

Proyecto actualizado de
Saneamiento del Puerto de
Bilbao. Fase II. Muelles
ampliación.

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES
TÉCNICAS PARTICULARES**

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES.....	1
1.1 Objeto del Pliego	1
1.1.1 Normas y disposiciones aplicables	1
1.1.2 Obligaciones del contratista	2
1.1.2.1 Generales.....	2
1.1.2.2 Permisos y licencias	2
1.1.2.3 Legalización de las instalaciones.....	2
1.2 Descripción de las obras.....	3
1.2.1 Descripción general	3
1.2.2 Conducciones.....	4
1.2.2.1 Proceso constructivo: zanjas e hincas	5
1.2.2.2 Colectores de vacío.....	7
1.2.2.3 Impulsiones	9
1.2.2.4 Cámaras colectoras.....	10
1.2.2.5 Cámara colectora TIPO I:	11
1.2.2.6 Cámara colectora TIPO II:	12
1.2.2.7 Cámaras colectoras especiales:	13
1.2.3 Estación de vacío	14
1.3 Relaciones con terceros.....	15
1.4 Repercusiones sobre la red viaria.....	16
1.5 Servicios afectados.....	16
1.6 Suelos contaminados.....	16
1.6.1 Supervisión de la excavación e informe final	17
1.6.2 Medición y abono	17
1.7 Gestión de Residuos	17
1.8 Vertederos.....	17
1.9 Limpieza final de la obra	17
1.10 Carteles y anuncios	18
1.10.1 Inscripciones en las Obras	18
1.11 Etapas de desarrollo de la actuación	18
1.11.1 Etapa de construcción y montaje.....	19
1.11.1.1 Descripción de tareas previas a la finalización de la construcción y montaje	19
1.11.1.2 Pruebas preoperacionales en vacío	21
1.11.1.3 Listado detallado de documentación requerida	21
1.11.1.4 Acta de finalización del montaje y construcción	22
1.11.2 Etapa de puesta en marcha	22
1.11.2.1 Descripción de la puesta en marcha	22
1.11.2.2 Listado detallado de documentación requerida	25

1.11.2.3	Pruebas de estanqueidad.....	25
1.11.2.4	Pruebas de puesta en marcha	26
1.11.2.5	Pruebas hidráulicas.....	26
1.11.2.6	Pruebas de la instalación de aire	27
1.11.2.7	Pruebas específicas del sistema de saneamiento por vacío.....	27
1.11.2.8	Pruebas no programadas.....	27
1.11.2.9	Pruebas eléctricas	27
1.11.2.10	Pruebas de la instalación de Telemando y Telecontrol	28
1.11.2.11	Ensayos de nivel de ruido	29
1.11.2.12	Control de modificaciones temporales	30
1.11.2.13	Plan de formación.....	32
1.11.2.14	Informe de prevención de técnicos de seguridad y salud del CABB.....	32
1.11.2.15	Informes de la puesta en marcha	32
1.11.3	Etapas de pruebas de rendimiento	33
1.11.3.1	Descripción de tareas previas a la finalización de las pruebas de rendimiento.....	33
1.11.3.2	Pruebas y ensayos.....	36
1.11.3.3	Obligaciones del adjudicatario en la fase de pruebas de rendimiento.....	39
1.11.4	Etapas de explotación	39
1.11.4.1	Definición de la etapa de explotación	39
1.11.4.2	Necesidades de mantenimiento	40
1.11.5	Entrega y recepción de la infraestructura de saneamiento del Puerto de Bilbao Fase 2	41
1.12	Periodo de garantía. Responsabilidad del contratista	41
1.13	Proyecto de obras ejecutadas	42
1.13.1	Introducción.....	42
1.13.2	Generalidades	42
1.13.3	Edición impresa	42
1.13.4	Edición digital del documento	43
1.13.4.1	Documento digital en formato pdf (documento pdf)	43
1.13.4.2	Documento digital ficheros fuente (documento editable)	44
1.13.5	Estructura.....	44
1.13.6	Contenido	46
2.	ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES	50
2.1	Materiales de obra civil	50
2.1.1	Hormigones	50
2.1.2	Barras corrugadas para hormigón armado	50
2.1.3	Mallas electrosoldadas.....	50
2.1.4	Acero en perfiles laminados	50
2.1.5	Acero inoxidable	51
2.1.6	Juntas de estanqueidad para revestimientos de hormigón.....	51
2.1.7	Tubos y piezas de fundición dúctil para saneamiento.....	51

2.1.7.1	Tubos.....	51
2.1.7.2	Piezas especiales	54
2.1.7.3	Sistemas de unión	55
2.1.8	Tuberías de PEAD de pared compacta	55
2.1.8.1	Características generales.....	55
2.1.8.2	Control de calidad.....	56
2.1.9	Tuberías de saneamiento por vacío.....	57
2.1.9.1	Condiciones Generales	57
2.1.9.2	Características de los Materiales	57
2.1.9.3	Juntas y uniones	57
2.1.9.4	Piezas especiales	58
2.1.10	Accesorios	58
2.1.11	Elementos metálicos	59
2.1.11.1	Cadenas de Seguridad.....	59
2.1.11.2	Pasamanos y barandillas	59
2.1.11.3	Escaleras.....	60
2.1.11.4	Registros de fundición.....	60
2.1.12	Tapas y marcos de fundición en infraestructuras	60
2.1.13	Materiales no especificados en el pliego.....	60
2.2	Normas y especificaciones de equipos mecánicos	61
2.2.1	Condiciones generales.....	61
2.2.1.1	Normas y códigos aplicables	61
2.2.1.2	Materiales y/o equipos suministrados por el contratista	62
2.2.2	Válvulas de vacío, de interconexión o de interfase	62
2.2.3	Válvulas de seccionamiento en la red de saneamiento por vacío	63
2.2.3.1	Válvulas de seccionamiento en las cámaras colectoras	63
2.2.3.2	Válvulas de seccionamiento de la red de colectores.....	63
2.2.4	Bombas sumergibles.....	64
2.2.4.1	Generalidades	64
2.2.4.2	Materiales.....	65
2.2.4.3	Diámetros y bridas	65
2.2.4.4	Motores.....	65
2.2.5	Válvulas de compuerta/guillotina.....	67
2.2.5.1	Tipo.....	67
2.2.5.2	Materiales.....	67
2.2.5.3	Características dimensionales.....	69
2.2.5.4	Características funcionales.....	69
2.2.6	Válvulas de bola	69
2.2.7	Equipamiento de la estación de vacío.....	69
2.2.7.1	Tanque de vacío	70
2.2.7.2	Bombas de vacío	70
2.2.7.3	Tratamiento de olores	71

2.2.7.4	Bombas de impulsión	71
2.2.7.5	Ventilación de la estación de vacío.....	72
2.2.8	Polipastos	72
2.2.8.1	Tipo.....	72
2.2.8.2	Características y especificaciones	72
2.2.9	Abrazaderas y soportes	73
2.2.9.1	Definición	73
2.2.9.2	Condiciones generales.....	73
2.2.9.3	Características del montaje.....	73
2.2.10	Protección de superficies	73
2.2.10.1	Finalidad	73
2.2.10.2	Materiales	74
2.2.11	Instalación de la protección contra incendios.....	74
2.2.11.1	Características de la empresa instaladora	74
2.2.11.2	Condiciones de los materiales	74
2.2.11.3	Normas de ejecución de las instalaciones	81
2.2.11.4	Pruebas reglamentarias.....	82
2.2.11.5	Condiciones de conservación y mantenimiento	83
2.2.11.6	Certificados y documentación.....	83
2.3	Equipamiento eléctrico, de telemando y telecontrol	83
2.3.1	Objeto.....	83
2.3.2	Descripción de la instalación	83
2.3.3	General	84
2.3.3.1	Normativa	84
2.3.3.2	Condiciones ambientales	90
2.3.3.3	Clasificación de zonas	91
2.3.3.4	Potencia solicitada	91
2.3.3.5	Protección de datos de carácter personal y confidencialidad	91
2.3.4	Grupos electrógenos	92
2.3.4.1	Características generales.....	92
2.3.4.2	Diseño y componentes	93
2.3.4.3	Sistema de control y conmutación	93
2.3.4.4	Funciones de protección	93
2.3.4.5	Sincronización y Control de Grupos de Emergencia	94
2.3.5	Acometidas eléctricas en baja tensión	95
2.3.6	Cuadros de baja tensión y cajas de mando	96
2.3.6.1	Diseño, materiales y Fabricación	96
2.3.6.2	Embarrados.....	101
2.3.6.3	Cableado interno (Cables y canales)	102
2.3.6.4	Aparellaje de los cuadros eléctricos	105
2.3.7	Sistemas de alimentación ininterrumpida	128
2.3.7.1	Características generales.....	128

2.3.7.2	Diseño y construcción	128
2.3.8	Sistemas de corriente continua	130
2.3.8.1	Características generales.....	130
2.3.8.2	Diseño y construcción	131
2.3.9	Instrumentación.....	133
2.3.9.1	Estaciones Saneamiento	133
2.3.9.2	Protecciones	140
2.3.9.3	Toma de muestra para instrumentación de medida de calidad de agua..	141
2.3.10	Cables	141
2.3.10.1	Cables de baja tensión para zonas no clasificadas.....	141
2.3.10.2	Cables de baja tensión para zonas clasificadas.	143
2.3.10.3	Cables para aplicaciones especiales	144
2.3.10.4	Cables de Fibra Óptica.....	144
2.3.10.5	Cables de Bus de Campo	145
2.3.11	Canalizaciones	145
2.3.11.1	Zanjas	145
2.3.11.2	Arquetas de registro	149
2.3.11.3	Bandejas aislantes de interior	150
2.3.11.4	Bandejas aislantes de exterior.....	150
2.3.11.5	Bandejas metálicas.....	151
2.3.11.6	Tubos rígidos	152
2.3.11.7	Tubos flexibles	153
2.3.11.8	Pasamuros.....	153
2.3.11.9	Bridas	153
2.3.12	Barras blindadas	154
2.3.13	Puesta a tierra	155
2.3.14	Baterías de condensadores	157
2.3.14.1	Características generales.....	157
2.3.14.2	Baterías automáticas	158
2.3.14.3	Baterías fijas.....	158
2.3.15	Sistema de control, comunicaciones y visualización	159
2.3.15.1	Generalidades	159
2.3.15.2	Hardware	163
2.3.15.3	Señales a tratar	200
2.3.15.4	Ingeniería Básica.....	211
2.3.15.5	Ingeniería de detalle	211
2.3.15.6	Parametrización/programación del PLC.....	212
2.3.15.7	Parametrización/programación de otros equipos.....	218
2.3.15.8	Parametrización/programación de los Sistemas de Supervisión y Control.....	220
2.3.16	Control de calidad, inspecciones y puesta en marcha	243
2.3.16.1	Control de calidad.....	243

2.3.16.2	Inspecciones de acopio y fabricación.....	243
2.3.16.3	Cuadros de baja tensión.....	243
2.3.16.4	Documentación final de calidad	245
2.3.16.5	Comprobación a la salida de fábrica.....	245
2.3.16.6	Comprobación a la recepción en almacén de obra.....	245
2.3.16.7	Pruebas, puesta en marcha, recepción provisional y definitiva.....	245
2.3.17	Legalización de las instalaciones	246
2.3.18	Documentación	246
2.3.18.1	Esquemas eléctricos. Criterios de representación y elaboración	246
2.3.18.2	Cuadernos de tareas. Criterios de elaboración.....	249
2.3.18.3	Documentación a entregar.....	250
2.3.19	Coordinación	254
2.3.19.1	Objeto	254
2.3.19.2	Fases de Proyecto	255
2.3.19.3	Reunión de lanzamiento	255
2.3.19.4	Replanteo y planificación	256
2.3.19.5	Documentación de seguridad, medioambiente y calidad	256
2.3.19.6	Ingeniería básica.....	257
2.3.19.7	Ingeniería de detalle.....	257
2.3.19.8	Fabricación.....	258
2.3.19.9	Puesta en marcha en taller	259
2.3.19.10	Montaje en Campo	260
2.3.19.11	Puesta en marcha (en la instalación)	260
2.3.19.12	Documentación As-Built	261
2.3.19.13	Seguimiento de los trabajos.....	262
2.3.20	Gestión de residuos	262
2.4	Gestión de residuos	262
2.4.1	Plan de gestión de residuos.....	262
2.4.1.1	Objetivo	262
2.4.1.2	Descripción de la medida.....	263
2.4.2	Segregación de residuos.....	265
2.4.3	Segregación de residuos peligrosos.....	266
2.4.4	Residuos de construcción y demolición	267
2.4.5	Residuos de tierras sin características de tierra vegetal no contaminada	268
2.4.6	Residuos sólidos urbanos.....	268
3.	EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS	270
3.1	Normas generales para la medición y el abono de las distintas unidades de obra	270
3.2	Sostenimiento de excavaciones a cielo abierto	271
3.2.1	Conceptos generales	271
3.2.2	Sistemas de Sostenimiento	272
3.2.2.1	Anclaje monobarra	272

