conexión se unirán los conductores de protección de la línea de distribución para enlazar directamente con el electrodo de tierra.



- Conductores de protección: serán de cobre-H07V-U- 2,5 mm² de sección mínima, libre de halógenos, que irán alojados en el interior de un tubo protector que enlazando con las Derivaciones de la Línea Principal de Tierra, pondrán las masas de los receptores a tierra.

3.7.1.5 Cálculo de protecciones

Para el cálculo de las protecciones se usa la intensidad máxima admisible.

Para la línea principal elegimos para los modelos de hasta 1000 y 3000 habitantes:

- a) Diferencial Bipolar, AC , In=25 A, Sen=300mA
- b) Magnetotérmico Tetrapolar curva D, In= 20 A Pdc= 10KA

Y para la línea principal del modelo de hasta 5000 habitantes:

- a) Diferencial Bipolar, AC , In=40 A, Sen=300mA
- b) Magnetotérmico Tetrapolar curva D, In= 32 A Pdc= 10KA

- Hasta 1000 habitantes:

Circuito	Magnetotérmico	Diferencial	Relé térmico
Sistema de Control	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	
Bomba 1	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	2.4 a 6 A
Bomba 2	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	0.84 a 3 A
Bomba Dosificadora	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	0.15 a 3 A



- Hasta 3000 habitantes:

Circuito	Magnetotérmico	Diferencial	Relé
Sistema de Control	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	
Bomba 1	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	5.41 a 9
Bomba 2	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	0.84 a 3 A
Bomba Dosificadora	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	0.15 a 3 A

- Hasta 5000 habitantes:

Circuito	Magnetotérmico	Diferencial	Relé
Sistema de Control	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	
Bomba 1	Tetrapolar, D, In= 20 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	16.5 a 20 A
Bomba 2	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	0.84 a 3 A
Bomba Dosificadora	Tetrapolar, D, In= 10 A Pdc=10KA	Bipolares, AC , In=25A, Sen=300mA	0.15 a 3 A



4. Diseño del sistema de control

El sistema elegido será centralizado, donde los sensores y actuadores se conectarán a un único equipo de control (PLC).

5. Averías

Las averías que se pueden tener son las siguientes (se identificarán por unos códigos asociadas a cada una de ellas, que mediante un dispositivo de control remoto envía un SMS correspondiente a cada avería):

Avería	Código
Nivel Bajo Cl depósito	01
Tiempo excedido en dosificación Alto	02
Tiempo excedido en dosificación Bajo	03
Fallo Bomba	04
Rango concentración Cl inadecuado	05