



NAP 1-2-0.4

NORMA ADIF PLATAFORMA

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS DE BOMBEO

1ª EDICIÓN: JUNIO 2025

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		

EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-100. Generalidades de Obra Civil.

<p>Propone:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Grupo de trabajo GT-100 Fecha: 18 de junio de 2025</p>	<p>Aprueba:</p> <p>Comité de Normativa Reunión de XX de XX de XXXX</p>
--	---

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV. Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

1.- OBJETO.....	5
1.1.-INTRODUCCIÓN.....	5
1.2.-OBJETO DE LA NORMA.....	5
2.- CAMPO DE APLICACIÓN.....	5
3.- DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS.....	6
4.- CRITERIOS Y CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO.....	8
4.1.-NÚMERO DE POZOS Y LOCALIZACIÓN.....	8
4.2.-ORIGEN Y NATURALEZA DEL AGUA.....	8
4.3.-CAUDALES DE DISEÑO.....	8
4.4.-CONSTITUCIÓN DE LOS POZOS DE BOMBEO.....	9
4.4.1.-CRITERIOS GENERALES.....	9
4.4.2.-CRITERIOS PARA POZOS EN TÚNELES.....	10
4.4.3.-CÁMARA DE RETENCIÓN DE SÓLIDOS.....	10
4.4.4.-CÁMARA DE ASPIRACIÓN.....	10
4.5.-DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS DE BOMBEO.....	11
4.5.1.-NÚMERO DE BOMBAS.....	11
4.5.2.-VOLUMEN DE LA CÁMARA DE ASPIRACIÓN.....	12
4.6.-BOMBAS.....	13
4.6.1.-CARACTERÍSTICAS REQUERIDAS.....	13
4.6.2.-PEDESTAL.....	14
4.7.-SISTEMA DE TUBERÍAS.....	14
4.7.1.-TUBO DE ASPIRACIÓN.....	14
4.7.2.-COLECTOR DE IMPULSIÓN.....	15
4.7.3.-IMPULSIÓN INDIVIDUAL.....	15
4.7.4.-FOSO DE VÁLVULAS.....	16
4.7.5.-IMPULSIÓN GENERAL.....	16
4.8.-OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS.....	17
4.8.1.-REQUISITOS GENERALES.....	17
4.8.2.-ACCIONES.....	17
4.8.3.-RESISTENCIA AL FUEGO.....	18
4.9.-SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA INSTALACIÓN DE BOMBEO.....	18
4.9.1.-REQUISITOS GENERALES.....	18
4.9.2.-CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	19
4.10.- REGULACIÓN DEL CAUDAL.....	20
4.10.1.- NIVELES DE ARRANQUE Y PARADA.....	20
4.10.2.- TIPOS DE ARRANQUE.....	21
4.10.3.- VARIADORES DE FRECUENCIA.....	21

4.11.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA	21
4.11.1.- REQUISITOS GENERALES	21
4.11.2.- BAJA TENSIÓN	21
4.11.2.1.-Requisitos Generales	21
4.11.2.2.-Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)	22
4.11.2.3.-Motores de las bombas.	23
4.11.3.- SUMINISTRO PARA SERVICIOS DE AVERÍAS Y MANTENIMIENTO	23
4.11.4.- FIABILIDAD DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	24
4.12.- GRUPO ELECTRÓGENO.....	24
4.13.- ACCESOS Y MANTENIMIENTO	25
4.13.1.- PREVENCIÓN DE ACCESOS NO AUTORIZADOS.....	25
4.13.2.- ACCESOS	25
4.13.3.- ESPACIOS CONFINADOS	26
4.13.4.- MANTENIMIENTO	26
4.14.- EQUIPOS DE ELEVACIÓN	28
4.15.- ELIMINACIÓN DE RUIDOS.....	28
4.16.- ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN	28
4.16.1.- ALUMBRADO NORMAL	28
4.16.2.- ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	29
4.16.3.- SEÑALIZACIÓN	30
4.17.- PROTECCIÓN Y SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DEL POZO Y SUS INSTALACIONES	30
4.17.1.- REQUISITOS ESTABLECIDOS EN LA ETI DE SEGURIDAD EN TÚNELES Y LA IFI.....	30
4.17.2.- SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIOS.....	31
4.17.3.- EXTINTORES	31
4.18.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS	31
5.- NORMATIVA DEROGADA	31
6.- DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR	31
7.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA	32

1.-OBJETO

1.1.-INTRODUCCIÓN

Los pozos de bombeo son sistemas complejos de drenaje. Se utilizan cuando la evacuación de aguas pluviales o procedentes de filtración del terreno no se puede realizar por gravedad en alguna zona de la red ferroviaria. En caso de que el agua no sea evacuada por los sistemas del pozo de bombeo, puede producirse su rebose y la inundación de la infraestructura, incluso la ocupación de los circuitos de vía en poco tiempo, pudiendo afectar a la operación ferroviaria.

Por este motivo, los pozos de bombeo deben ser diseñados, construidos y mantenidos de acuerdo con la criticidad del proceso, teniendo en cuenta que la entrada de aguas freáticas a los pozos suele ser continua.

1.2.-OBJETO DE LA NORMA

El objeto de la presente norma es recoger las prescripciones que la buena práctica, los avances en la materia y la experiencia acumulada en Adif y Adif-AV (en adelante Adif) recomiendan para el diseño, construcción, y mantenimiento de los pozos de bombeo que se instalen en la Red Ferroviaria de Interés General (RFIG).

No es objeto de la norma prescribir ningún requisito medioambiental, de vertido o de emergencia, que serán establecidos por las disposiciones vigentes de cada materia. Si se establecen requisitos medioambientales por disposiciones superiores, se deberán sumar a los requisitos establecidos en esta norma, respetando la precedencia de cada norma.

2.-CAMPO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación comprende los pozos de bombeo de agua (procedente de filtraciones y posibles entradas de escorrentías exteriores) de nueva construcción que se requieran por motivos de drenaje de la infraestructura ferroviaria perteneciente a la RFIG. Por tanto, quedan excluidos del ámbito de aplicación los nuevos pozos de bombeo que exclusivamente sirvan para evacuar agua de:

- a. Edificios.
- b. Fosos de escaleras mecánicas y ascensores.
- c. Pasos inferiores entre andenes de una estación.
- d. Pasos inferiores, fuera de una estación, que sirvan para paso de peatones o vehículos.
- e. En general, los que sirvan para drenar elementos de la infraestructura que no afecten a la circulación ferroviaria.

Los pozos de bombeo se proyectarán para los fluidos que ordinariamente deben evacuar: agua de filtración, escorrentía y limpieza, que no se pueden evacuar por gravedad. Otros fluidos que puedan llegar al pozo de bombeo en situaciones de accidente o emergencia se retirarán por personal especializado de los servicios de intervención, utilizando bombas específicas para el tipo de fluido (corrosivo, inflamable, denso, etc.).

Las actuaciones en pozos de bombeo existentes como la renovación, rehabilitación, ampliación o acondicionamiento no entran en el ámbito de aplicación de la presente norma, aunque se podrá tomar como referencia en estos casos, estudiando técnica y económicamente su aplicación.

3.-DEFINICIÓN DE TÉRMINOS EMPLEADOS

Agua sucia: agua que contiene sólidos como sedimentos, barro, arena, restos vegetales u otros.

Bomba sumergida: bomba diseñada para sumergirse directamente en el fluido que evacúa, y que efectivamente se sumerge.

Cámara de rotura de carga: estructura hidráulica empleada en el extremo final de una línea de conducción de agua presurizada, cuya principal función es disipar la energía y reducir la presión hidrostática del caudal a la presión atmosférica para evitar daños en la tubería.

Caudal extraordinario: caudal que no está previsto que se evacúe en el funcionamiento normal del pozo de bombeo.

Caudal unitario de cada bomba (Q_b): caudal que resulta de dividir el caudal de diseño de la estación de bombeo Q_d , entre el número de bombas de diseño, como mínimo.

Caudal de diseño de la estación de bombeo (Q_d): caudal que resulta de la suma de los caudales de filtración y escorrentía de diseño. El caudal unitario de cada bomba y el número de bombas de diseño viene condicionado por este caudal.

Caudal de escorrentía de diseño (Q_e): caudal que llega al pozo de bombeo procedente de la escorrentía de aguas exteriores.

Caudal de filtración de diseño (Q_f): caudal que llega al pozo de bombeo procedente de la filtración de aguas freáticas del terreno a la infraestructura ferroviaria.

Caudal máximo de salida (Q_s): máximo caudal de que pueden evacuar, funcionando en paralelo, todas las bombas necesarias para evacuar el caudal de diseño (Q_d).

Caudal unitario ponderado ($Q_{bponderado}$): caudal unitario de cada una de las bombas dispuestas en paralelo cuando éstas funcionan para evacuar el caudal de diseño de la estación de bombeo (Q_d). En el caso de que las impulsiones fuesen independientes para cada bomba, si se podrá utilizar el valor Q_b de caudal unitario de una bomba.

Espacio confinado: cualquier recinto con aberturas de entrada y salida limitadas donde la ventilación natural es desfavorable. En estos espacios pueden acumularse contaminantes tóxicos, inflamables o tener una atmósfera deficiente en oxígeno. Por ello, no están concebidos para la ocupación continuada por parte del trabajador

Estación de bombeo: estructura que alberga las bombas, sistema de tuberías y válvulas, además de los equipos auxiliares, que sirven para evacuar fluidos (normalmente agua) que no pueden drenarse por gravedad.