3.2.2.2	Anclaje.....	285
3.3	Instalación de tuberías.....	294
3.3.1	Generalidades	294
3.3.2	Conceptos de abono	294
3.3.3	Tuberías de PEAD.....	294
3.3.3.1	Instalación de tubería	294
3.3.3.2	Medición y abono.....	295
3.3.4	Tuberías de saneamiento por vacío.....	296
3.3.4.1	Instalación de tubería	296
3.3.4.2	Pruebas.....	297
3.3.4.3	Medición y abono.....	299
3.3.5	Otras tuberías.....	299
3.3.5.1	Tuberías de acero electrosoldado	299
3.3.6	Equipamiento.....	300
3.3.7	Control de calidad	300
3.3.8	Medición y abono	301
3.4	Cámaras colectoras	301
3.4.1	Generalidades	301
3.4.2	Equipamiento.....	302
3.4.3	Control de calidad	302
3.4.4	Medición y abono	302
3.5	Válvulas de vacío.....	303
3.5.1	Control de calidad	303
3.5.1.1	Ensayos.	303
3.5.1.2	Recepción y recusación.	304
3.5.2	Medición y abono	305
3.6	Equipamiento de la estación de vacío	305
3.6.1	Control de calidad	305
3.6.2	Pruebas y ensayos.....	305
3.6.3	Medición y abono	309
3.7	Servicios afectados.....	310
3.7.1	Consideraciones Generales	310
3.7.2	Normas de ejecución	310
3.7.3	Reposición de infraestructuras afectadas	310
3.7.3.1	Reposición en la red de agua potable	311
3.7.3.2	Reposición en la red de saneamiento	313
3.7.3.3	Reposición de la obra civil de alumbrado y semaforización	314
3.7.3.4	Reposición de canalización telefónica, telégrafos y fibra óptica	315
3.7.3.5	Reposición de canalización de energía eléctrica	315
3.7.3.6	Reposición de canalización de gas.....	315
3.7.4	Medición y abono	323

3.8	Apeos y cimbras.....	323
3.8.1	Definición y alcance	323
3.8.2	Ejecución de las obras.....	324
3.8.2.1	Apuntalamientos y cimbrados. Instalación.	324
3.8.2.2	Retirada de apeos y cimbras.....	324
3.8.3	Control de calidad.....	325
3.8.4	Medición y abono.....	325
3.9	Cierres y vallas	326
3.9.1	Retirada y reposición de cierres de fincas.....	326
3.9.2	Colocación de verjas o cierres	326
3.9.3	Medición y abono.....	326
3.10	Carga, transporte y canon de vertido de productos procedentes de excavación y/o demolición.....	326
3.10.1	Definición y clasificación	326
3.10.2	Ejecución.....	327
3.10.3	Medición y abono.....	327
3.11	Hinca con camisa de chapa	327
3.11.1	Definición	327
3.11.2	Ejecución.....	327
3.11.3	Medición y abono.....	327
3.12	Raise-boring	328
3.12.1	Definición	328
3.12.2	Medición y abono.....	328
3.13	Control del ruido y vibraciones	329
3.13.1	Generalidades	329
3.13.2	Ruidos.....	329
3.14	Plan de vigilancia y seguimiento ambiental	330
3.14.1.1	Consideraciones generales.....	330
3.14.1.2	Ejecución de las obras.....	331
3.14.1.3	Medición y abono	332
3.15	Medidas protectoras y correctoras	333
3.15.1	Medidas protectoras de la contaminación atmosférica durante las obras	333
3.15.1.1	Definición.....	333
3.15.1.2	Ejecución	333
3.15.1.3	Medición y abono	333
3.15.2	Balizamiento de protección	334
3.15.2.1	Definición y alcance.....	334
3.15.2.2	Ejecución de las obras.....	334
3.15.2.3	Control de calidad	334
3.15.2.4	Medición y abono	334
3.15.3	Medidas de protección de los suelos	334

3.15.3.1	Lavadero de ruedas	334
3.15.3.2	Lavadero de maquinaria y vehículos.....	335
3.15.3.3	Dispositivo portátil de separación de hidrocarburos.....	337
3.15.3.4	Punto de limpieza de canaletas de hormigoneras	338
3.15.4	Integración paisajística	339
3.15.4.1	Extendido de tierra vegetal	339
3.15.4.2	Labores auxiliares de preparación del terreno.....	339
3.15.4.3	Siembras.....	340
3.15.4.4	Plantaciones	341
3.16	Gestión de residuos	342
3.16.1	Punto Limpio de residuos peligrosos	342
3.16.1.1	Definición y alcance	342
3.16.1.2	Materiales.....	342
3.16.1.3	Ejecución de las obras.....	343
3.16.1.4	Control de calidad.....	344
3.16.1.5	Medición y abono.....	344
3.16.2	Carga, transporte y canon de vertido de maderas limpias.....	344
3.16.3	Carga, transporte y canon de vertido de tierras en centro de gestión autorizado	345
3.16.4	Carga, transporte y canon de vertido de residuos de hormigón	345
3.16.5	Carga, transporte y canon de vertido de otros residuos de RCD ´s	346
3.16.6	Carga, transporte y canon de vertido de residuos de papel y cartón.....	346
3.16.7	Carga, transporte y canon de vertido de residuos plásticos limpios inertes...	346
3.16.8	Carga, transporte y canon de vertido de residuos asimilables a urbanos.....	347
3.16.9	Carga, transporte y canon de vertido de residuos de metales mezclados	347
3.16.10	Carga, transporte y canon de vertido de residuos bituminosos mezclados....	347
3.16.11	Carga, transporte y canon de vertido de residuos peligrosos de envases	348
3.16.12	Carga, transporte y canon de vertido de residuos peligrosos de absorbentes contaminados	348
3.16.13	Otras unidades.....	349
3.17	Puesta en marcha, pruebas de rendimiento y explotación.....	349
3.17.1	Definición y ejecución	349
3.17.2	Medición y abono Puesta en Marcha.....	349
3.17.3	Medición y abono Pruebas de rendimiento	349
3.17.4	Medición y abono Periodo de explotación.....	350
3.17.5	Penalizaciones	350
3.18	Partidas alzadas	351
4.	OTRAS DISPOSICIONES	352
4.1	Legislación	352
4.2	Orden de ejecución de las obras	352
4.3	Personal técnico del contratista	352

4.4	Vigilancia de las obras	352
4.5	Garantía de calidad	352
4.6	Responsabilidad y seguros.....	353
4.7	Seguridad y salud	353

1. INTRODUCCIÓN Y GENERALIDADES

1.1 Objeto del Pliego

El objeto del presente Pliego es definir aquellas Prescripciones Técnicas Particulares que regirán en la ejecución de las obras del proyecto **Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.**

En todo aquello que no sea explícitamente modificado por el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, será de aplicación el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del Proyecto, en lo sucesivo P.P.T.G.

En particular, es objeto del presente Pliego la definición precisa de las condiciones que deben cumplir los materiales que se empleen; la forma en que se deben realizar las distintas unidades que habrán de ejecutarse, así como su medición y abono; las pruebas y ensayos a que deberán someterse los materiales, las unidades de obra en su conjunto; las relaciones de todo orden entre la Administración y el Contratista; y la regulación de las incidencias que pudiesen surgir en el ámbito del contrato hasta su finalización y no estén así consideradas en el pliego de prescripciones técnicas generales.

El desconocimiento del contrato en cualquiera de sus términos, de sus documentos anejos o de las instrucciones, pliegos o normas de toda índole promulgados por la Administración que puedan tener aplicación en la ejecución de lo pactado, no eximen al Contratista de la obligación de su cumplimiento.

En todos los artículos del presente Pliego General de Prescripciones Particulares se entenderá que su contenido rige para las materias que expresan sus títulos en cuanto no se opongan a lo establecido en disposiciones legales vigentes.

En caso de contradicción en los Documentos de este Proyecto, prevalecerá lo expresado en el Pliego de Prescripciones Técnicas y, subordinado a éste, lo expresado en los Planos, quedando siempre a juicio del Director de Obra la correcta interpretación de estos Documentos.

Durante la redacción de la actualización del proyecto, tanto el PPTG como el PPTP se modifican para recoger versiones más modernas de los estándares requeridos para esta actuación.

1.1.1 Normas y disposiciones aplicables

El Contratista está obligado al cumplimiento de la legislación vigente que, por cualquier concepto durante el desarrollo de los trabajos, le sea de aplicación, aunque no se encuentre expresamente indicada en este Pliego o en cualquier otro documento de carácter contractual.

El promotor facilitará las autorizaciones y licencias de su competencia que sean precisas al Contratista para la construcción de la obra y le prestará su apoyo en los demás casos, en que serán obtenidas por el Contratista, sin que esto dé lugar a responsabilidad adicional o abono por parte del promotor.

La normativa ASTM sobre tuberías y sus juntas prevalecerá sobre las restantes normativas excepto en lo relativo a las características de los materiales (agua, áridos, cementos, hormigones, etc.) para los que el presente Pliego aplica la normativa vigente en España. En este caso las normas ASTM se aplicarán subsidiariamente.

Para la aplicación y cumplimiento de estas normas, así como para la interpretación de errores u omisiones contenidos en las mismas, se seguirá tanto por parte del Contratista, como por

parte de la Dirección de las obras, el orden de mayor a menor rango legal de las disposiciones que hayan servido para su aplicación.

Asimismo, serán de aplicación las modificaciones, ampliaciones, etc. de las Normas, que entren en vigor durante la fase de realización del Concurso.

1.1.2 Obligaciones del contratista

1.1.2.1 Generales

Es obligación del Contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras cuando no se halle expresamente estipulado en este Pliego de Condiciones, debiendo cumplir lo que sin separarse de su espíritu y recta interpretación disponga por escrito la Dirección de la Obra. La interpretación del proyecto corresponde, en cualquier caso, al Ingeniero Director.

El contratista queda obligado a suscribir, con su conformidad o reparos, los partes o informes establecidos para las obras siempre que sea requerido para ello.

Las órdenes del Contratista se darán por escrito y numeradas correlativamente. Aquel quedará obligado a firmar el recibido en el duplicado de la orden por medios físicos o digitales.

El contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de seguridad social, de seguridad y salud en el trabajo y en materia fiscal.

El Contratista designará el personal técnico responsable de la seguridad y salud que asuma las obligaciones correspondientes en cada centro de trabajo.

El incumplimiento de estas obligaciones por parte del Contratista o la infracción de las disposiciones sobre seguridad por parte del personal técnico designado por él, no implicará responsabilidad alguna para la Administración.

1.1.2.2 Permisos y licencias

La propiedad facilitará las autorizaciones y licencias de su competencia que sean precisas al Contratista para la construcción de la obra y le prestará su apoyo en los demás casos, en que serán obtenidos por el Contratista sin que esto dé lugar a responsabilidad adicional o abono por parte de la propiedad.

1.1.2.3 Legalización de las instalaciones

El contratista será responsable y redactará todos los proyectos y documentos que sean precisos para la legalización de todas las instalaciones de la depuradora e incluirá asimismo los preceptivos certificados de Dirección de Obra precisos para su puesta en marcha. Como mínimo las instalaciones que se legalizarán serán las establecidas en el Anejo nº 26 Legalizaciones del proyecto.

El coste de estas legalizaciones está incluido en el presupuesto.