ETI de Seguridad en túneles: Reglamento (UE) nº 1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la «seguridad en los túneles ferroviarios» del sistema ferroviario de la Unión Europea.

IAP-11: instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera, aprobada por Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre.

IFI: Instrucción Ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de Infraestructura, aprobada por Orden TMA/135/2023.

IFE: Instrucción Ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de Energía, aprobada por Orden TMA/135/2023.

Nivel de Funcionamiento Máximo (NFM): nivel que alcanza el agua cuando ocupa totalmente el volumen de funcionamiento.

Nivel de Sumersión Mínimo (NSM): nivel mínimo que debe alcanzar el agua en el pozo para que no se produzca ninguno de los fenómenos indicados a continuación: calentamiento del motor de la bomba, cavitación o entrada de aire en la aspiración.

Número de bombas instaladas (n): número total de bombas completamente funcionales y alojadas en el pozo de bombeo.

Número de bombas de diseño (n_d): número de bombas que se necesitan funcionando a la vez para evacuar el caudal de diseño del pozo de bombeo.

Número de bombas de reserva (n_r): número de bombas adicionales a las de diseño por motivos de mantenimiento, avería y redundancia.

Plataforma de trabajo: en el caso de bombas sumergidas, es la plataforma de servicio situada sobre las cámaras que forman el pozo y desde la que se puede acceder a las bombas. Para el caso de bombas instaladas en seco, es la plataforma de servicio sobre la que se instalan las bombas y el colector de impulsión. Preferentemente estará a un nivel que permita el transporte de los equipos a la vía ferroviaria

Pozo de bombeo: ver *Estación de bombeo*.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT): disposición sobre seguridad industrial aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.

Volumen de funcionamiento (V_f): es volumen resultante de la suma del volumen útil y el volumen de sumersión.

Volumen útil (V_u): volumen que se necesita para un funcionamiento del pozo de bombeo que garantice que el número de arranques a la hora no supera los valores máximos permitidos.

Volumen de sumersión (V_s): volumen de agua en la cámara de aspiración cuando el agua llega hasta el NSM.

4.-CRITERIOS Y CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

A continuación, se incluyen una serie de criterios y recomendaciones sobre el diseño de los pozos de bombeo en relación con sus dimensiones, estructura, instalaciones hidráulicas, eléctricas, etc., que deberán ser respetadas con el objetivo de asegurar un adecuado funcionamiento del sistema y su correcto mantenimiento.

4.1.-NÚMERO DE POZOS Y LOCALIZACIÓN

En general, se proyectarán pozos de bombeo en las zonas de la infraestructura ferroviaria donde el agua proveniente de los sistemas de drenaje no pueda ser evacuada por gravedad. En general, serán puntos bajos de la infraestructura, aunque podrán ser necesarios pozos adicionales para reducir el caudal que reciben dichos puntos bajos.

En el caso de túneles se diseñarán pozos de bombeo en los mencionados puntos bajos y, además, pueden resultar recomendables en las bocas donde el agua de escorrentía exterior pueda penetrar en su interior y no pueda derivarse por gravedad. En esta última situación, se proyectarán en la boca correspondiente dispositivos de retención de elementos sólidos en suspensión (arena, residuos, etc.).

Debe existir espacio suficiente en el exterior y en el propio pozo para los accesos y las instalaciones que se requieran (transformadores, generadores, puertas, cerramientos, etc.). Debe prestarse atención a que estos elementos estén a una altura adecuada sobre la posible lámina de agua y cuenten con el drenaje adecuado.

4.2.-ORIGEN Y NATURALEZA DEL AGUA

Con el objetivo de diseñar y dimensionar el pozo de bombeo, será necesario determinar las propiedades del agua a bombear (capacidad corrosiva, sólidos en suspensión, arrastre de cuerpos extraños, etc.).

Como mínimo se considerará el fluido como agua sucia, por lo que siempre debe diseñarse el sistema de tuberías y las bombas para que sean capaces de evacuar agua turbia con sólidos en suspensión.

4.3.-CAUDALES DE DISEÑO

Debido a que el motivo de la instalación de un pozo de bombeo es el drenaje forzado de caudales que no pueden evacuarse por gravedad, es necesario determinar estos caudales. Para el correcto dimensionamiento y diseño de un pozo de bombeo es obligatorio seguir la norma NAP 1-2-0.3 "Climatología, Hidrología y Drenaje" para establecer los caudales de escorrentía y de filtración.

En cuanto al caudal de escorrentía, la NAP 1-2-0.3 obliga a incluir en los proyectos los siguientes documentos:

- a) Anejo de Climatología e Hidrología, a partir del Estudio Hidrológico.
- b) Anejo de Drenaje.

A partir de la información proporcionada por estos anejos se obtendrá el caudal de escorrentía máximo, que será el caudal de escorrentía de diseño Q_e .

Para el caudal de filtración la norma NAP 1-2-0.3 obliga al proyectista a estimar este caudal en función de la geología e hidrogeología del entorno, de la situación del nivel freático y de la experiencia acumulada en casos similares. Este valor será el caudal de filtración de diseño Q_f .

Como regla general, para el diseño de los pozos de bombeo se deberá cumplir:

$$Q_d = Q_f + Q_e$$

Q_d , caudal de diseño del pozo de bombeo.

Q_f , caudal de filtración de diseño.

Q_e , caudal de esorrentía de diseño.

4.4.- CONSTITUCIÓN DE LOS POZOS DE BOMBEO

4.4.1.-Criterios generales

Un pozo de bombeo es una estructura, normalmente de hormigón armado, que alberga bombas y tuberías con sus correspondientes accesorios y válvulas intercaladas. Además, tendrá ciertos equipos e instalaciones auxiliares, como:

- Cables, cajas y armarios eléctricos para suministrar energía a las bombas.
- Un sistema de supervisión y control que automatice su funcionamiento. Con sus correspondientes cables, cajas y armarios.
- Un sistema contra incendios para protegerlo frente al fuego.

Los pozos de bombeo se diseñarán para garantizar que estarán siempre listos para funcionar. Se priorizará la fiabilidad y robustez frente a otros criterios de diseño.

Las estaciones de bombeo permitidas son:

- Estaciones de bombeo con bombas sumergibles anti-atascos instaladas en seco. En ellas las bombas están separadas de la cámara de aspiración.
- Estaciones de bombeo con bombas sumergidas y anti-atascos en la propia cámara de aspiración.

Los pozos de bombeo contarán con:

- Cámara de retención de elementos sólidos más pesados que el agua. Un muro separará esta cámara de la siguiente, rebosando el agua por la parte superior.
- Cámara de aspiración, que albergará las bombas sumergidas o la aspiración, en el caso de bombas instaladas en seco.

Para otros tipos y configuraciones será necesaria la aprobación explícita de Adif.

4.4.2.-Criterios para pozos en túneles

De forma general, el diseño de trazado y del drenaje procurará que las aguas de escorrentía superficial no accedan al interior de los túneles, evacuando por gravedad dichos caudales. En los casos en que esto no se pueda evitar, serán evacuados disponiendo un pozo de bombeo previo a la entrada de los túneles, que impulse los fluidos al sistema de drenaje exterior.

En casos excepcionales, justificándose que los caudales de escorrentía no son significativos, que no son susceptibles de arrastrar sólidos al sistema de drenaje interior y que otra solución supone un coste excesivo, podrá incorporarse la escorrentía al sistema de drenaje del túnel.

En el caso de que existan requisitos ambientales o de vertido, se preferirá que el almacenamiento o la separación de vertidos contaminantes se produzca en el exterior, para lo cual se deberá dotar al pozo de los componentes y características necesarias.

4.4.3.-Cámara de retención de sólidos

La cámara de retención de sólidos tiene la función de recoger los elementos más pesados que el agua y además la de proveer agua tranquilizada a la cámara de aspiración.

Las características y caudales del agua a bombear determinarán el tamaño y la periodicidad de su limpieza.

El paso del agua a la siguiente cámara se realizará por la coronación de un muro que separe ambas, de forma que se construya con las dimensiones que permitan el paso del caudal calculado.

El diseño del colector de entrada a la cámara de retención de sólidos deberá evitar la caída libre del agua y a la vez la adecuada circulación del agua desde la arqueta anterior al pozo de bombeo.

4.4.4.-Cámara de aspiración

En esta cámara se instalará el sistema de aspiración de las bombas, siendo sus dimensiones determinadas por el número de bombas, el volumen mínimo requerido y las condiciones de operación y mantenimiento.

Siempre que sea factible, se recomienda seguir en su diseño los criterios de la norma ANSI/HI 9.8 *Rotodynamic Pumps for Pump Intake Design*.

El fondo de esta cámara tendrá pendiente hacia las bombas.

Se dejará un espacio de reserva junto a las bombas, en un punto bajo, para disponer una poceta de 15 cm de profundidad y 40x40 cm de superficie, como mínimo, que permita introducir una bomba auxiliar para vaciar completamente la cámara.

A la entrada de la cámara de aspiración deberá disponerse una pantalla tranquilizadora para disipar la energía remanente del flujo entrante. Esta será de hormigón armado y tendrá huecos en la parte baja para que se distribuya el caudal uniformemente entre las bombas.

Si Q_d es inferior a 20 m³/h, previa autorización expresa de Adif, podrá sustituirse la pantalla tranquilizadora de hormigón armado por una de acero inoxidable.

En casos excepcionales, la pantalla tranquilizadora en la propia cámara de aspiración podría hacer la función de la cámara de retención, previa autorización expresa de Adif.

Siempre se deberá garantizar que la aspiración de las bombas se produce en las condiciones requeridas por los fabricantes, evitando la presencia de aire y las turbulencias.