1.2 Descripción de las obras

1.2.1 Descripción general

El presente proyecto incluye la definición a nivel constructivo de los elementos necesarios para la recogida de las aguas sanitarias e industriales del ámbito de proyecto y su transporte hasta el punto de vertido final en el interceptor del puerto.

La principal particularidad del proyecto es que se trata de un sistema de saneamiento por vacío.

A continuación, se describen brevemente las distintas partes que forman el sistema, y en los apartados siguientes se incluyen las principales características de cada elemento proyectado. Para información más detallada sobre el funcionamiento de los sistemas de saneamiento por vacío se puede consultar el *Anejo nº 5 – Saneamiento por Vacío. Estado del Arte, Normativa* del presente proyecto.

El sistema de saneamiento proyectado está formado por los siguientes elementos, según el esquema incluido en la página siguiente:

- **Cámaras colectoras:** se trata de arquetas de doble cámara en las que se recoge el agua residual procedente de los puntos de vertido y se introduce en la red de colectores mediante válvulas de vacío. Se proyectan arquetas de obra civil con cámara húmeda con acceso y cámara seca para ubicación de las válvula/s de vacío y demás elementos mecánicos y de control. Cabe destacar que se ha dejado fuera de proyecto la ejecución de las conexiones desde los puntos de vertido, situados en general en terrenos de las empresas concesionarias del Puerto de Bilbao, hasta las cámaras colectoras. En el proyecto se incluye la construcción de un total de 44 cámaras colectoras, de 3 tipologías diferentes.
- **Red de colectores de vacío:** Formada por los colectores de vacío que transportarán el agua residual desde las cámaras colectoras hasta la estación de vacío EV2. Se proyectan mediante tubería de PE 100 con uniones mediante manguito electrosoldado de distintos diámetros (90-200 mm) y con piezas especiales de PVC y manguito con junta elástica. Se incluye un total de 8.030 metros de tubería de este tipo en el proyecto, repartida en 3 colectores principales (A2, B2 y C2) con sus respectivas incorporaciones.
- **Estación de vacío:** Se trata de un edificio en el que se instalará el tanque de vacío en el que se acumulará el agua residual procedente de las cámaras de vacío, las máquinas de vacío encargadas de mantener la presión negativa en la red, así como las bombas de impulsión para su transporte al punto de vertido final. La estación de vacío contendrá también el equipamiento eléctrico y de control y las instalaciones auxiliares necesarias para el funcionamiento del sistema. Se proyecta un edificio rectangular de dimensiones interiores 12,60 x 9,10 metros, que se distribuye en dos alturas.
- **Impulsión:** se incluye en proyecto la conducción de impulsión desde la estación de vacío hacia el punto de vertido final en el interceptor del puerto (Impulsión EV2). Dado que la conducción de impulsión debe atravesar terrenos pertenecientes a la zona B del puerto, cuyo saneamiento se desarrolla en otro proyecto (fase I), en el presente proyecto se incluye la ejecución únicamente dentro del ámbito del proyecto, hasta la arqueta de desagüe situada en el PK 1.961 lo que implica una longitud en torno a 1285 m. En el proyecto de la fase I se incluye su continuación hasta el pozo PR-50 del interceptor del CABB. Se ha proyectado con tubería de fundición de 150 mm de diámetro.

En este caso el sistema de vacío proyectado se completa con una conducción de impulsión que transporta el vertido producido por la empresa Ineos Sulphur Chemicals (antigua Befesa Azufre) hasta una arqueta anexa a la estación de vacío. Esto es debido a que se trata de un caudal elevado y alejado de la estación de vacío y no se ha querido condicionar el diseño de la red de vacío por un solo vertido. Esta conducción se proyecta en paralelo al colector de

vacío A2, en una longitud de 3.011 metros, con tubería de PEAD de 110 mm de diámetro con uniones soldadas a tope.

Además de los elementos mencionados, que componen el sistema de saneamiento de vacío de la zona C del puerto, según la zonificación del Puerto de Bilbao realizada en proyecto (ver *Anejo nº 4 – Estudio de Vertidos y Establecimiento de los Caudales de Diseño*), se ha incluido en proyecto el suministro y colocación de una conducción adicional. Se trata de la impulsión de las aguas residuales desde la futura estación de vacío EV3 prevista para la incorporación de la zona D del Puerto de Bilbao a la red de saneamiento del CABB, mediante tubería de fundición dúctil de 250 mm de diámetro.

Esto es debido a que el punto de vertido final es único, y se encuentra en la Zona A del Puerto de Bilbao, por lo que para conectar las zonas más alejadas debe atravesarse todo el puerto con las tuberías de impulsión. Para evitar duplicidad de trabajos y afecciones adicionales a servicios e instalaciones del puerto en otras fases de construcción del saneamiento, se ha incluido en el presente proyecto la ejecución de esta conducción en el tramo en que puede colocarse en paralelo a los colectores proyectados impulsión EV2 y C2, en una longitud de 1.283 metros, tal y como se observa en el esquema siguiente:



Figura 1. Planta general de las actuaciones proyectadas

1.2.2 Conducciones

El sistema de saneamiento por vacío proyectado incluye como ya se ha mencionado conducciones de distinta tipología:

- Las conducciones desde los puntos de vertido hasta las cámaras de vacío se realizarán en gravedad, pero su ejecución no se incluye como parte del presente proyecto. Existen dos excepciones:
 - Conexión vertidos CLH y Bar Las Rocas: se ha proyectado una parte de esta conexión en gravedad, con el objeto de dejar la cámara de vacío lo más cerca posible de las instalaciones generales del puerto (ver detalles en el apartado *0 Colector B2* del anejo)
 - Conexión vertido Ineos Sulphur Chemicals: tal y como se ha mencionado ya, se trata de un vertido industrial de caudal elevado y situado a una distancia elevada de la estación de vacío. Es por ello que se ha previsto su conexión mediante impulsión desde el punto de vertido hasta una cámara adyacente a la estación de vacío EV2. En el presente proyecto se ha incluido la ejecución de la tubería de impulsión, que discurre en paralelo al colector de vacío A2 (ver detalles en el apartado *0 Impulsión Ineos Sulphur Chemicals* del anejo). El bombeo no se incluye en el proyecto.
- La red de colectores de vacío, que en este caso está formada por tres (3) colectores principales: A2, B2 y C2, con algunas incorporaciones de menor entidad.
- Por último, desde la estación de vacío se proyecta una conducción de impulsión hasta el punto de vertido final. En el presente proyecto se incluye el tramo de la conducción de impulsión que queda dentro del ámbito del proyecto. Ya se ha comentado en la introducción que además se ha incluido en proyecto una segunda tubería de impulsión, que servirá para el bombeo del agua residual desde la futura estación de vacío EV3.

Las longitudes de los colectores son elevadas, y además se han identificado un número elevado de servicios existentes que pueden verse afectados durante la ejecución. Para reducir en la medida de lo posible el coste de los trabajos así como las afecciones mencionadas, se ha previsto en muchos casos la ubicación de varias conducciones en paralelo, de modo que pueden ejecutarse en una misma zanja.

Es por ello que en el apartado siguiente se explica brevemente el proceso constructivo previsto para las conducciones en general, y en los siguientes apartados se especifican las características más relevantes de cada una de las conducciones proyectadas.

1.2.2.1 Proceso constructivo: zanjas e hincas

Tal y como se refleja en los planos de proyecto, para la mayor parte del trazado se ha previsto la ejecución de los colectores en zanja, si bien existen un punto en el que ha sido necesario recurrir a tecnologías de ejecución sin zanja debido a la importancia de los servicios que se verían afectados.

Para los tramos en zanja se han previsto varias secciones tipo para la ejecución de todas las conducciones de proyecto. A continuación, se incluyen algunos ejemplos. En la Figura 1 se incluyen las zanjas tipo definidas en los tramos en los que se proyecta una única tubería, que varían ligeramente en función del material y diámetro de la conducción.

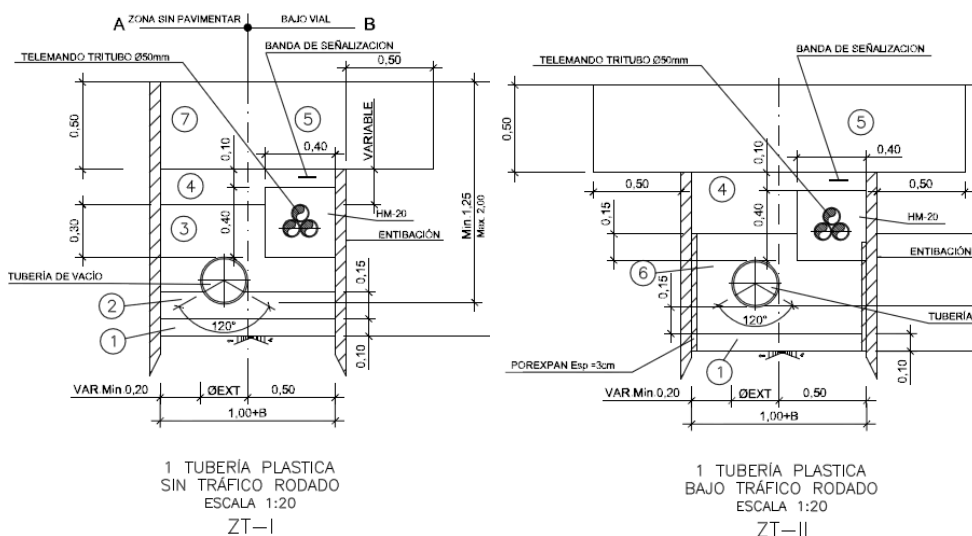


Figura 1. Zanjas tipo de proyecto para colocación de una sola tubería

En la Figura 2 pueden observarse las zanjas para más de una conducción en paralelo. Se incluyen los ejemplos de zanjas en zonas ajardinadas o asfaltadas pero sin tráfico rodado. En caso de existir tráfico rodado por encima de las conducciones, se ha previsto una protección con dado de hormigón para todos los materiales y diámetros.

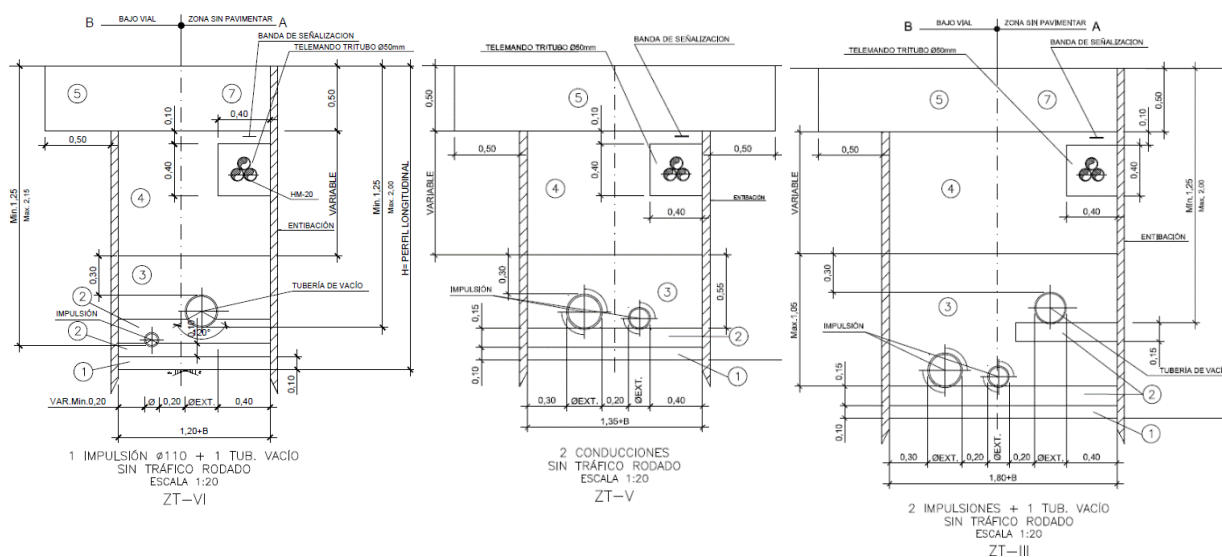


Figura 2. Ejemplos de algunas zanjas tipo de proyecto para más de una conducción

Las conducciones de impulsión discurren en paralelo a la misma profundidad, pero el trazado en alzado de las conducciones de vacío es en forma de diente de sierra. Es por ello que se ha previsto la ejecución de las zanjas mixtas en dos tiempos, dependiendo de la diferencia de profundidad entre las conducciones. En los tramos en que la profundidad es similar, se ejecutará la cama de apoyo conjunta, cuando la diferencia sea relevante, será necesario ejecutar las tuberías de impulsión y rellenar parcialmente la zanja antes de proceder al nivelado de la conducción de vacío.

El terreno que se prevé encontrar según la información geotécnica disponible está compuesto por rellenos de diversa tipología y tamaño. Por este hecho, además de las limitaciones de espacio disponible en la mayor parte del trazado y la existencia de multitud de servicios

existentes, se ha decidido proyectar todas las zanjas con entibación cuajada, tal y como se aprecia en las figuras anteriores.

Se observa también que se ha incluido un tritubo para ubicación de conducciones eléctricas, de telecomunicaciones y de control en toda la longitud de zanja, ya que es necesario llegar a cada una de las cámaras colectoras y arquetas proyectadas.

En cuanto al tramo a ejecutar en hinca, en el anejo 22 se detalla y justifica el proceso constructivo elegido, mediante hinca neumática.

1.2.2.2 Colectores de vacío

Tal y como se especifica en el pliego del proyecto, estos colectores se proyectan con tubería de Polietileno con uniones mediante manguito electrosoldado de diámetros entre 90 y 250 mm.

El perfil longitudinal se ha previsto en diente de sierra, siguiendo las recomendaciones de los tecnólogos consultados y tal y las prescripciones de la norma *UNE-EN 1091:1996 de Sistemas de alcantarillado por vacío en el exterior de edificios*. El contratista deberá validar la ingeniería de detalle con la norma *UNE-EN 16932-3:2019* vigente.

Para los accesorios y piezas especiales se han proyectado elementos con manguito de junta elástica, compatibles con redes de saneamiento por vacío. Dichos elementos se corresponden principalmente con los saltos o lifts, codos y las piezas especiales para conexión de los ramales de menor entidad (incorporaciones) y las acometidas directas desde algunas cámaras colectoras.

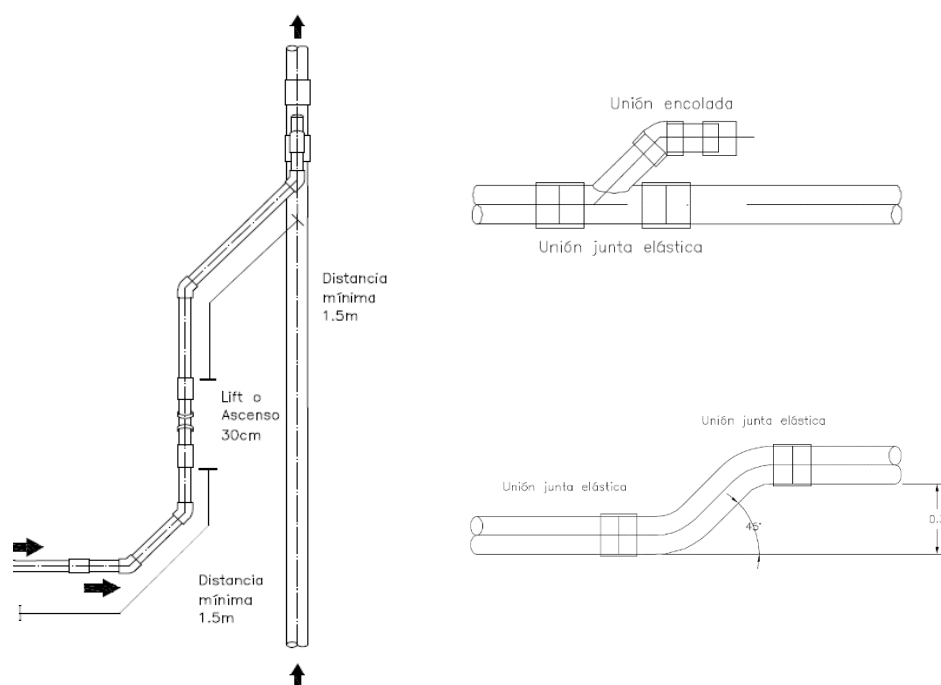


Figura 3. Ejemplos de piezas especiales para los colectores de vacío

Colector A2

Este colector es el más largo de los tres incluidos en proyecto, con casi 3.100 metros de longitud. Su diámetro oscila entre los 110 mm en la parte más alejada de la estación de vacío y va en aumento hasta los 200 mm en el tramo más cercano a la misma.

Recoge los vertidos previstos en los muelles AZ1, AZ2 y AZ3 mediante un total de 20 cámaras colectoras de distintos tipos (ver detalle en el apartado 0 del presente anejo), repartidas de la siguiente forma:

- 13 se incorporan directamente al colector
- Incorporación I01-A2: recoge dos cámaras colectoras del muelle AZ3 que se encuentran alejadas del colector principal.
- Incorporación I02-A2, que va desde el colector A2 hasta la cámara colectora correspondiente al vertido de Lointek en el muelle AZ2. Recoge un total de dos cámaras de vacío.
- Incorporación I03-A2: recoge el vertido de Graneles Sólidos del Norte en el muelle AZ2.
- Incorporación I04-A2: Correspondiente al vertido de Fertiberia en el muelle AZ1.

Además de las cámaras colectoras, este colector cuenta con siete (7) arquetas de seccionamiento en distintos puntos, con el objeto de facilitar la localización de averías y la explotación y mantenimiento de la red.

Colector B2

El colector B2 tiene una longitud menor, y la particularidad de que una de las incorporaciones se proyecta en gravedad. En este caso, los diámetros del ramal principal también son más reducidos, debido a que los caudales recogidos son menores, oscilan entre 110 y 125 mm

En este colector se recogen un total de ocho (8) cámaras colectoras:

- Existen dos (2) cámaras colectoras que se incorpora directamente al colector, debido a que están a una distancia muy reducida del mismo.
- Incorporación I01-B2: recoge los vertidos del ZAD1 a través de dos (2) cámaras colectoras)
- Incorporaciones I02-B2, I03-B2 y I04-B2: Cada una de estas incorporaciones recoge una única cámara colectora, las dos primeras correspondientes a distintos vertidos de Aparcabisa y la última, al vertido de Vulvanizados Retuerto.
- Incorporación I05-B2: Este ramal se proyecta en gravedad, pero también con tubería de polietileno. Recoge dos vertidos, correspondientes a CLH y el Bar Las Rocas y los transporta hasta una única cámara colectora que incorporará las aguas a la red de vacío. Estas incorporaciones se encuentran dentro del ámbito portuario, pero separadas de las instalaciones portuarias por varias carreteras. En este caso en particular se ha decidido proyectar parte de la conexión en gravedad, la topografía permite realizar la conexión en gravedad sin incurrir en grandes excavaciones y la arqueta colectora se acerca a las instalaciones portuarias, facilitando el mantenimiento.

Además de las cámaras colectoras mencionadas, este colector cuenta con cuatro (4) arquetas de seccionamiento en distintos puntos.

Colector C2

El colector C2 discurre en paralelo a las conducciones de impulsión EV2 y EV3, que se describen en el apartado siguiente. Recoge los vertidos del muelle A3 y el ZAD 2, mediante un total de 16 cámaras colectoras. Seis (6) de esas cámaras están conectadas directamente al colector principal, el resto se incorporan de la forma siguiente:

- Incorporación I01-C2: recoge una cámara colectora.
- Incorporación I02-C2: recoge los vertidos procedentes la terminal de ferris, mediante tres (3) cámaras colectoras de diversa tipología.
- Incorporación I03-C2: Esta incorporación tiene una longitud importante, porque recoge todos los vertidos del ZAD2, un total de seis (6) cámaras colectoras se reúnen en esta incorporación entre el ramal principal y los secundarios I03-C2-01, I03-C2-02 e I03-C2-03.

Se incluyen asimismo cinco (5) arquetas de seccionamiento en este colector.

1.2.2.3 Impulsiones

Impulsión Ineos Sulphur Chemicals

Tal y como se ha comentado, se ha incluido en proyecto la conducción de impulsión del vertido de esta concesión hasta la estación de vacío EV2, pero la estación de bombeo necesaria queda fuera del ámbito del proyecto, pues deberá ubicarse en terrenos pertenecientes a Ineos Sulphur Chemicals.

Se ha previsto su ejecución mediante tubería de polietileno de alta densidad de 110 mm de diámetro con soldadura a tope. Esta elección queda justificada mediante los cálculos hidráulicos incluidos en el anejo nº 10 de proyecto.

La impulsión discurre en paralelo al colector de vacío A2, y se ejecutará en la misma zanja. Se han previsto la instalación de ventosas en los puntos altos, en el interior de arquetas practicables, así como desagües en los puntos bajos. A continuación, se incluyen varias imágenes con las formas de las arquetas extraídas de los planos de proyecto.

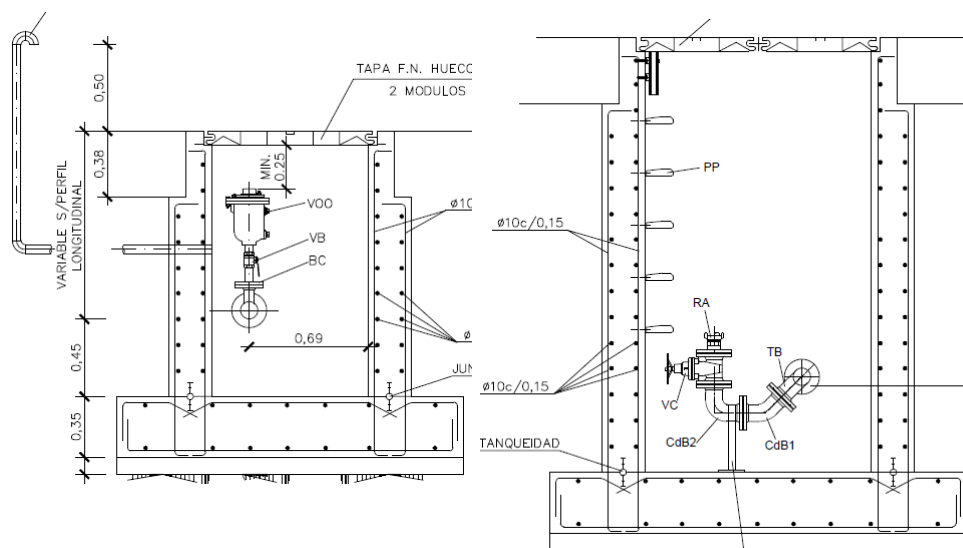


Figura 4. Arqueta de ventosa y arqueta de desagüe impulsión Ineos

Se incluyen un total de 10 arquetas de ventosa, dos de las cuales cuentan además con válvulas de seccionamiento, y 9 arquetas de desagüe.

Además de la conducción de impulsión, se ha previsto una arqueta de rotura de carga que se localiza junto a la estación de vacío EV2. Esta arqueta tiene una doble función: rotura de carga de la impulsión y cámara colectora para incorporación del agua residual al sistema de saneamiento por vacío. Cabe destacar que se proyecta la entrada sumergida de la conducción de impulsión, con el objeto de reducir los malos olores en la medida de lo posible.

Impulsión EV2 (+EV3)

Desde la estación de vacío EV2 es necesario bombear las aguas residuales recogidas hasta el punto de vertido final, situado a una distancia elevada, unos 3 kilómetros. Una buena parte de esta distancia se localiza fuera del ámbito del presente proyecto, que se limita a la zona C del puerto, según la zonificación realizada en el anejo 4, pero pertenece a la zona B del puerto, cuyo saneamiento se ha desarrollado en paralelo dentro de la fase I en un proyecto independiente.