4.5.-DIMENSIONAMIENTO DE LOS POZOS DE BOMBEO

4.5.1.-Número de bombas

Reglas para determinar del número de bombas en funcionamiento necesarias para el caudal de diseño.

Para facilitar el mantenimiento y mejorar la fiabilidad de los pozos de bombeo, todas sus bombas serán iguales.

El caudal unitario de cada bomba Q_b será, como mínimo, el caudal de diseño de la estación de bombeo Q_d dividido entre el número de bombas de diseño, las necesarias para evacuar el caudal de diseño.

$$Q_b \geq \frac{Q_d}{n_d}$$

Se deber usar el tamaño de bomba mayor en caso de tener que elegir entre dos tamaños. Además, en la medida de lo posible, deberá cumplirse la siguiente relación:

$$(n_d - 1) \cdot Q_b < Q_d$$

Q_d , caudal de diseño del pozo de bombeo.

Q_b , caudal unitario de cada bomba.

n_d , número de bombas de diseño.

Determinación del número de bombas instaladas y de reserva

El número de bombas de reserva será, al menos, la mitad del número de bombas de diseño, redondeando al entero superior.

$$n_r \geq \frac{1}{2} n_d$$

El número de bombas instaladas es el resultado de sumar el número de bombas de diseño más el número de bombas de reserva.

$$n = n_d + n_r$$

n , número de bombas instaladas.

n_d , número de bombas de diseño.

n_r , número de bombas de reserva.

Caudal de salida de la estación de bombeo.

El máximo caudal de salida del pozo de bombeo (Q_s) se calculará mediante la siguiente expresión:

$$Q_s = n_d Q_{bponderado}$$

Q_s , máximo caudal de salida.

n_d , número de bombas de diseño.

$Q_{bponderado}$, caudal unitario ponderado.

4.5.2.-Volumen de la cámara de aspiración

Para el correcto funcionamiento de la cámara de aspiración se necesita un volumen que será la suma del volumen útil más el volumen de sumersión mínimo.

El volumen de sumersión viene determinado por el nivel de sumersión mínimo (NSM) en el pozo de bombeo, de tal manera que no se produzca ninguno de los fenómenos indicados a continuación:

- Calentamiento del motor de la bomba por no cumplirse la inmersión mínima de la bomba requerida por el fabricante.
- Cavitación, fenómeno que sucede cuando la presión del agua en el interior de la bomba cae por debajo de la presión de vapor, lo que provoca la formación y el colapso de burbujas de vapor de agua.
- Entrada de aire en la aspiración por formación de vórtices.

El volumen útil garantiza que el número de arranques a la hora no superará los valores máximos permitidos.

El cálculo del volumen útil mínimo necesario se hará de forma conservadora, suponiendo el arranque y paro sucesivo de las bombas. Conforme aumenta el caudal de entrada van arrancando sucesivamente las bombas. Al disminuir el caudal de entrada, las bombas van deteniéndose sucesivamente.

El volumen útil (V_u) de la cámara de aspiración vendrá dado por la siguiente expresión, supuesto el caudal bombeado constante e igual para todas las bombas:

$$V_u \geq n_d \frac{900Q_b}{A} = n_d \cdot V_i$$

V_u , volumen útil de la cámara de aspiración (m^3).

V_i , volumen parcial mínimo requerido para una bomba.

Q_b , caudal unitario de cada bomba (m^3/s).

n_d , número de bombas de diseño.

A , número de arranques por hora.

Al volumen útil hay que sumarle el volumen de sumersión para obtener el volumen de funcionamiento del pozo de bombeo:

$$V_f \geq V_u + V_s$$

V_f , volumen de funcionamiento del depósito de bombeo (m³).

V_u , volumen útil del depósito de bombeo (m³).

V_s , volumen de sumersión (m³).

En la siguiente tabla se indican los valores de A que hay que considerar en la fórmula, en función de la potencia nominal del motor de cada bomba. Se utilizará el valor aportado por el fabricante si es menor.

Potencia nominal (P, kW)	Arranques/hora (A)
$P \leq 110$	14
$110 < P \leq 160$	12
$P > 160$	10

Tabla 1. Número máximo de arranques/hora recomendado.

4.6.-BOMBAS

4.6.1.-Características requeridas

La configuración habitual de las bombas es que se encuentren sumergidas en la cámara de aspiración. Incluso en el caso de que las bombas se dispongan en una cámara seca se considerará que esta cámara es susceptible de inundación, por lo que se usarán bombas sumergibles.

Todas las bombas instaladas serán iguales, tanto las bombas en funcionamiento como las de reserva.

El número de bombas instaladas se mantendrá permanentemente en condiciones de funcionamiento, si se retira una bomba por cuestiones de mantenimiento o avería se sustituirá por otra de las mismas características.

El fabricante de la bomba deberá facilitar una especificación técnica que, al menos, incluya la tensión, intensidad, potencia y velocidad de funcionamiento de la bomba, así como las curvas: H/Q, NPSH/Q, P/Q, η /Q.

Deberá existir una distancia libre mínima de un metro en todo el perímetro de cada equipo, o la mínima recomendada por el fabricante.

Se deberá comprobar que el $NPSH_{disponible} > NPSH_{requerido}$, para todas las situaciones consideradas en cada secuencia de funcionamiento. Al valor $NPSH_{requerido}$ se le añadirá un margen de seguridad mínimo de 1,00 m.

Se deberá establecer y justificar el NMS, para que no se produzca cavitación, entrada de aire por vórtices ni sobrecalentamiento en las bombas sumergibles.

Las bombas sumergidas se instalarán acopladas a un pedestal y deberán ir siempre dispuestas con un tubo guía y una cadena.

En general, las bombas estarán fabricadas de acero inoxidable. El tubo guía y la cadena serán de acero inoxidable AISI 316L.

Las bombas sumergidas estarán unidas directamente al tubo de impulsión a través de acoplamiento al pedestal mediante garra, muy excepcionalmente, para potencias muy pequeñas y no disponibilidad de sistema de acoplamiento pedestal-garra, la unión será directamente mediante bridas y conexión a tubería flexible.

El funcionamiento de las bombas, incluidas las de reserva, será rotativo y con arranques escalonados en función del nivel de líquido en el pozo, sin superar los arranques permitidos por cada hora, incluso para el caudal de diseño Q_d .

En periodos en los que el pozo no reciba agua y por tanto las bombas no estén en funcionamiento se deben garantizar que todas las bombas giren un cuarto de vuelta una vez a la hora.

Las bombas de reserva podrán entrar en funcionamiento juntamente con las bombas de diseño, para evacuar caudales extraordinarios, pudiendo contar con la doble conducción de impulsión general para garantizar la evacuación del mencionado caudal extraordinario.

4.6.2.-Pedestal

Las bombas sumergidas estarán unidas directamente al tubo de impulsión a través de acoplamiento al pedestal mediante garra. Además, deberán ir siempre dispuestas con un tubo guía y una cadena, para facilitar las operaciones de montaje y desmontaje.

El pedestal y su conexión se deberán dimensionar para resistir todos los posibles esfuerzos transmitidos por la bomba y el resto de los elementos de la impulsión, tanto en situación de funcionamiento normal como durante los procesos de mantenimiento, limpieza, etc. Se evitará, la aparición de vibraciones y fenómenos de resonancia en la unión con el pedestal.

4.7.-SISTEMA DE TUBERÍAS

4.7.1.-Tubo de aspiración

El tubo de aspiración solo es necesario en el caso de bombas instaladas en seco, ya que une la cámara húmeda con la aspiración de la bomba. Será lo más corto posible, horizontal y estará acodado hacia abajo y con forma de campana. El codo deberá tener un radio igual o superior a 1,5 veces el diámetro de la tubería de aspiración.

Si es necesario un cambio de sección en el tubo de aspiración, debe realizarse mediante cono excéntrico, para evitar acumulaciones de aire.

Para facilitar el mantenimiento, deberá instalarse una válvula de compuerta en la cámara seca, antes de la bomba.

No se permiten reducciones, codos adicionales u otros elementos que puedan generar pérdidas de carga y aumentar el riesgo de cavitación.

El material requerido para todos los elementos de este tramo de tuberías es acero inoxidable AISI 316L. Se establecen las siguientes dimensiones y distancias mínimas:

- La distancia desde la entrada de la campana a la solera del depósito será un valor próximo a 0,6 veces el diámetro exterior (D) de la campana de entrada al tubo de aspiración.
- Si existen varios tubos de aspiración se recomienda que como mínimo se distancien en 3 veces el diámetro de la campana de entrada (D).
- La relación entre el diámetro de entrada a la campana y el del tubo de aspiración (D/d) debe estar comprendida entre 1,5 y 1,8. El diámetro del tubo de aspiración (d) ha de ser al menos igual al de la brida de aspiración de la bomba.

4.7.2.-Colector de impulsión

El colector de impulsión es aquel tramo de conducción que une las bombas con la conducción de impulsión general. El colector de impulsión se considera formado por los siguientes tramos diferenciados: cada uno de los tramos que se conecta a cada bomba (impulsión individual) y el tramo que recoge cada uno de los anteriores (colector de impulsión propiamente dicho) y se une a la conducción general (impulsión general).

En colectores de impulsión deberá emplearse únicamente acero inoxidable AISI 316L. El colector de impulsión deberá disponerse con las bridas, carretes de desmontaje y elementos de unión necesarios para que pueda desmontarse en su totalidad, para lo que las longitudes máximas de cada tramo de tubo serán de 4,00 m.

El colector de impulsión contará con una impulsión individual de reserva en espera, aislable mediante válvulas de compuerta y antirretorno, terminando en conexión rápida. Será del mismo diámetro que las impulsiones individuales y servirá para posibilitar la conexión de una bomba auxiliar.

En el tramo del colector de impulsión previo a la impulsión general se instalará un transmisor de presión.

4.7.3.-Impulsión individual

Cada impulsión individual deberá tener una válvula de compuerta y otra de retención, que será de bola excepto para diámetros mayores a DN 300, que también podrán ser de clapeta simple. Estos elementos se deben instalar preferentemente en un tramo horizontal de tubería, en un foso para válvulas, para facilitar su mantenimiento.

La conexión de cada impulsión individual al colector de impulsión se hará mediante injertos horizontales a 45°, favoreciendo la dirección del flujo.

Cada impulsión individual será al menos del mismo diámetro que la brida de descarga de la bomba. Además, la velocidad del agua no será superior a 3 m/s. No obstante, en tramos muy cortos, como los previos al colector general, podrán permitirse velocidades mayores.

La velocidad en la impulsión individual no será inferior a 1 m/s para evitar sedimentación en la tubería. A la salida de las bombas, la velocidad mínima será de 1 m/s para evitar atascos en el impulsor.

A la salida de la bomba se acoplará una reducción concéntrica, consistente en un cono concéntrico con un ángulo de 8° a 10°, que permita un aumento de la sección del tubo de impulsión, en caso de ser necesario.

4.7.4.-Foso de válvulas

Siempre que sea posible se construirá un foso de válvulas donde se alojarán los tramos horizontales de las impulsiones individuales y la impulsión individual de reserva, con sus válvulas, los injertos, y los instrumentos necesarios para el control de la instalación.

El foso de válvulas tendrá las dimensiones necesarias para alojar el colector de impulsión. Será fácilmente accesible para poder realizar el mantenimiento de los elementos que alberga. La solera de esta cámara deberá disponerse a una cota superior al NFM de la cámara de aspiración. El foso de válvulas dispondrá de pendiente y drenaje que desagüe en la cámara de aspiración.

Si no es posible tener un foso de válvulas, los elementos mencionados se dispondrán en una configuración que permita su mantenimiento, y la solera con pendientes y drenajes a la cámara de aspiración.

4.7.5.-Impulsión general

La impulsión, desde el colector de impulsión hasta el lugar de descarga, deberá tener doble conducción gemela, cada una de ellas de iguales características. Durante el funcionamiento normal solamente se usará una de las conducciones, debiendo alternarse en el tiempo para garantizar su correcto funcionamiento. La otra se utilizará en caso de atasco de la conducción que se esté usando en ese momento o como complemento para caudales extraordinarios. Se dispondrán las válvulas necesarias para que se puedan usar las conducciones de forma individual o conjunta.

Cada una de las conducciones será diseñada para conducir el caudal de salida Q_s , manteniendo las velocidades en su interior entre 1 y 3 m/s para los distintos escenarios de funcionamiento.

En los tramos en los que la impulsión general esté enterrada o a la intemperie se permiten los siguientes materiales para su construcción:

- Polietileno electro soldable HD.
- PVC presión (solo en el caso de que esté enterrada).
- Acero inoxidable.
- Acero galvanizado.

Sin embargo, en los tramos dentro del propio pozo de bombeo e interiores, solo se permiten los materiales metálicos mencionados.

No se permiten en el sistema de tuberías conexiones tipo GEBO o similares.

En los casos en que el trazado de la impulsión discorra bajo carreteras o ferrocarriles, las impulsiones se ejecutarán de tal forma que se pueda realizar su sustitución sin necesidad de realizar excavaciones.

Los anclajes de la tubería de impulsión deberán ajustar su diseño al funcionamiento previsto del pozo de bombeo.

Las impulsiones serán comprobadas frente al fenómeno de golpe de ariete, debiendo disponer dispositivos anti-ariete o justificar que no son necesarios, según sea el caso. Estos dispositivos deberán ser aptos para el agua transportada.

Las impulsiones no deberán romper en carga a nivel de la solera de la cámara de rotura de carga para evitar posibles obstrucciones por depósito de residuos o el retorno de agua por la impulsión gemela. En la presente norma no se dan prescripciones para las cámaras de rotura de carga, debiendo cumplir los criterios que la buena práctica y la normativa vigente dispongan.

El trazado de la impulsión general debe evitar puntos relativos altos, ya que se puede producir acumulación de aire. En caso de que sea imposible cumplir con este requisito se deberán disponer válvulas de aireación trifuncionales, aptas para el agua transportada.

El trazado de la impulsión general debe evitar puntos relativos bajos. En caso de que sea imposible cumplir con este requisito se deberán estudiar estos lugares y en ellos disponer válvulas de desagüe en arquetas preparadas para esa función, para que se pueda vaciar la impulsión general.

4.8.-OBRA CIVIL Y ESTRUCTURAS

4.8.1.-Requisitos generales

La estructura que conforma el pozo de bombeo debe diseñarse de forma que cumpla todos los requisitos (resistencia estructural, aptitud al servicio y durabilidad) a lo largo de toda su vida útil.

La estructura y la obra civil de los pozos de bombeo cumplirán las prescripciones del Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021.

Los pozos de bombeo:

- Serán visitables.
- Constarán de cámaras estancas de hormigón armado. Su construcción no afectará a la estabilidad o funcionalidad de la infraestructura ferroviaria.
- El espacio situado sobre cada cámara será accesible para las personas y equipos, y con amplitud suficiente para realizar las operaciones de mantenimiento, incluyendo la sustitución y la reparación, de cualquiera de sus elementos.
- Dispondrán de un pasa tubos con tubo guía, para la bajada de una bomba sumergible portátil, para la limpieza de lodos, bombeo auxiliar, etc.
- Si es necesario para la ventilación del pozo, se dispondrán de pasa tubos y una tubería de acero resistente a la corrosión, de diámetro no inferior a 10 cm, para la salida y dispersión de los gases hasta un área ventilada. Su extremo estará a un mínimo a 3 m sobre el nivel del terreno exterior, disponiendo de una caperuza de protección o codo para evitar la entrada de suciedad.
- La estructura deberá construirse convenientemente impermeabilizada, evitando cualquier filtración ya sea hacia el exterior, o hacia el interior.
- Se deberán incluir medidas específicas frente a la corrosión de las armaduras en el diseño de las estructuras de hormigón.

4.8.2.-Acciones

La cubierta superior de la estructura del pozo, los accesos y toda el área en superficie ocupada por el pozo de bombeo debe resistir las cargas de los transformadores, generadores, vehículos y maquinaria auxiliar como camiones grúa, camiones de bombeo, etc.

Las cargas de transformadores, generadores y elementos que deban disponerse de manera permanente serán consideradas acciones permanentes constantes.

Se tendrán en cuenta, como mínimo, las siguientes sobrecargas de uso en las cubiertas y plataformas de servicio de los pozos:

- Cubierta protegida del acceso de tráfico rodado:
 - Sobrecarga uniforme de 5 kN/m², tomando como referencia la IAP-11, en lo relativo a zonas de uso peatonal.
 - Sobrecarga variable en posición correspondiente a 130 kN (tomando como referencia un solo eje de un vehículo pesado).
- Cubierta con tráfico rodado en su superficie:
 - Sobrecarga uniforme de 5 kN/m², tomando como referencia la IAP-11, en lo relativo a zonas de uso peatonal.
 - Sobrecarga variable en posición correspondiente a un vehículo pesado de 600 kN repartidos en dos ejes (2·300 kN), tomando como referencia la IAP-11.
 - Sobrecarga uniforme de 20 kN/m² correspondiente a un vehículo pesado (no se considerará juntamente con la anterior sobrecarga variable).
- Plataformas de servicio:
 - Sobrecarga uniforme de 5 kN/m² (IAP-11).
 - Sobrecarga por valor del peso de la bomba mayor, para cuando se deposite, de manera temporal, durante las labores de mantenimiento.

Además, el diseño de la estructura deberá tener en cuenta las acciones ejercidas por los equipos de elevación y manipulación de cargas como polipastos, puentes grúa, etc. Resulta aplicable la norma PNE-EN 1991-3 Eurocódigo 1- Acciones sobre estructuras- Parte 3: Acciones inducidas por grúas y maquinaria.

4.8.3.-Resistencia al fuego

Ver apartado 4.17.1.-Requisitos establecidos en la ETI de Seguridad en Túneles y la IFI.

4.9.- SISTEMAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL DE LA INSTALACIÓN DE BOMBEO

4.9.1.-Requisitos generales

Será necesario instalar un sistema de medición de nivel en continuo mediante ultrasonidos o radar y, de forma redundante, mediante boyas.

Cada pozo de bombeo contará con un armario que contenga el cuadro eléctrico con los automatismos necesarios para, al menos, las siguientes operaciones:

- Arranque y parada de las bombas en función de la altura en las sondas de nivel.
- Parada de las bombas por sobrepresiones.
- Protecciones térmicas de los motores.
- Sistema de transmisión de señales.
- Alarmas.

Todos los equipos de instrumentación cumplirán el estándar de salidas analógicas con señal normalizada de 4-20 mA.

4.9.2.-Controlador lógico programable (PLC)

La estación de bombeo dispondrá de un Controlador Lógico Programable (PLC), que permita controlar el funcionamiento de las bombas, de tal manera que los niveles de agua en la cámara de aspiración se mantengan entre los niveles previamente prefijados.

El programa de funcionamiento deberá estar diseñado para que todas las bombas, incluidas las de reserva, trabajen aproximadamente el mismo número de horas mensuales, minimizando el número de arranques y paradas.