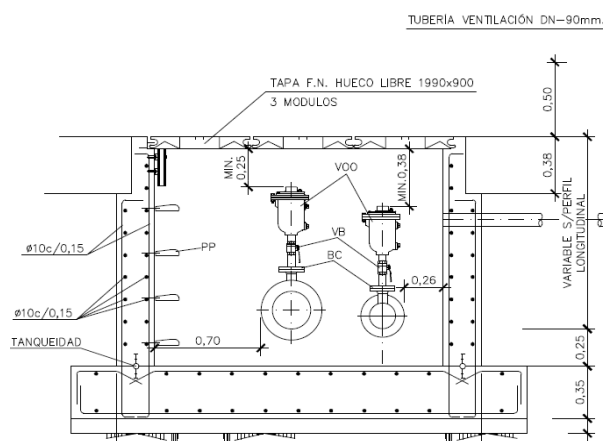
En el presente proyecto se incluye por tanto sólo el primer tramo de la impulsión, en concreto desde el PK 1.3680 hasta la estación de vacío EV2, un total de 1.285 metros de longitud.

Se ha previsto ejecutar esta conducción mediante tubería de fundición dúctil de 150 mm de diámetro. El trazado en alzado se ha realizado con una pendiente mínima del 0,45% tanto en tramos ascendentes como descendentes. En la medida de lo posible se ha limitado la profundidad máxima de las zanjas a los 2,5 metros, con el objeto de facilitar la ejecución con entibaciones sencillas y limitar la afección a servicios existentes.

Adicionalmente, como ya se ha referido en la descripción general, se ha previsto la ejecución de la conducción de impulsión para la fase III del saneamiento en el tramo que atraviesa el ámbito del proyecto. Se ha previsto ejecutar esta conducción en paralelo a la impulsión EV2, en la misma zanja, mediante tubería de fundición dúctil de 250 mm de diámetro nominal. El trazado en alzado coincide con el de la impulsión EV2.

Se ha previsto la colocación de ventosas en los puntos altos, y desagües en los puntos bajos. Para ello se incluyen en proyecto arquetas de ventosa y desagüe de distintas tipologías según las conducciones existentes en cada punto (ver ejemplos en la Figura 5).

ARQUETA VENTOSA IMPULSIÓN EV2 y EV3



ARQUETA DESAGÜE IMPULSIÓN EV2 y EV3

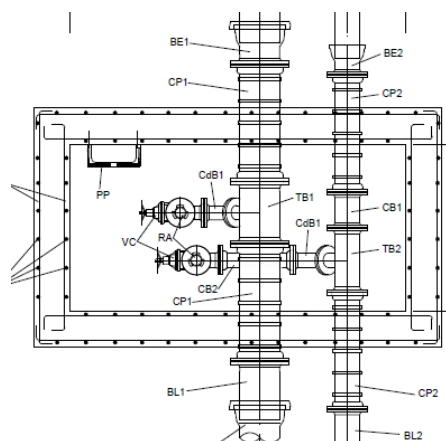


Figura 5. Arqueta de ventosa y arqueta desagüe para las impulsiones EV2 y EV3

Se incluyen en proyecto un total de 8 arquetas de ventosa doble y 7 arquetas de desagüe doble. Dos de las arquetas de ventosa se han dotado adicionalmente de válvulas de seccionamiento con el objeto de viabilizar el aislamiento de cualquiera de las dos conducciones por tramos.

1.2.2.4 Cámaras colectoras

Según la definición incluida en la norma *UNE-EN 1091:1996 Sistemas de alcantarillado por vacío en el exterior de los edificios*, las cámaras colectoras son los pozos que contienen el sumidero colector y la válvula de interconexión o de vacío. El contratista deberá validar la ingeniería de detalle con la norma *UNE-EN 16932-3:2019* vigente.

En el proyecto se han previsto varias cámaras tipo en función del caudal punta recogido en cada una, pero todas ellas cuentan con dos cámaras:

- Una cámara húmeda, o sumidero colector, que es el pozo en el que se almacena el agua residual hasta alcanzar el nivel de activación de la válvula.

- Una cámara seca, en la que se ubicarán la válvula o válvulas de vacío con sus respectivos controladores y demás elementos auxiliares necesarios para la conexión del agua residual desde la cámara húmeda a la red de colectores de vacío.

Las arquetas se proyectan en todos los casos de hormigón armado ejecutado in-situ, y con los elementos necesarios para garantizar la estanqueidad interior, en especial en la cámara seca. A continuación, se describen con más detalle los distintos tipos de cámaras colectoras proyectadas.

1.2.2.5 Cámara colectora TIPO I:

Esta cámara se proyecta para aquellas conexiones con un caudal punta asociado inferior a 0,6 l/s.

La cámara húmeda se ha previsto de planta cuadrada, de 1,2 m de lado y profundidad máxima de 2,6 metros. En el fondo se ha previsto un cajeo de 0,50 metros de altura para dirigir el agua residual hacia la tubería de conexión con la red de vacío. De este modo se facilita la aspiración y se reduce la acumulación de sólidos en el fondo de la arqueta.

Con las dimensiones mencionadas, se cuenta con un volumen de almacenamiento de 1,85 m³ hasta la altura a la que se ubican las válvulas. Esto, sumado a la capacidad de acumulación de los colectores de llegada supone que, en caso de emergencia, se cuenta con una capacidad de acumulación de 1 hora a caudal máximo en el peor de los casos (vertido con 0,6 l/s durante una hora).

La cámara seca, según puede apreciarse en las figuras siguientes, se proyecta adyacente a la anterior, también de 1,2 metros de anchura, pero con 1,40 metros de ancho y 1,35 metros de profundidad, para permitir la ubicación de las válvulas y demás elementos necesarios.

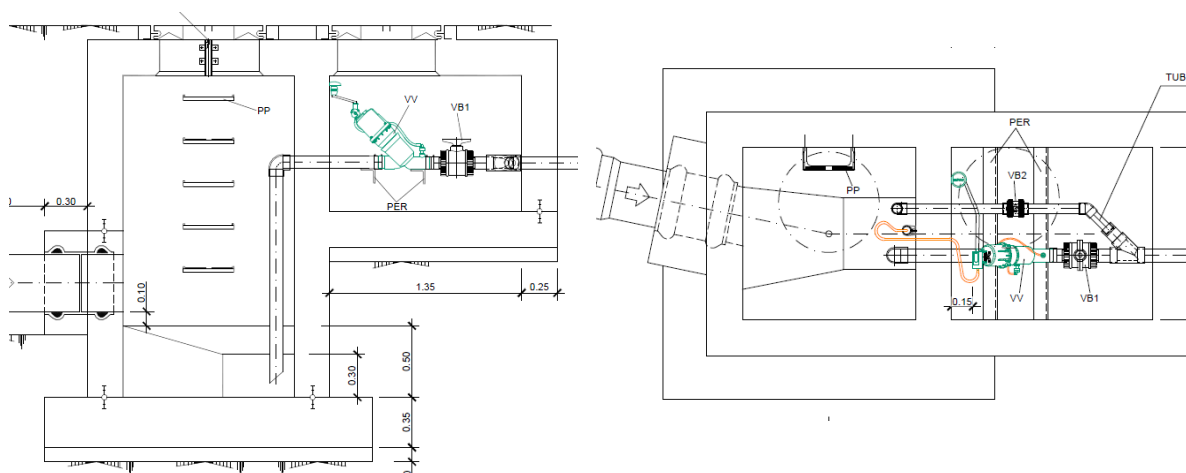


Figura 6. Cámara colectora tipo I

En cuanto a los equipos, en la cámara húmeda, además de la tubería de aspiración, la cámara va equipada con el actuador de la válvula de vacío (uno por válvula) y una boya de nivel de emergencia. El actuador puede ser de dos tipos:

- En forma de tubo sensor: tubería colocada en la cámara húmeda junto a la de aspiración, pero de menor diámetro, que envía la señal de apertura a la válvula cuando se registra un valor de presión interior definida.
- En forma de boya: cuando el nivel del agua llega al valor predeterminado la boya se activa de forma mecánica y envía la señal de apertura a la válvula correspondiente.

La boya de emergencia emitirá señal de alerta al cuadro de control en caso de que el agua sobrepase el nivel máximo recomendado.

Por su parte, en la cámara seca el equipamiento necesario varía ligeramente en función del suministrador, pero en todos los casos se cuenta, al menos, con: válvula de vacío, de membrana, émbolo o pistón, con su correspondiente controlador, válvula de seccionamiento aguas arriba de la válvula de vacío y conducción de baipás con válvula de seccionamiento. Las tuberías, accesorios y piezas especiales se han previsto de PVC con juntas de manguito elástico o roscadas. Las válvulas y demás elementos irán montadas sobre perfilera metálica anclada a las paredes del pozo.

Existen diferencias en la capacidad de las válvulas de los distintos suministradores consultados, por lo que el tamaño y número de válvulas necesarias en cada cámara colectora es diferente en algunos puntos de vertido. Para que todas las soluciones sean viables, se ha dejado espacio suficiente en el interior de la cámara seca para ubicación de hasta dos válvulas de vacío con sus controladores, conducciones y elementos, así como una conducción adicional de baipás.

Ambas cámaras contarán con tapa de fundición de 0,70 metros de diámetro, y en la cámara húmeda se han previsto asimismo pates de polipropileno para viabilizar su inspección y mantenimiento.

Se han previsto un total de 41 cámaras colectoras tipo I en el proyecto, 19 en el colector A1, 8 unidades en el colector B1 y 14 en el colector C1.

1.2.2.6 Cámara colectora TIPO II:

Se ha previsto una cámara con una mayor capacidad de almacenamiento para los vertidos con un caudal punta asociado entre los 0,6 l/s y los 2 l/s.

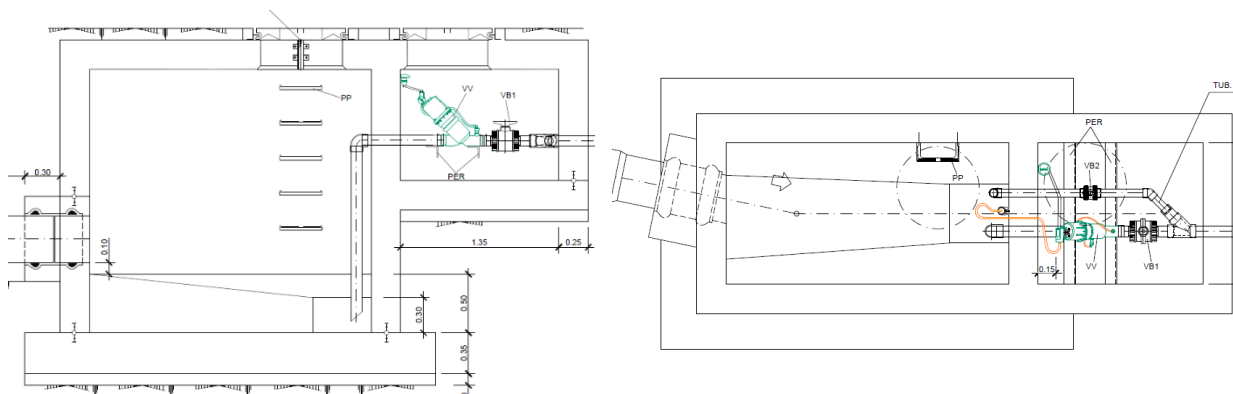


Figura 7. Cámara colectora Tipo II

Según se aprecia en la imagen anterior, la cámara seca es igual que para la cámara colectora tipo I, pero la cámara húmeda es más grande. En este caso es de planta rectangular, ya que conserva los 1,2 metros de anchura pero su longitud se amplía hasta los 2,4 metros. En el fondo se ha previsto el mismo cajeo de 0,50 metros de altura que en la cámara tipo I.

Con estas dimensiones ampliadas, el volumen de almacenamiento disponible aumenta hasta los 3,8 m³ en la cámara, hasta la altura a la que se ubican las válvulas. Y añadiéndole la capacidad de acumulación de los colectores de llegada sube hasta los 4,25 m³.

El valor máximo de caudal que llega a una cámara de esta tipología es de 1,26 l/s de caudal punta (vertidos A3 2 y A3 3, correspondientes a las arquetas ARI02-C2-03 y ARI02-C2-01 respectivamente). Con la cámara prevista tipo II se contaría con volumen de retención para

un mínimo de 56 minutos a caudal punta y 64 minutos a caudal medio. Estos valores se consideran adecuados para los caudales estimados.