En el PLC podrá programarse el funcionamiento de las bombas según el nivel en la cámara de aspiración y el sistema de rotación elegido. Tendrá la memoria suficiente para poder almacenar el historial de bombeo (incluyendo todos los parámetros significativos) durante al menos 45 días.

El PLC dispondrá de tantas señales analógicas y digitales, de entrada y salida, como sean necesarias, más un 30% libre para futuras ampliaciones.

Todos los elementos del PLC estarán protegidos por una envolvente con un grado de protección, al menos, IP21.

Se dispondrán como mínimo las siguientes entradas y salidas:

- Tantas entradas analógicas como sensores de nivel tenga la instalación. A estas entradas se conectará la salida de los transductores de nivel. Se considerará, como mínimo, un 20% de porcentaje de reserva para futuras ampliaciones.
- Una entrada analógica para la señal de la presión.
- Las salidas analógicas que sean necesarias, más 4 para futuras ampliaciones, de 0-10 V, para la señal regulada, a efectos de conexión a los variadores de frecuencia de las bombas, en el caso de que se instalen variadores de frecuencia.
- Los relés de salida (contacto libre de tensión) que sean necesarios, más 4 para futuras ampliaciones, a efectos de ejecutar la maniobra de paro o marcha de los variadores.
- Una salida para la alimentación del transductor de niveles.
- Comunicación serie RS232.
- Dos puertos de comunicación Ethernet, incluyendo un conversor Ethernet – fibra óptica
- Los protocolos de comunicación que deberá soportar el PLC serán, al menos, Modbus, OPC-UA y TCP/IP.

Además, el PLC dispondrá una pantalla donde se visualice rápidamente el conjunto de la instalación, mostrando al menos:

- Todos los niveles que disponga la instalación, así como las consignas de arranque y paro de las bombas.
- El estado de paro/marcha y fallo de las protecciones eléctricas de las bombas, así como las velocidades de funcionamiento, si están en marcha.
- Velocidad máxima y mínima de funcionamiento de las bombas.
- Señales de alarma en el caso de que el funcionamiento no se ajuste a lo programado.

Además, el PLC dispondrá de un sistema para ajustar los siguientes parámetros o consignas de funcionamiento:

- Los niveles de arranque y paro de las bombas, así como el máximo y mínimo de la cámara de aspiración.
- La velocidad máxima y mínima de funcionamiento de las bombas.
- Control de la parada o marcha de las bombas y su velocidad de funcionamiento (cuando el selector esté en situación LOCAL).

Se preverá la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI), con autonomía suficiente para permitir al PLC el envío de señales de alarma ante fallo general del suministro de energía eléctrica.

El conjunto del PLC y de los variadores de frecuencia irán montados en un armario metálico con protección IP54, conteniendo todos los elementos necesarios para protección y ventilación.

El PLC dispondrá de un selector con dos modos de funcionamiento, LOCAL o AUTOMÁTICO, de tal manera que, en situación LOCAL, se pueda hacer un chequeo del funcionamiento de las bombas. No obstante, en cualquiera de los modos de funcionamiento, se impedirá la activación de las bombas cuando el nivel de agua esté por debajo del mínimo fijado, las válvulas estén cerradas o algún elemento este averiado.

Tras una parada por fallo general del suministro de energía eléctrica, se reestablecerá el funcionamiento de la instalación de forma secuencial, respetando unos tiempos mínimos de seguridad entre arranques.

4.10.-REGULACIÓN DEL CAUDAL

4.10.1.-Niveles de arranque y parada

Durante el funcionamiento normal del pozo de bombeo, conforme aumenta el caudal de entrada deben arrancar sucesivamente las bombas. Al disminuir el caudal de entrada, las bombas deben detenerse sucesivamente.

Se deberán determinar los siguientes niveles de funcionamiento en la fase de diseño del pozo de bombeo:

- Los de arranque y parada de cada bomba.
- El nivel de funcionamiento máximo de funcionamiento en la cámara de aspiración (NFM).
- El nivel de sumersión mínimo (NSM) en la cámara de aspiración.

Deberán comprobarse y, en caso necesario, cambiarse durante la puesta en marcha con el fin de garantizar un buen funcionamiento.

Además de estos niveles, que servirán para programar los arranques y paradas de todas las bombas, se deberán determinar los siguientes niveles de alarma:

- Muy alto nivel en la cámara de aspiración.
- Alto nivel en la cámara de aspiración.

4.10.2.-Tipos de arranque

El arranque, en general, será mediante variadores de frecuencia, aunque si la potencia nominal de cada bomba es inferior a 18,5 kW, se permite el uso de arrancadores suaves.

4.10.3.-Variadores de frecuencia

Los variadores de frecuencia deberán cumplir con las especificaciones de las normas UNE-EN IEC 61800-5-1, UNE-EN 61800-5-2 y con los siguientes requisitos:

- Deberán ser capaces de funcionar correctamente con temperaturas de funcionamiento de hasta 50 °C.
- Deberán ser capaces de absorber una intensidad de sobrecarga del motor de la bomba de un 250% en caso de que se sucediese atasco en el rodete.
- Deberán poseer filtro dV/dt para disminuir los picos de tensión de salida y prolongar la vida útil del motor (dV/dt entre 500 a 800 V/s).
- La protección de los componentes del variador será al menos IP54.

La potencia individual de los variadores instalados deberá ser, aproximadamente, un 25% superior a la nominal de cada bomba.

4.11.-INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.11.1.-Requisitos generales

Se realizará una correcta coordinación de protecciones, que estará suficientemente documentada y comprenderá todas y cada una de las protecciones eléctricas en los diferentes niveles de tensión, así como, de selectividad en los diferentes circuitos.

Los armarios y cuadros eléctricos se situarán preferentemente en el exterior, con su parte más baja a una altura de 0,5 m sobre el terreno, al menos. En el caso de que se instalen en el interior del propio pozo, su nivel más bajo estará a 0,5 m por encima del nivel de la rasante de la vía en el lugar en que se instalen, en todo caso se deberán estudiar en el proyecto las condiciones particulares que requieran requisitos más estrictos.

4.11.2.-Baja tensión

4.11.2.1.-REQUISITOS GENERALES

Todos los cables serán de una sola pieza, no permitiéndose empalmes. Sus extremos estarán dotados de los terminales adecuados, así como de su identificación de forma permanente de acuerdo con los esquemas.

Se realizarán canalizaciones independientes por tensiones y los conductores tendrán colores diferentes según el tipo de circuito.

El cableado de las bombas contará con las protecciones mecánicas necesarias y se dispondrá alojado en el interior de un tubo cuando atraviere los muros de la estructura.

La instalación dispondrá de cajas de registro accesibles, en aleación de aluminio, debidamente dimensionadas para la inspección y manipulación de los cables, siendo sus medidas mínimas de 120 mm x 120 mm x 60mm. Estancas y con prensaestopas metálicos para la entrada y salida de cables. Todas las conexiones se efectuarán dentro de cajas de registro por medio de bornas de carril DIN.

Las cajas de conexión y las tomas de corriente deberán estar situadas a 1,5 m sobre la plataforma de trabajo.

Las características de los cables, canalizaciones y cajas, en cuanto a protección y seguridad contra incendios, se deben consultar en el apartado 4.17.- PROTECCIÓN Y SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DEL POZO Y SUS INSTALACIONES.

4.11.2.2.-CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN (CGBT)

El CGBT estará diseñado para soportar los efectos electrodinámicos producidos por cortocircuitos.

Dispondrá de una compartimentación forma 4a, según Norma UNE-EN IEC 61439-2.

Las puertas dispondrán de un enclavamiento que impida el que puedan abrirse cuando haya tensión en la parte a que dan acceso, o bien todos los elementos en tensión dispondrán de protecciones mecánicas transparentes contra contactos accidentales.

El CGBT en su conjunto será estanco a las proyecciones de agua, disponiendo al mismo tiempo de las aberturas necesarias para mantener una ventilación natural adecuada (cruzada). El grado de protección de la envolvente será IP54, e IP20 en las partes activas desnudas y placas de entrada y salida de cables.

Cada módulo de entrada dispondrá de un interruptor automático magnetotérmico tetrapolar del tipo extraíble y corte omipolar, dotado de un relé de protección diferencial ajustable y con temporización. Con capacidad para soportar los efectos de cortocircuitos, mando directo independiente a la puerta y con enclavamiento con el disyuntor del transformador correspondiente, de tal forma que cuando se dispare el disyuntor de alta tensión, lo haga automáticamente el interruptor de entrada al cuadro.

El embarrado principal que debe estar preparado para futuras ampliaciones laterales del cuadro será de tensión de 400/230V, estará constituido por pletinas de cobre estañado capaces de soportar los efectos electrodinámicos de cortocircuito. La barra de neutro tendrá la misma sección que las de fase. Todas ellas estarán protegidas con una capa aislante del color adecuado a cada una de las fases y neutro.

El cálculo de la corriente de cortocircuito y efectos electrodinámicos de los embarrados e interruptores automáticos deberá realizarse teniendo en cuenta la potencia total de los transformadores instalados.

Se estudiará la necesidad de que el CGBT disponga de resistencias de caldeo reguladas mediante termostato manual.

Cada salida dispondrá de un interruptor automático magnetotérmico, con mando independiente a la puerta y con capacidad para soportar los efectos del cortocircuito, dotado de un transformador toroidal y de un relé de protección diferencial ajustable y con temporización.