VERTIDO	ARQUETA	CAUDAL MEDIO QM (m ³ /s)	CAUDAL PUNTA QP (m ³ /s)	Tiempo de retención a Qm (min)	Tiempo de retención a Ap. (min)
A3 2	ARI02-C2-03	1,10	1,26	64	56
A3 3	ARI02-C2-01				

Tabla 1. Vertidos con cámara colectora tipo II. Tiempos de retención

En cuanto a los equipos, en la cámara húmeda son los mismos que para las arquetas colectoras Tipo I: tubería de aspiración y actuador asociados a cada válvula de vacío y una boya de nivel de emergencia.

En la cámara seca, el equipamiento también es similar, aunque el tamaño y número de válvulas se ajusta a los caudales más elevados. Al igual que en la cámara tipo I, las tuberías, accesorios y piezas especiales se han previsto de PVC con juntas de manguito elástico o roscadas, y las válvulas y demás elementos irán montadas sobre perfilera metálica anclada a las paredes del pozo.

Ambas cámaras contarán con tapa de fundición de 0,70 metros de diámetro, y en la cámara húmeda se han previsto asimismo pates de polipropileno para viabilizar su inspección y mantenimiento.

Tal y como se indica en la tabla anterior (Tabla 1) se han previsto un total de 2 cámaras colectoras tipo II en el proyecto, ubicadas en el colector C2 (incorporación I02-C2).

1.2.2.7 Cámaras colectoras especiales:

Dentro del presente proyecto existe un vertido que supera el caudal punta de 2 l/s, se trata del vertido procedente de Ineos Sulphur Chemical, AZ1 3 (ARA1-02), con un caudal punta asociado de 3,66 l/s. Tal y como se ha comentado ya, se ha previsto bombear este caudal hasta la estación de vacío, de este modo se puede introducirlo al sistema desde la arqueta de rotura de carga de la impulsión.

Dado el elevado valor de caudal, es necesario proyectar una cámara de mayores dimensiones que la Tipo II. Se ha previsto una cámara húmeda con capacidad mínima de retención de unos 8 m³, que se corresponde a algo más de 35 minutos de retención a caudal máximo. Este volumen se considera suficiente en este caso en concreto, teniendo en cuenta dos factores:

- Se trata de un caudal regulado mediante bombeo por lo que, en caso de llegarse al nivel máximo de agua en la arqueta, basta dar orden de no arranque a las bombas para evitar un posible rebose.
- La cámara está situada junto a la estación de vacío, por lo que la presión de vacío es alta en la conexión y su mantenimiento es más fácil.

Los equipos necesarios son similares a los ya mencionados para las cámaras de menor tamaño, pero con un número mayor de válvulas. El número de unidades necesarias varía en función del suministrador elegido.

1.2.3 Estación de vacío

La estación de vacío EV2 se proyecta con el objeto de gestionar los caudales de aguas residuales recogidos mediante la red de colectores por vacío.

Se ha proyectado todas las instalaciones en un único edificio rectangular de dimensiones interiores 12,6 x 9,1 metros, que se distribuye en dos alturas, tal y como se observa en los croquis siguientes, extraídos de los planos del proyecto.

Se ha dejado una altura libre de 3,5 m en la parte sobre el terreno y de 7 m en la parte más profunda.

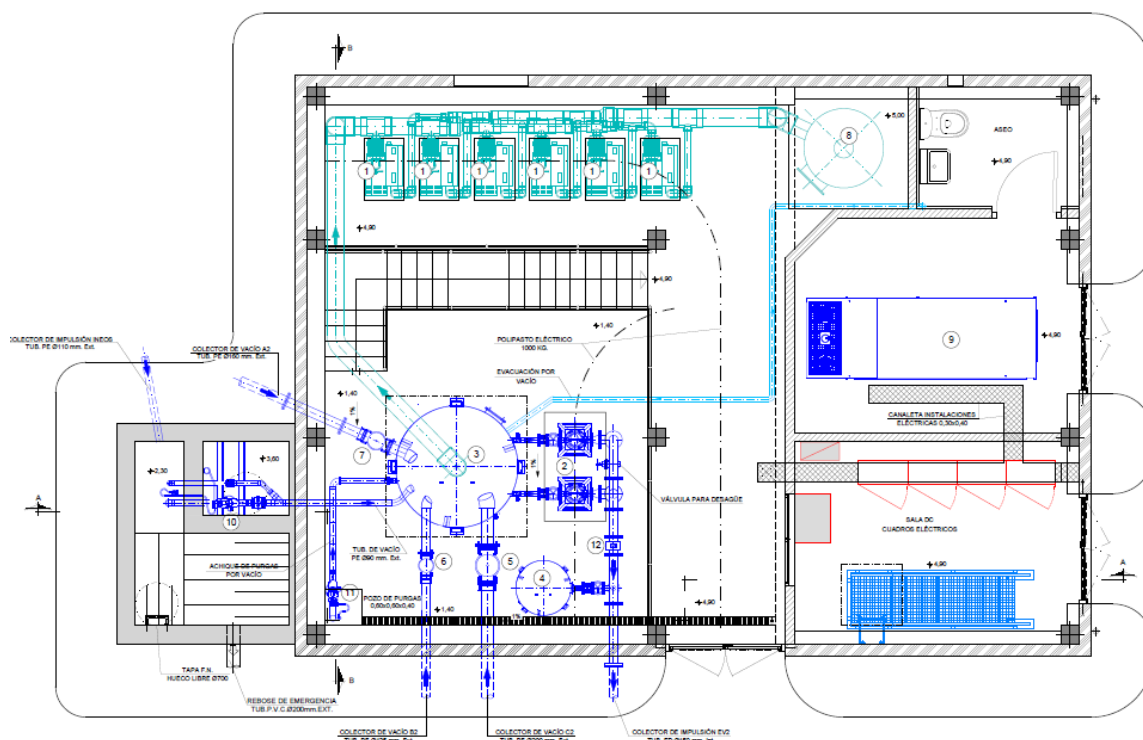


Figura 8. Planta de la estación de vacío EV2 proyectada

En la parte más profunda se situará el tanque de vacío, en el que se acumulan las aguas residuales procedentes de los colectores A2, B2 y C2, así como las bombas de impulsión que enviarán el agua hasta el punto de vertido final en el interceptor del puerto.

En la parte del edificio situada a cota de terreno se sitúa el acceso principal, las máquinas de vacío, así como el equipo de desodorización del aire extraído por las mismas.

Además se han previsto varias salas independientes: una para ubicación de un grupo electrógeno, una segunda sala eléctrica para ubicación de los cuadros y demás equipamiento eléctrico y de control y un baño con tecnología de vacío.

En cuanto a los equipos mecánicos, además de las máquinas de vacío, las bombas de impulsión y el equipo de tratamiento de olores, se ha previsto la colocación de válvulas de seccionamiento en todas las conducciones, y la instrumentación necesaria para un adecuado control del sistema (sondas, caudalímetro,...)

La estación se ha dotado asimismo de dos polipastos eléctricos con capacidad hasta 1.000 kg cada uno, que dan servicio a los distintos equipos mecánicos existentes en el interior de

la estación de vacío. También cuenta con un sistema de ventilación mediante impulsión de aire fresco al interior del edificio y rejillas de salida de aire en distintos puntos.

Desde el punto de vista estructural, se ha previsto la parte enterrada mediante estructura de hormigón armado cimentada mediante losa de 0,50 m de canto. Para garantizar una cimentación compatible con la del resto del edificio, la parte del edificio que queda a cota de terreno se ha cimentado a la misma cota mediante zapatas unidas con vigas riostras a la losa mencionada. Se completa con una losa a cota de terreno apoyada sobre un relleno de material granular autocompactable. Para su ejecución se ha previsto la excavación al abrigo de una pantalla de carriles hincados y anclados a un metro de profundidad.

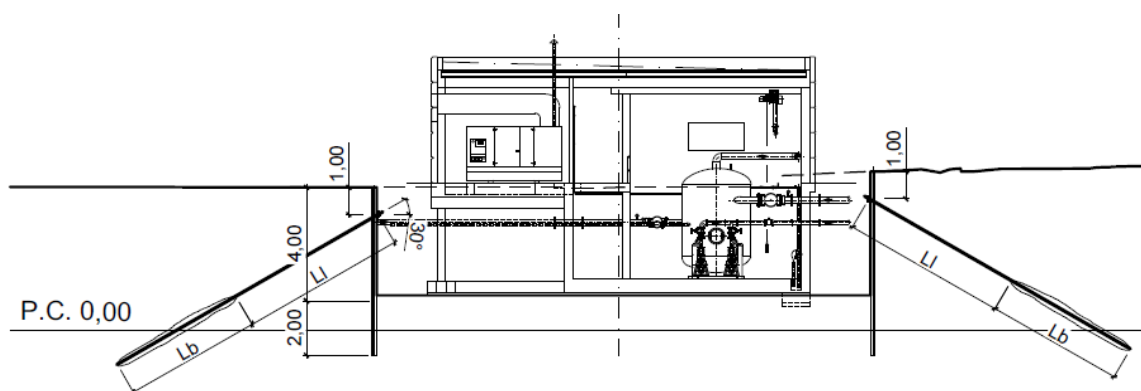


Figura 9. Sección recinto de excavación EV1

La estructura del edificio por encima del terreno es a base de pilares y vigas. La cubierta se ha resuelto mediante losa maciza y las fachadas se han proyectado con paneles prefabricados de hormigón que cuelgan de los pilares. Se han previsto una ventana en la sala eléctrica, de modo que se tenga visión del interior de la estación de vacío desde la misma.

La urbanización en el entorno de la estación de vacío se ha resuelto con una acera perimetral de un metro de anchura, y el asfaltado del resto de superficie afectada durante las obras.

1.3 Relaciones con terceros

Dado que la obra se localiza en un entorno industrial y dinámico, el Contratista extremará las precauciones de cara a minimizar cualquier afección a terceros, ya sean instalaciones gestionadas por la Autoridad Portuaria de Bilbao, propiedad de cualquiera de los concesionarios del puerto o de Compañías Suministradoras, especialmente en el caso de que no hayan sido consideradas en el Proyecto. El Contratista es responsable único global de las posibles afecciones, no restringidas a la obra en sí, sino también de las consecuencias derivadas de la misma, que puedan producirse por actuaciones o procedimientos constructivos diferentes a los considerados en el Proyecto.

Con independencia de las gestiones que el Consorcio, la Autoridad Portuaria de Bilbao o la Dirección de Obra estimen oportuno realizar, el Contratista se responsabilizará de la obtención de cuantos permisos y licencias sean necesarios para una correcta ejecución de las obras en el plazo previsto. A este respecto, asumirá cuantas condiciones y prescripciones le sean impuestas por cada afectado en uso de sus derechos.

1.4 Repercusiones sobre la red viaria

Conjuntamente con el Plan de Obra, el Contratista presentará el Plan de Acceso a los Tajos desde la red viaria general a través de los diferentes accesos al Puerto de Bilbao, así como los accesos desde la red viaria interior del puerto, para su aprobación por la Dirección de Obra y la Autoridad Portuaria de Bilbao.

Se entiende que cualquier desperfecto sufrido por la red como consecuencia del paso o circulación de maquinaria fuera de los recintos de obra previstos, será reparado por el Contratista, sin derecho a ningún tipo de abono. En particular la limpieza y mantenimiento de los viales en el entorno de los recintos de obras, se entiende incluida en los costos generales sin dar derecho a abono separado.

1.5 Servicios afectados

Los servicios a desviar o aquellos que puedan afectar a la realización de las obras, se incluyen en el Proyecto a título orientativo, correspondiendo al Contratista la detección y conservación durante las obras de los mismos, y siendo en todo caso responsable de los desperfectos y consecuencias que sobre los mismos pudieran causarse.

No será de abono ninguna paralización ni merma de rendimiento en la ejecución de los trabajos que pudiera producirse por la no detección, correcto mantenimiento o necesidad de reposición de cualquier tipo de Servicio, incluyéndose bajo este concepto el de la propia red viaria y ferroviaria.

De cara a minimizar las afecciones a los servicios existentes, y a la propia obra, será responsabilidad del contratista la obtención de la información actualizada y su análisis previo a la localización de los servicios en obra.

En el caso de que alguna compañía propietaria de los servicios exija la realización de los trabajos por sí mismos o a través de terceros para la retirada y reposición de sus líneas o conducciones, el abono de estos trabajos realizados por terceros se realizará por incorporación a las Certificaciones de obra realizada, del importe de ejecución de dichos trabajos, incrementado en un 32%, comprendiendo este coeficiente todos los conceptos incluido el I.V.A., sin aplicación en este caso de revisión de precios, ni del coeficiente de adjudicación.

Bajo ningún supuesto podrá el Contratista efectuar reclamación alguna basada en inconvenientes, retrasos o cambios motivados por la necesidad de adecuar su ritmo de obra al de retirada y reposición de estos servicios.

1.6 Suelos contaminados

Para dar cumplimiento a los requisitos normativos en materia de suelos contaminados y residuos, son necesarios algunos trabajos previos al inicio de las obras que no serían necesarios de no afectar a suelos potencialmente contaminados.

Estos trabajos serán realizados por una empresa acreditada para tal fin, y de ellos pueden derivarse algunas prescripciones a cumplir durante las obras. El contratista será el responsable del cumplimiento de las medidas que se establezcan al respecto según la resolución de respuesta al plan de excavación emitida por la Dirección Ambiental del Gobierno Vasco adjunto a este proyecto.

1.6.1 Supervisión de la excavación e informe final

Un técnico especializado en suelos contaminantes de una entidad de inspección acreditada supervisará los trabajos de excavación de modo que se cumpla lo establecido en el plan de excavación.

A la finalización de los trabajos que implican tareas de excavación y gestión de tierras, la entidad acreditada redactará un informe final en el que se recogerán las campañas de muestreo realizadas, los resultados analíticos obtenidos, la gestión de los residuos y reutilización de materiales, la documentación generada, contemplando si fuera necesario la posibilidad de implantar medidas correctivas y/o controles adicionales, el cumplimiento del plan de vigilancia ambiental, etc.

No obstante, a lo anterior, será el contratista el responsable del cumplimiento de las prescripciones establecidas en el plan de excavación y en el informe final

1.6.2 Medición y abono

En el presupuesto se han previsto las partidas necesarias para el abono de la gestión de tierras de excavación en función de su destino.

1.7 Gestión de Residuos

El contratista deberá redactar un Plan de Gestión de Residuos que desarrolle el Estudio de Gestión de Residuos incluido en este proyecto, de acuerdo con el *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*, antes del inicio de las obras para su aprobación por la Dirección Ambiental de Obra.

Con objeto de minimizar los costes ambientales del transporte de tierras, se primará la reutilización de las tierras en la propia obra o en el ámbito portuario, según lo establecido en el capítulo **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del presente pliego.

1.8 Vertederos

Es responsabilidad del Contratista, la localización de los vertederos necesarios para el depósito de los sobrantes de excavación. No será objeto de reclamación la posible inexistencia de vertederos en el entorno de la obra.

1.9 Limpieza final de la obra

Una vez finalizada la obra, y de manera previa a la emisión del acta de entrega de la obra, ha de realizarse una comprobación visual de la zona en donde se han llevado a cabo los trabajos, así como en los alrededores de la misma y verificar que no han quedado residuos en el ámbito próximo a la obra, que podrían causar un impacto negativo sobre el paisaje.

Sin perjuicio para las obligaciones del contratista en lo referente al mantenimiento de las adecuadas condiciones de limpieza de la obra durante la ejecución, en el caso de que quedase alguna instalación, ésta deberá ser demolida, y trasladados los residuos generados durante esta operación, a gestor autorizado.

De darse el caso de presencia de residuos no recogidos durante la ejecución de la obra, se procederá a la limpieza general y recogida selectiva de los residuos por parte de la empresa constructora. Estos residuos deberán ser transportados y gestionados de manera inmediata.

La Dirección Ambiental de Obra deberá validar el cumplimiento de esta medida antes de emitirse el acta de recepción de la obra.

1.10 Carteles y anuncios

1.10.1 Inscripciones en las Obras

Podrán ponerse en las obras las inscripciones que acrediten su ejecución por el Contratista. A tales efectos, éste cumplirá las instrucciones que tenga establecidas el Consorcio y, en su defecto, las que dé el Director de Obra.

El Contratista no podrá poner, ni en la obra ni en los terrenos ocupados o expropiados por el Consorcio para la ejecución de las mismas, inscripción alguna que tenga carácter de publicidad comercial.

Por otra parte, el Contratista estará obligado a colocar carteles informativos de la obra a realizar, en los lugares indicados por la Dirección de Obra, de acuerdo con las siguientes características:

TIPO I

- Nº de carteles: 2 unidades
- Dimensiones: 3.200 x 2.450 mm.
- Material: Perfiles extrusionados de aluminio modulable esmaltados, y rotulados en Euskera y Castellano.
- Soportes: IPN-140 de 13,50 m de longitud, placas base y anclajes galvanizados.

TIPO II

- Nº de carteles: 10 unidades
- Dimensiones: 2.000 x 1.500 mm.
- Material: Chapa de acero laminado en frío de 1,8 mm. de espesor, esmaltados y rotulados en Euskera y Castellano.
- Soportes: Tubo rectangular galvanizado de 100 x 50 x 3 de 3.00 m de longitud. Tornillería de acero inoxidable.

El texto y diseño de los carteles será el que se defina en el Proyecto o en su defecto de acuerdo a las instrucciones del Director de Obra.

El coste de los carteles y accesorios, así como las instalaciones de los mismos, será por cuenta del Contratista.

1.11 Etapas de desarrollo de la actuación

En la obra de saneamiento por vacío del Puerto de Bilbao, se incluyen las siguientes fases o etapas en las cuales se considera puede subdividirse el contrato de obras:

- ETAPA DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE
- ETAPA DE PUESTA EN MARCHA
- ETAPA DE PRUEBAS DE RENDIMIENTO
- PERIODO DE EXPLOTACIÓN
- RECEPCIÓN DE LAS OBRAS Y TRANSMISIÓN AL CABB

Las etapas de puesta en marcha y pruebas de rendimiento integran la denominada "Puesta en Servicio". Se detalla a continuación, para cada una de las etapas: el hito de inicio, los trabajos a llevar a cabo y la documentación asociada y el hito de finalización.

1.11.1 Etapa de construcción y montaje

1.11.1.1 Descripción de tareas previas a la finalización de la construcción y montaje

Esta etapa comienza con la firma del Acta de Comprobación del Replanteo y comprende la construcción de las obras civiles, la fabricación o adquisición de los equipos industriales necesarios y el montaje completo de los mismos en obra. También se incluyen todos los trabajos de urbanización, albañilería y mobiliario prescritos en el proyecto.

Durante esta etapa se realizarán, en taller y en obra, las pruebas que sean necesarias, tal como se especifica en este Pliego en los términos siguientes:

- Que los trabajos realizados de obra civil se consideran correctos y han sido ejecutados de acuerdo al proyecto y a las instrucciones dadas por la dirección de obra.
- Que están finalizadas las instalaciones eléctricas y electrónicas, de fuerza y control, de todos los equipos, procesos e instalaciones de que consta la obra y que ahora deben ponerse en marcha.
- Que se han realizado las pruebas preoperacionales en vacío de todo el equipamiento.
- Que el centro de control de motores y los autómatas programables han sido correctamente montados.
- Que la programación de los controladores está finalizada y se dispone del Cuaderno de Tareas aprobado por la propiedad junto con el mapeado final de señales.
- Que la instalación dispone de suministro eléctrico y está energizada.
- Que todas las instalaciones, que así lo requieren por Ley, han sido legalizadas.
- Que todos los equipos, las obras y la instalación en su conjunto cumplen con la normativa y recomendaciones en materia de prevención y riesgos laborales.
- Que se ha cursado petición de testigo a la propiedad para poder acceder y modificar la programación de los PLC's existentes en la siguiente fase de puesta en marcha.
- Que se dispone del Programa de Puesta en Servicio redactado por el Contratista y aprobado por el Director de Obra. Y, como parte del Programa de Puesta en Servicio, se dispone del Manual de Pruebas de Rendimiento aprobado por las partes implicadas.
- Que sigue vigente el Plan de Seguridad y Salud para las obras y concretamente están contempladas las medidas de prevención para esta fase de Puesta en Servicio que ahora se inicia.

Esta etapa termina por la firma del Acta de finalización del periodo de construcción y montaje de instalaciones.

Para finalizar esta etapa, se requerirá disponer de la documentación necesaria actualizada de la obra ejecutada y sus distintos elementos, tales como:

- Certificados de calidad y garantía y registros de los controles de calidad realizados (PPIS) tanto de OC como de equipos e instalaciones.
- Borrador completo del proyecto As-Built, incluyendo originales de los planos del Proyecto de Construcción, con todas las modificaciones reflejadas en ellos.
- Manual de Puesta en Marcha.
- Documentación detallada asociada a las instalaciones eléctricas y de control: esquemas eléctricos, cuaderno de tareas, memoria de funcionamiento revisados por parte del CABB.

- Concesiones administrativas para la ocupación del Dominio Público Portuario.

Como última tarea del periodo de construcción y montaje, y con anterioridad a la Puesta en servicio, existirá un periodo de tiempo necesario para la entrega de toda la documentación de los equipos, así como para su legalización, antes de que pueda procederse a la puesta en marcha de las instalaciones, según se ha indicado en el plan de trabajos el proyecto.

La terminación del montaje se define como la etapa en la que una unidad o sistema operativo está dispuesto para ser puesto en marcha o en funcionamiento y para ser entregado y verificado por la Dirección de Obra, es decir, cuando todos los elementos de que está constituido (obra civil, estructura, equipo estático, maquinaria, tuberías y válvulas, equipo eléctrico, instrumentación, programación, etc.) hayan sido instalados de acuerdo con los planos y especificaciones correspondientes, incluso los cuadernos de tareas funcionales que permiten llevar a cabo la programación.

Durante esta etapa y previo a la firma del acta de finalización de construcción y montaje se deberá desarrollar la documentación necesaria para:

- Tramitar la legalización de las instalaciones ejecutadas.
- La puesta en servicio del suministro de energía: comprenderá la tramitación necesaria para disponer de suministro y la energización.
- Solicitar el testigo para la futura integración en el sistema de control del CABB.

Las principales instalaciones que serán objeto de legalización y puesta en servicio en esta etapa son:

- Instalaciones eléctricas.
- Instalaciones de protección contra incendios.
- Legalización de la Estación de vacío y Bombeo, conforme corresponda.

Legalización, puesta en servicio de instalaciones eléctricas y energización.

Las instalaciones eléctricas de nueva ejecución requerirán de la elaboración de una documentación técnica y de su tramitación ante el Órgano competente de la Administración para ser legalmente puestas en servicio, de acuerdo REBT y de sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT-04).

Para energizar una instalación se presentará el certificado de la instalación sellado por el órgano competente a la empresa suministradora para que proceda a la energización de la instalación.

Una vez realizado el enganche a la red y cerrado el expediente por parte de la empresa suministradora, se podrá tramitar el contrato con la empresa distribuidora, y se dispondrá de energía definitiva en la instalación para realizar las pruebas previstas en la puesta en servicio.

Instalación de protección contra incendios.

Se dispondrán instalaciones contra incendios en aquellas instalaciones que lo requieran, de acuerdo al Código Técnico de la Edificación o al Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Legalización de la Estación de vacío.

Para legalizar la Estación de vacío se debe contratar a una Empresa Instaladora o a una O.C.A., que deberá presentar ante la Delegación Territorial de Industria el proyecto o la memoria descriptiva, el dossier de certificados de los equipos y el certificado de la instalación.

1.11.1.2 Pruebas preoperacionales en vacío

Para la finalización de esta etapa sin agua en el sistema, se efectuarán las pruebas preoperacionales para la totalidad de los equipos electromecánicos y de control instalados comprobando lo siguiente:

- Lubricación.
- Energizado.
- Dispositivos de parada en local y en cuadro.
- Ruidos y vibraciones extrañas.
- Dirección correcta de apertura-cierre (válvulas,) y giro (motores, bombas, ventiladores,). Compuertas.
- Alineamientos y holguras.
- Limpieza de las instalaciones y de los depósitos.
- Limpieza de las tuberías.
- Calibración de la instrumentación y control instalado.