En el CGBT se instalará un analizador de redes en cada una de las acometidas de alimentación, de las siguientes características:

- Pantalla para la indicación local de las siguientes variables: tensión simple, tensión compuesta, intensidad, potencias activa y reactiva, y consumo de energías activa y reactiva, tasa de distorsión armónica, tanto en corriente como en tensión.
- Todas estas variables deberán estar integradas en PLC.

4.11.2.3.-MOTORES DE LAS BOMBAS.

Los requisitos mínimos son:

- Aislamiento: Clase F.
- Calentamiento: Clase B.
- Vibraciones, cumplirán con la Norma UNE-EN IEC 60034-14:
 - Grado A para motores con $P < 75$ kW,
 - Grado B para motores con $P \geq 75$ kW (tamaño CEI 315L o mayores).
- Temperatura ambiente: 50 °C.
- Completamente cerrados. IP68 según Norma UNE-EN 60529.
- Eficiencia mínima: IE3.

Protecciones:

- Potencias igual menores a 75 kW: Llevarán protecciones contra sobrecargas, defecto a tierra, inversión de fase, fallo de fase y asimetría, y sobrecalentamiento.
- Potencias igual o superior a 75 kW: Llevarán protecciones contra sobrecargas, fallo de fase, defecto a tierra, bloqueo, inversión de fases, asimetría de fases, subcarga y sobrecalentamiento. Además, dispondrán de sondas termométricas para vigilancia de la temperatura de los cojinetes, con dispositivo de alarma por su calentamiento.

El arranque de los motores se podrá efectuar de forma manual desde conmutador ubicado en cuadro eléctrico o, cuando estos se ubiquen remotamente, desde botonera situada cerca del motor.

La botonera a pie de motor será de tipo de caja estanca de fundición de Al, con un grado de protección IP65. Tendrá selector 0 (parada), M (manual), A (automático), así como pulsador de parada de emergencia y serán instaladas sobre soportes adecuados.

Además, el motor se podrá arrancar de modo automático desde el PLC.

4.11.3.-Suministro para servicios de averías y mantenimiento

Se instalarán tomas de corriente debidamente señalizadas, junto a los cuadros eléctricos. Estas tomas tendrán una alimentación eléctrica (3P+N+T) y los elementos de protección necesarios para 230/400 V.

Las tomas de corriente múltiples y sus protecciones eléctricas se montarán en cajas que las protejan de los golpes, exigiéndose además que sean IP65 (según la norma UNE-EN 60529). Cada caja tendrá dos tomas trifásicas y tres monofásicas en alimentación trifásica, y tres tomas monofásicas en alimentación monofásica. Estas han de ser normalizadas para el uso de los equipos de intervención.

En cada caja figurará la intensidad máxima admisible. La intensidad máxima admisible será de 16 A entre cada fase y neutro para alimentación trifásica por cada caja que se utilice, pudiéndose usar dos de forma simultánea de la misma línea. En caso de disponer únicamente de distribución monofásica será igualmente de 16 A por caja que se utilice, pudiendo ser dos de forma simultánea.

La alimentación de las tomas de corriente será conforme a lo especificado en el apartado siguiente.

4.11.4.-Fiabilidad de las instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas del pozo de bombeo estarán protegidas contra los daños derivados de impactos mecánicos, calor o incendio.

El sistema de suministro de energía a los pozos de bombeo estará diseñado de forma que reciba suministro fiable, es decir, que permita su funcionamiento en caso de daños inevitables (por ejemplo, alimentando mediante doble acometida o fuentes de energía alternativas).

Se considera fiable el suministro si se cumple al menos, una de estas condiciones:

- Doble acometida, cuya fuente sea obtenida con origen en distintos centros de transformación o subestaciones de la compañía suministradora.
- Una combinación de dos de las siguientes fuentes de alimentación:
 - Acometida.
 - Grupo electrógeno.
 - Alimentación eléctrica de tracción.

4.12.-GRUPO ELECTRÓGENO

En los pozos de bombeo, cuando sea necesario garantizar el suministro fiable, se deberá instalar un grupo electrógeno, con una potencia mínima que se establecerá como la potencia nominal de todas las bombas menos la de reserva, más la potencia que demanden los cuadros de control, PLC, variadores de frecuencia y alumbrado del pozo.

El grupo electrógeno deberá tener carenado y equipo silenciador cuando el pozo se halle en zona urbana o zona de especial protección, cumpliendo la normativa vigente.

El grupo electrógeno funcionará mediante motor diésel refrigerado por agua y contará con equipo precalentador del refrigerante del motor. El motor deberá funcionar en un rango de temperaturas comprendido entre -15 °C y 50 °C.

El motor y el alternador deberán poder soportar una sobrecarga del 10% durante 1 hora.

El grupo electrógeno tendrá regulador electrónico de velocidad y contará con un sistema de control y cuadro de conmutación que permitirán las siguientes maniobras en local o remoto:

- Arranque manual.
- Arranque automático cuando se produzca fallo de red.
- Arranque de emergencia: el grupo podrá arrancarse de forma local aun cuando exista un fallo en el sistema de control.
- Arranque mediante señal remota.

Cuando exista fallo en la red eléctrica en cualquiera de las fases, o caída de ésta en un 80%, el grupo electrógeno procederá al arranque mediante un programador con 5 intentos de arranque.

Para ello deberá disponer de una centralita que gestione esta conmutación, así como de una regleta de donde tomar las señales de arranque, paro, fallo y nivel de combustible para poder llevarlas al PLC y transmitir las.

El grupo electrógeno dispondrá de una batería para el arranque del grupo. Su capacidad nominal deberá garantizar diez (10) intentos de arranque. Se generará una señal de alarma en caso de que la batería no permita garantizar los cinco (5) intentos de arranque programados.

El depósito de combustible para el grupo electrógeno tendrá un volumen equivalente al consumo acumulado que demandará la potencia mínima durante un periodo de 24 horas.

El depósito estará dotado de doble pared, equipo de aspiración y retorno y detector de fugas. Los depósitos deberán disponer de sensores de nivel con objeto de poder efectuar una señal de alarma que avise de la necesidad de proceder a la recarga de carburante. Deberá tener un nivel mínimo de parada del grupo cuando se agote el carburante para evitar la entrada de aire o partículas al motor. Los sensores de los depósitos quedarán conectados con el PLC.

Contará con las entradas y salidas de aire de ventilación adecuadas, y conduciendo la salida de aire al exterior mediante plenum de conexión que evite su recirculación en el interior. Se tendrá en cuenta la legislación vigente en materia de control de ruidos y vibraciones.

4.13.-ACCESOS Y MANTENIMIENTO

4.13.1.-Prevención de accesos no autorizados

Para prevenir el acceso no autorizado desde el exterior, las puertas del pozo y las de cualquiera de sus instalaciones (como cuadros eléctricos o salas de transformadores) que den a lugares de tránsito público, tendrán cerraduras de seguridad adecuadas y con llave unificada no duplicable de forma estándar. Desde el interior las puertas deberán poder abrirse siempre, sin necesidad de llave, para permitir la evacuación.

4.13.2.-Accesos

Toda el área que sirve de acceso y entrada al pozo debe poseer un correcto drenaje hacia el exterior de la instalación, pero sin pendientes excesivas. Dicha área deberá poseer un cerramiento adecuado que evite el acceso a personal no autorizado. Además, se dispondrán bolardos u otra protección similar alrededor de las instalaciones críticas ubicadas en superficie como transformadores, generadores, la entrada al interior del pozo, etc.

Siempre que sea posible se dispondrán dos accesos por cada pozo de bombeo: desde la propia vía ferroviaria y, preferentemente, desde la superficie.

El acceso único a través de la vía, solo se permitirá en casos excepcionales autorizados expresamente por Adif. En todo caso se deberá garantizar el suficiente espacio y acceso para realizar los trabajos de mantenimiento del pozo de bombeo.

El acceso desde la superficie debe ser adecuado no sólo para el personal y su equipamiento, también se debe facilitar la entrada y maniobrabilidad de vehículos y maquinaria auxiliar como camiones grúa, camiones de bombeo, la disposición de grupos electrógenos auxiliares, etc.

Para ello, será necesario, a partir de los elementos hidráulicos previstos en el diseño (especialmente el peso de las bombas y la capacidad mínima de bombeo en caso de incidencia) definir los accesos de tal forma que los vehículos y maquinaria con capacidad suficiente para el mantenimiento y la atención de incidencias puedan acceder y maniobrar con facilidad.

Las entradas al pozo (tanto desde la superficie exterior como desde la vía ferroviaria) debe tener unas dimensiones suficientes que permitan:

- a) El acceso cómodo y seguro del personal de mantenimiento junto con su equipamiento y herramientas.
- b) Introducir o extraer todos los equipos y componentes de la instalación (especialmente las bombas, cuyas dimensiones y peso deben ser un criterio de diseño) mediante equipos de elevación.
- c) El bombeo desde el exterior, en caso de emergencia, con equipos auxiliares.
- d) La limpieza y extracción de lodos u otros residuos.

Las dimensión y configuración interior del pozo, además de las instalaciones, debe permitir la disposición de escaleras fijas con mesetas o plataformas intermedias que no obstruyan el izado vertical de los equipos hidráulicos. Se debe restringir, en la medida de lo posible, la colocación de escaleras verticales. Deberán ser resistentes a la corrosión y evitar superficies resbaladizas.

4.13.3.-Espacios confinados

Dado que partes de los pozos de bombeo pueden ser espacios confinados, es necesario que desde su diseño y construcción se identifiquen, clasifiquen y señalicen los lugares considerados espacios confinados. Desde la fase de diseño, pasando por la construcción y el mantenimiento, deben evaluarse los riesgos, para proponer medidas que los mitiguen.

4.13.4.-Mantenimiento

Debe proveerse accesos para las tareas de mantenimiento necesarias como la inspección, montaje/desmontaje de bombas, limpieza del fondo, etc. Además, deberá preverse un espacio suficiente para las labores de mantenimiento.

En la cámara de aspiración debe existir una plataforma intermedia para uso del personal que trabaja en la limpieza del fondo del pozo.

Deben seguirse las siguientes pautas para facilitar el mantenimiento o reemplazo de los equipos e instalaciones del pozo:

- Es necesario desarrollar un método para el desmontaje de tuberías, bombas, válvulas de retención, válvulas de compuerta, instrumentos, etc. para mantenimiento o remoción y reemplazo. Si se necesitan, se deben desarrollar dibujos tridimensionales o modelos espaciales, con sus correspondientes planos. Incluir los planos en el manual de operación y mantenimiento.
- Ubicar los elementos del pozo a una altura conveniente o instalar plataformas y escaleras para su acceso.
- Orientar de manera que al retirar las tapas de válvulas o el propio dispositivo no se moje a los trabajadores.
- Incluir tuberías de drenaje con válvulas de bola para vaciar las tuberías.
- Las trampillas y el espacio del suelo deben ser adecuados para retirar el equipo más grande. Es una mala práctica construir la parte superior del pozo alrededor del equipo ya instalado.

- Dejar suficiente espacio libre (0,8 m mínimo, 1,1 m recomendado) entre las tuberías y las bombas u otros equipos para un grupo de trabajadores y sus herramientas. Hay que asegurar que las tuercas y los pernos sean accesibles. Aumentar el espacio libre para bombas más grandes. Debe haber suficiente espacio debajo de los medios de elevación para colocar en el suelo las piezas retiradas.
- Diseñar la tubería con suficientes juntas para permitir la fácil extracción de bombas, válvulas, etc.
- Instalar válvulas para aislar las bombas de modo que se pueda retirar cualquier bomba sin drenar el colector de impulsión y la tubería de impulsión.
- Mantener las áreas para caminar libres de obstrucciones superiores a una altura de al menos 2,2 m. Si no se pueden eliminar los obstáculos, señalarlos en ambos lados.
- Garantizar un fácil acceso a los lugares de ajuste, de prueba y ubicaciones de llenado y drenaje en todos los equipos.
- Disponer los equipos de manera que el acceso a la unidad que funciona mal no requiera el desmontaje de las unidades adyacentes.
- Permitir suficiente espacio para una interacción eficaz del personal cuando se requiera un esfuerzo de equipo.
- Hay que asegurar que los espacios libres para los equipos en áreas peligrosas permitan el acceso del personal cargado con prendas protectoras y equipo asociado.
- Mantener un espacio libre de al menos 1,1 m en la parte delantera o trasera de los paneles eléctricos.
- Proporcionar lugares para colocar y soportar los componentes que se retiran o instalan.
- Colocar los controles y la instrumentación asociada al alcance visual y manual de las posiciones de trabajo normales.
- Hacer trampillas lo suficientemente grandes (al menos 700 mm x 700 mm) para que pueda entrar un trabajador con un cinturón de herramientas. Considerar los casos en los que sea necesario equipo respiratorio autónomo, en este caso al menos 700 mm x 900 mm.
- Escotillas resistentes a la corrosión y la humedad, abridores con pestillo positivo y pasamanos interiores para un fácil acceso a la escalera o escaleras.
- Inclinar los suelos aproximadamente un 2% hasta un desagüe.
- En el proyecto se debe incluir un manual de operación y mantenimiento del pozo de bombeo, que cumplirá los siguientes requisitos:
 - Debe incluir los supuestos y consideraciones de diseño.
 - Debe identificar claramente los peligros y dificultades inherentes y cómo aprovechar al máximo el equipo.
 - Debe contener los esquemas en una página para uso del operador.
 - Deben proporcionarse varias copias en papel del manual y al menos una copia de los planos y especificaciones.
 - Debe proporcionar un formulario de inspección desarrollado en cooperación con el Área de mantenimiento de Adif, con la periodicidad de mantenimiento indicada por el fabricante.
 - Debe indicar las precauciones de seguridad para el ingreso al pozo de bombeo y sus cámaras.
 - Debe mostrar, de manera destacada, un resumen de los peligros y advertencias que posteriormente se deben disponer, mediante carteles, a la entrada del pozo.

4.14.-EQUIPOS DE ELEVACIÓN

Deberán disponerse los equipos necesarios para el izado del equipamiento electromecánico pesado. Según el tamaño del equipamiento serán de uno de los siguientes tipos:

- Polipastos fijos en pequeñas instalaciones.
- Polipastos móviles a lo largo de una viga.
- Puentes grúa.

Todos los anteriores serán de accionamiento eléctrico, evitándose disponer sistemas de elevación manual.

Su capacidad nominal será de, al menos, el doble del peso del equipo mayor a extraer o mover.

Los equipos de izado deberán estar a una altura tal que permitan el izado de los equipos a desplazar y su descarga a nivel del suelo, en un lugar accesible.

Se deberá disponer de una plataforma fija desde la que poder acceder al mantenimiento de los equipos del polipasto o puente grúa: cuadros eléctricos, carro de elevación, etc., cumpliendo con los requerimientos en materia de prevención de riesgos laborales.

Utilizar velocidades lentas para garantizar su uso por personal no especializado.

Incluso en estaciones pequeñas, considerar un carril de carro para mover la carga más pesada a una trampilla accesible al polipasto del nivel superior.

Los equipos de elevación deben poder moverse sobre todo el equipo pesado y terminar en un lugar donde poder extraer finalmente el equipo.

4.15.-ELIMINACIÓN DE RUIDOS

Las estaciones de bombeo deberán cumplir con la reglamentación vigente en materia de ruidos. Para ello, en la fase de proyecto:

- Se realizarán estudios de los niveles de ruido existentes en la zona.
- Se tendrán en cuenta las características de las bombas y el resto de los elementos del pozo para considerar su incidencia en la zona.
- Se propondrán las medidas correctoras necesarias.

4.16.-ALUMBRADO Y SEÑALIZACIÓN

4.16.1.-Alumbrado normal

Los pozos de bombeo se dotarán de una instalación de alumbrado que garantice una iluminación adecuada para condiciones de trabajo seguras, también durante las tareas de mantenimiento.

En las instalaciones propias del pozo de bombeo que estén en el exterior, se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar una iluminancia mínima de:

- 20 lux, con una uniformidad media del 40%, en viales.
- 75 lux, con una uniformidad media del 50 %, en escaleras, accesos y equipos.

En espacios interiores se utilizarán lámparas estancas de luz blanca. Se establecen los siguientes niveles mínimos de iluminancia:

- 100 lux, en general.
- 500 lux, en las zonas donde previsiblemente se realizarán trabajos y operaciones de mantenimiento, como cuadros y armarios eléctricos, cuadros de mando, equipos.
- Factor de uniformidad media del 50%.

Las luminarias deberán ser accesibles para su mantenimiento. Las que se ubiquen por encima de la plataforma de trabajo deberán contar con grado de protección IP65. Las luminarias dentro de la cámara de aspiración tendrán un grado de protección IP68.

Además, se dispondrán tomas eléctricas situados a 1,5 m por encima de la plataforma de trabajo, para iluminación adicional durante las reparaciones y mantenimiento. Grado de protección mínimo IP65.

4.16.2.-Alumbrado de emergencia

En los pozos de bombeo y en el interior de los cuartos de sus instalaciones se instalará alumbrado de emergencia. Deberá funcionar autónomamente durante 90 minutos, mediante SAI.

En los túneles formará parte de su alumbrado de emergencia y seguirá las indicaciones de la norma NAPS 001 "Montaje de elementos de protección en túneles".

Contarán con alumbrado de emergencia las zonas y los elementos siguientes:

- a) La puerta de salida del pozo y las de salida de los cuartos de sus instalaciones, en su caso.
- b) Todos los cuadros eléctricos propios del pozo de bombeo.
- c) Los accionamientos eléctricos.
- d) Las instalaciones de protección contra incendios.
- e) El cuadro de mandos del generador auxiliar, en caso de que exista.
- f) Lugares donde sea necesario destacar un peligro potencial, como las trampillas de acceso.
- g) Lugares donde se produzcan cambios de nivel.
- h) Las señales de seguridad.

Las luminarias se colocarán en la posición más adecuada para desarrollar su función y su luminancia horizontal será de 5 lux durante una hora, como mínimo. Tendrán un grado de protección IP65, como mínimo.

La instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

4.16.3.-Señalización

En el exterior de las puertas del pozo y las de cualquiera de sus instalaciones, como cuartos eléctricos o salas de transformadores:

- Si se encuentran en rutas de evacuación, deberán disponer de señal textual «SIN SALIDA» sobre fondo rojo adosada a la puerta o encima de ella.
- Donde sea necesaria, por existencia de riesgo eléctrico, señal de riesgo eléctrico adosada a la puerta (W012 según UNE-EN ISO 7010).

En su interior todas las puertas deberán disponer de señal textual «SALIDA» sobre fondo verde adosada a la puerta o encima de ella.

Además, se señalarán todos los elementos de protección y seguridad que se instalen, de acuerdo con la normativa vigente.

4.17.-PROTECCIÓN Y SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS DEL POZO Y SUS INSTALACIONES

4.17.1.-Requisitos establecidos en la ETI de Seguridad en Túneles y la IFI

Según la IFI y la ETI de Seguridad en Túneles, las estaciones de bombeo son dependencias anejas, definidos como "recintos que tienen una relación funcional con el túnel, generalmente en lo referente a su funcionamiento y a la seguridad durante la explotación". Forman parte del listado que cita como ejemplos en el Apéndice A de la IFI.

Para dependencias anejas los requisitos se encuentran en los siguientes apartados:

- ETI de Seguridad en Túneles:
 - 4.2.1.2. *Resistencia al fuego de las estructuras del túnel.*
 - 4.2.1.3. *Reacción al fuego de los materiales de construcción.*
- IFI. Para dependencias anejas de túneles, prescribe el apartado:
 - 4.1.4.9.5 *Protección y seguridad contra incendios:*
 - a) *Requisitos de resistencia al fuego para los elementos estructurales del túnel y de las dependencias anejas.*
 - b) *Requisitos de resistencia al fuego para los elementos no estructurales e instalaciones del túnel y dependencias anejas.*
 - c) *Requisitos de reacción al fuego para los productos, materiales de construcción e instalaciones del túnel y de sus dependencias anejas.*

Los requisitos establecidos para pozos de bombeo en túneles serán comunes a todos los pozos de bombeo y sus instalaciones asociadas, ya estén dentro de túneles de cualquier longitud, o fuera de ellos.

Por tanto, se generalizan los requisitos exigidos a las dependencias anejas en el momento de la redacción de la presente norma, para todos los pozos de bombeo. Se deberá atender a los posibles cambios de numeración o nuevos apartados sobre protección y seguridad contra incendios para dependencias anejas en la IFI y la ETI de Seguridad en Túneles, cuyos requisitos se extenderán a todos los pozos de bombeo.

4.17.2.-Sistema automático de detección de incendios

Todos los pozos de bombeo estarán equipados con detectores que alerten en caso de incendio. Estos sistemas de detección estarán conectados con sus centrales de detección correspondientes.

Todo el sistema de detección de incendios, así como los materiales, equipos y componentes utilizados, cumplirán el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y la norma UNE-EN 54-1, en particular, lo referente a los equipos de señalización y control. Así pues, deberán disponer de los correspondientes certificados de conformidad con los requisitos y normas indicadas, emitidos por un laboratorio o entidad de certificación.

4.17.3.-Extintores

Se atenderá a la normativa vigente para determinar la dotación de extintores de cada pozo de bombeo, teniendo en cuenta su configuración y carga de fuego. Sin embargo, como mínimo, se dotará a todos los pozos de bombeo con dos extintores de polvo polivalente ABC, con eficacia mínima 21A-113B cada uno, situados en un lugar fácilmente accesible.

4.18.-ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

Los elementos auxiliares que sea necesario instalar en las distintas cámaras que integran las estaciones de bombeo (marcos y tapas exteriores de cierre, pates de acceso o escaleras, barandillas, cadenas de seguridad, plataformas de rejilla, etc.) deberán cumplir con lo especificado en la legislación de prevención de riesgos laborales y seguridad.

En espacios donde se necesiten disponer plataformas de rejilla, pasarelas y barandillas, éstas serán resistentes a la corrosión y la humedad. Las pasarelas de servicio deberán dimensionarse para soportar una sobrecarga de 5 kN/m².

Considerar la necesidad de instalar equipos de aire acondicionado para refrigerar los cuartos eléctricos. En caso de instalar estos equipos se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Deben contar con una unidad de reserva.
- La temperatura del cuarto eléctrico debe supervisarse y conectarse a un sistema de alarma.
- Debe facilitarse el reemplazo de las piezas.

5.-NORMATIVA DEROGADA

Esta norma no deroga ningún documento normativo.

6.-DISPOSICIONES TRANSITORIAS Y ENTRADA EN VIGOR

Esta norma será de aplicación para todos los proyectos, incluidos los modificados, cuya redacción se inicie a partir de la entrada en vigor. Se entiende por inicio de la redacción del proyecto bien la firma del contrato para su redacción, cuando se trate de medios ajenos a Adif, o bien el inicio de la redacción del proyecto, cuando se trate de medios propios, o bien la autorización de la redacción cuando se trate de proyectos modificados.

La presente norma podrá utilizarse como referencia en el resto de los proyectos que se encuentren en redacción, en función de su estado de desarrollo, si así lo determina el Responsable del Contrato.

Esta norma entrará en vigor en la fecha de su aprobación.

NORMA ADIF PLATAFORMA	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS
DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS DE BOMBEO	COMITÉ DE NORMATIVA
NAP 1-2-0.4	1ª EDICIÓN
	JUNIO 2025
	Pág. 31 de 34

7.-NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

En el contenido de esta norma se hace referencia a los documentos normativos que se citan a continuación.

Cuando se trate de legislación, será de aplicación la última versión publicada en los diarios oficiales, incluidas sus sucesivas modificaciones.

En el caso de documentos referenciados sin edición y fecha se utilizará la última edición vigente; en el caso de normas citadas con versión exacta, se debe aplicar esta edición concreta.

En el caso de normas UNE-EN que establezcan condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, que sean transposición de normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, será de aplicación la última versión comunicada por la Comisión y publicada en el DOUE.

- Reglamento (UE) nº 1303/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la «seguridad en los túneles ferroviarios» del sistema ferroviario de la Unión Europea.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Orden TMA/135/2023, de 15 de febrero, por la que se aprueban la instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) y la instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) y se modifican la Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la Instrucción ferroviaria de gálibos y la Orden FOM/2015/2016, de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la Red Ferroviaria de Interés General.
- Orden FOM/2842/2011, de 29 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera (IAP-11).
- ANSI/HI 9.8 *Rotodynamic Pumps for Pump Intake Design*. American National Standards Institute (ANSI).
- UNE-EN 54-1. *Sistemas de detección y alarma de incendio. Parte 1: Introducción*. AENOR.
- UNE-EN 1990. *Eurocódigos. Bases de cálculo de estructuras*. AENOR.
- UNE-EN 1991-1-1. *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-1. Acciones generales. Pesos específicos, pesos propios, y sobrecargas de uso en edificios*. AENOR.
- UNE-EN 1991-1-2. *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-2: Acciones generales. Acciones en estructuras expuestas al fuego*. AENOR.
- UNE-EN 1991-1-3. *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-3: Acciones generales. Cargas de nieve*. AENOR.
- UNE-EN 1991-1-6. *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-6: Acciones generales. Acciones durante la ejecución*. AENOR.
- UNE-EN 1991-1-7. *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-7: Acciones generales. Acciones accidentales*. AENOR.
- EN 1991-3. *Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 3: Acciones inducidas por grúas y maquinaria*. AENOR.
- UNE-EN 1992-1-1. *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación*. AENOR.

- UNE-EN 1992-1-2. *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego.* AENOR.
- UNE-EN 1992-3. *Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 3: Depósitos y estructuras de contención.* AENOR.
- UNE-EN 1993-1-1. *Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificios.* AENOR.
- UNE-EN 1997-1. *Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Parte 1: Reglas generales.* AENOR.
- UNE-ENV 1997-2. *Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico. Parte 2: Proyecto asistido por ensayos de laboratorio.* AENOR.
- UNE-EN 1998-1. *Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras sismorresistentes. Parte 1: Reglas generales, acciones sísmicas y reglas para edificación.* AENOR.
- UNE-EN 1998-4. *Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras sismorresistentes. Parte 4: Silos, depósitos y tuberías.* AENOR.
- UNE-EN 1998-5. *Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras sismorresistentes. Parte 5: Cimentaciones, estructuras de contención y aspectos geotécnicos.* AENOR.
- UNE-EN ISO 7010. *Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas.* AENOR.
- UNE-EN IEC 60034-14. *Máquinas eléctricas rotativas. Parte 14: Vibraciones mecánicas de determinadas máquinas con altura de eje igual o superior a 56 mm. Medición, evaluación y límites de la intensidad de vibración.* AENOR.
- UNE-EN 60529. *Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).* AENOR
- UNE-EN IEC 61439-1. *Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.* AENOR.
- UNE-EN IEC 61439-2. *Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 2: Conjuntos de aparamenta de potencia.* AENOR.
- UNE-EN IEC 61800-5-1. *Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variable. Parte 5-1: Requisitos de seguridad. Eléctricos, térmicos y energéticos.* AENOR.
- UNE-EN 61800-5-2. *Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variable. Parte 5-2: Requisitos de seguridad. Funcional.* AENOR.
- UIC 70779-9. *Safety in Railway Tunnels.* International Union of Railways (UIC).
- UIC 70779-10. *Tunnel asset Management and maintenance principles.* UIC.
- NAP 1-2-0.3. *Climatología, Hidrología y Drenaje.* Adif.
- NAP 2-3-1.0. *Túneles.* Adif.
- NAPS 001. *Montaje de elementos de protección en túneles.* Adif.
- *Normas para redes de saneamiento.* Canal Isabel II.
- Hernández Muñoz, Aurelio, Hernández Lehmann, Aurelio y Galán Martínez, Pedro. *Manual de depuración Uralita.* THOMPSON PARANINFO.
- Hernández Muñoz, Aurelio y Hernández Lehmann, Aurelio. *Manual de saneamiento Uralita.* THOMPSON PARANINFO.
- Garr M. Jones, Bayard E. Bosserman, Robert L. Sanks y George Tchobanoglous. *Pumping Station Design.* ELSEVIER.

Este documento normativo se presenta como "BORRADOR" a efectos de consulta a todos los interesados. Su contenido no tiene validez hasta su aprobación definitiva por el Comité de Normativa de Adif y Adif AV.
Este documento no puede ser PUBLICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF Y ADIF AV.

BORRADOR