1.11.1.3 Listado detallado de documentación requerida

Antes de solicitar la emisión del Acta de Finalización del Montaje por parte de la Dirección de Obra, el Contratista entregará la siguiente documentación:

- Informe de Finalización de Montaje, donde se resumirán las principales incidencias y su resolución, así como las pruebas realizadas para la verificación del correcto montaje de las instalaciones.
- Certificados de calidad, actas de las pruebas de control de calidad y PPIs realizados, que deberán ser positivos. En materiales de obra civil y equipos con pruebas tanto en fábrica o laboratorio como en obra.
- Certificados de Garantía de materiales de obra civil y equipos colocados.
- Borrador del proyecto As-Built, incluyendo originales de los planos del Proyecto de Construcción, con todas las modificaciones reflejadas en ellos. Deben incluir:
 - Isométricos normalizados de tuberías y válvulas.
 - Los planos de conjunto indicando anclajes y cargas.
 - Los planos seccionales con listas de materiales
 - Los planos seccionales de cierres mecánicos o empaquetaduras con listas de materiales.
 - Los planos de detalle de mecanismos
 - Los planos de detalle de fijación
 - Los planos de elementos auxiliares, como pueden ser tuberías de sellado, refrigeración, etc.
- Documentación técnica de equipos mecánicos que contenga.
 - Listado riguroso de equipos mecánicos incorporados al proyecto.
 - Contactos de suministradores y teléfonos.
 - Especificaciones técnicas con hojas de datos y curvas características de bombas, ventosas y ventilación.

- Listado de repuestos para cada unidad para 5 años de funcionamiento.
- Manuales de montaje, instrucciones, esquemas eléctricos y planos de detalle de los mismos.
- Planificación y Manual de Puesta en Marcha.
- Manuales de Operación y Mantenimiento de las instalaciones. Deberán incluir el protocolo de pruebas de equipamiento y plan de lubricación y engrase.
- Documentos firmados y registrados para la legalización de las instalaciones, en especial:
 - Instalaciones eléctricas de Baja Tensión.
 - Grupos electrógenos.
- Esquemas unifilares y multifilares eléctricos. Diagramas funcionales y cuaderno de tareas según modelo CABB. Antes del cierre de esta fase se habrán ya revisado y aprobado por parte del CABB.
- P & ID detallados, donde se muestren los lazos de control implementados. Documento de mapeado de señales entregado en fase borrador.
- Arquitectura de control y SCADA. En esta fase se entregarán borradores de las pantallas propuestas para su aprobación por el CABB.
- Concesiones administrativas para la ocupación del Dominio Público Portuario.

1.11.1.4 Acta de finalización del montaje y construcción

Finalizada la fase de Construcción y Montaje de las instalaciones, el Contratista solicitará que se emita el Acta correspondiente, requisito previo imprescindible para la Puesta a Punto y Puesta en Marcha de las instalaciones. Esta **Acta de finalización de construcción y montaje** se firmará por la dirección de obra y el contratista responsable de la ejecución de las obras.

1.11.2 Etapa de puesta en marcha

1.11.2.1 Descripción de la puesta en marcha

La etapa de Puesta en Marcha se define como la etapa en el que el Contratista realiza el afino y verificación final de resultados, con respecto a automatismo, consumos eléctricos, presiones, caudales y otros conceptos que la instrumentación aporte. Comprende las operaciones necesarias para alcanzar al final el funcionamiento estable de la instalación, entendido como aquél en el cual todos los elementos funcionan en la forma prevista en la Memoria de funcionamiento de la instalación. Se fija un periodo de UN MES estimado que podrá ser mayor en caso de incumplimiento de las condiciones aquí descritas sin tener derecho el contratista a mayor compensación por ello que la reflejada en el presupuesto del proyecto.

Esta nueva etapa comienza una vez firmada el "Acta de Finalización del periodo de Construcción y Montaje" y se inicia con la firma del "Acta de Inicio de los trabajos de Puesta en Marcha". Esta acta podrá ser firmada siempre y cuando se disponga de energía eléctrica para poder realizar las pruebas pertinentes. Durante esta etapa se realizarán las pruebas necesarias para la verificación del cumplimiento de las especificaciones aplicables a cada sistema, grupo de sistemas o a la instalación completa.

La etapa de Puesta en Marcha finalizará, siempre y cuando se haya verificado el cumplimiento de la Memoria de Funcionamiento de la instalación, con la firma del "Acta de Finalización de los Trabajos de Puesta en Marcha"

Para ello se llevarán a cabo en esta etapa los trabajos que sean necesarios destinados a la verificación del cumplimiento de las especificaciones aplicables a cada sistema, grupo de sistemas o a la instalación completa.

La etapa de puesta a punto comprende los trabajos de ajuste y comprobación de la obra civil, del funcionamiento del sistema hidráulico, las instalaciones mecánicas, la instalación eléctrica y los sistemas de dosificación química y control.

Durante esta etapa se realizarán las pruebas que sean necesarias con agua de forma que:

- Se ha comprobado el funcionamiento de los equipos de bombeo con sus curvas características.
- Se ha comprobado la capacidad hidráulica de los equipos y de la instalación en los diferentes rangos, mínimos, medios y máximos. En cada situación se han verificado los valores de la línea piezométrica.
- Se han ajustado todos los niveles y en general se ha calibrado toda la instrumentación.
- Se ha verificado la lógica de funcionamiento y los procedimientos de operación estándar y se ha finalizado la integración total en sistema de control de la EDAR de Galindo.
- Se ha procedido a la operación de todos los equipos mecánicos a carga hidráulica nominal y con las cargas contaminantes de entrada para la situación actual.
- Se han alcanzado los parámetros de calidad y valores de funcionamiento establecidos como contractuales y en este pliego de condiciones.
- Que se dispone de la documentación de las obras ejecutadas en su versión final y dentro de ella los planos "as built", el Manual de operación, explotación y las legalizaciones efectuadas en fase anterior.
- Que de igual modo se dispone del Plan de Formación y Adiestramiento para el personal que por parte del Consorcio se responsabilizará de la operación y mantenimiento de las obras y de sus instalaciones.
- Que sigue vigente el Plan de Seguridad y Salud para las obras y concretamente están contempladas las medidas de prevención para la fase de Puesta en Servicio y para las Pruebas de Rendimiento que ahora se inician.

El tiempo que la instalación permanezca parada total o parcialmente por problemas de funcionamiento que la Dirección de obra considere imputables al Contratista en base a los datos de los Partes Oficiales de Control, será recuperado mediante la prolongación adecuada del plazo indicado para las pruebas de rendimiento.

Durante esta etapa de puesta en marcha, todos los gastos que se deriven de la explotación para un correcto funcionamiento de la planta, serán por cuenta del Contratista. Estos gastos incluirán los de personal, reactivos químicos, así como todos los gastos generales precisos.

El personal que el Contratista debe mantener en la instalación será establecido por éste en la fase de oferta. El Beneficiario de las obras, Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, tendrá acceso permanentemente a la información técnica de la explotación y podrá realizar cuantos ensayos y análisis estime oportuno con objeto de comprobar que se realizan dentro de los parámetros previstos en el Proyecto.

Al finalizar este periodo y conforme a los resultados obtenidos durante la explotación, la Dirección de Obra comprobará el correcto funcionamiento de la instalación y el cumplimiento de las características ofertadas.

La puesta en marcha se realizará de acuerdo a un **Programa de puesta en marcha** en el que se incluirá, como mínimo, los trabajos a llevar a cabo en cada uno de los equipos y en el conjunto, para verificar su adecuado funcionamiento, los valores de referencia y criterios de funcionamiento, y los formatos de registro de los controles realizados.

En concreto se realizarán pruebas y comprobaciones del funcionamiento de los equipos electromecánicos, de las instalaciones eléctricas y del telemando y telecontrol de la instalación.

En las pruebas a llevar a cabo en los equipos se pueden distinguir:

- Pruebas en vacío: en aquellos equipos donde no se haya podido aplicar justificadamente en fase de construcción y montaje no disponiendo de fluido de proceso.
 - Pruebas en vacío de los motores.
 - Pruebas y ajustes de los componentes individuales en los equipos e instrumentos, así como la verificación contra el SCADA del sistema de control.
 - Realización de Puesta en Marcha escalonada.
- Puesta en carga: Prueba de los equipos con agua limpia, fluidos de proceso o gases. Comprenderá, entre otros:
 - Limpieza y llenado de tuberías, evitando la utilización de reactivos de proceso y sustituyéndolos por agua como fluido seguro.
 - Operación de los equipos en un punto cercano a su punto de diseño, comprobando su correcto funcionamiento.
 - Comprobación de ausencia de problemas durante el arranque y parada, así como durante un periodo largo de trabajo.

En las instalaciones eléctricas, por otra parte, se comprobarán, entre otros, los siguientes aspectos: Caída de tensión, Aislamiento de la instalación, Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, Conexiones, Resistencia de tierra, etc.

Respecto a la instalación de telemando y telecontrol, en las pruebas y comprobaciones, se distinguirán dos fases. En una primera fase, se realizará la puesta en marcha completa de la instalación a nivel local con el objetivo de verificar la operatividad completa de la instalación a falta del SCADA y del mapa de memoria del PLC Front End.

En una segunda fase, se realizará la puesta en marcha completa del mapa de memoria de la instalación, verificando que en el Scada del PCC y del PCE se reciben todos los estados y alarmas y que el PLC recibe todas las órdenes del Scada del PCC y del PCE. De esta forma se verificará la operatividad completa del Scada del PCC y del Scada del PCE y el programa de comunicaciones del Front-End.

Señalar la importancia de que, durante la puesta en marcha, todas las alteraciones o incorporaciones de dispositivos diferentes a las previstas en proyecto, deberán quedar claramente identificadas, documentadas y controladas, para asegurar el adecuado restablecimiento del sistema a su configuración prevista.

Tras haber finalizado la fase de Construcción y Montaje se elaborará el **Informe final de gestión de residuos**, de acuerdo al Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, y se comprobará que contiene la documentación a que se refiere el artículo 6 del citado Decreto.

Como resultado de esta etapa y una vez garantizado el cumplimiento de todos los objetivos marcados, se elaborará un **informe final de resultados de las pruebas de la puesta en marcha**, en el que se justificará que se han realizado las pruebas según los procedimientos establecidos y que se han obtenido los resultados correctos. Se recogerán, igualmente, las incidencias y soluciones adoptadas, modificaciones, etc. **Plan de formación, informe de prevención sobre las instalaciones y solicitud de testigo** completarán la fase.

La finalización de esta etapa culminará con la firma del **acta de finalización de la puesta en marcha**, que dará paso a la siguiente etapa.

1.11.2.2 Listado detallado de documentación requerida

Antes de la Puesta en Marcha y a partir del Manual de Funcionamiento descrito en la Memoria del presente proyecto, el Contratista entregará la siguiente documentación relativa a la puesta a punto y en marcha de las instalaciones:

- Plan de Puesta en Marcha de las Instalaciones, que como mínimo contendrá un procedimiento de operación estándar por cada equipo y/o proceso donde se incluirá:
 - Descripción de los puntos de funcionamiento y consignas, así como los requisitos para una correcta operación.
 - Descripción de los procedimientos rutinarios de operación, incluyendo: arranque, sistema de regulación y control en operación normal, puntos máximos y mínimos del sistema, parada del sistema, puesta en fuera de servicio, operación en condiciones.
 - PPIs de las pruebas para su seguimiento y aprobación
 - Planificación de tareas en un cronograma.
- Informe de Final de la Puesta en Marcha. El Informe final justificará que las pruebas se han realizado según los procedimientos y se han obtenido los resultados correctos. Se adjuntarán las incidencias y sus soluciones adoptadas, datos recogidos, etc.
- Programas OP, SCADA y mapeado terminado y revisado por CABB antes del inicio de las pruebas de rendimiento. Con mapeado aprobado solicitud de testigo por DO a CABB GA para trabajos de integración en EDAR Galindo.
- Arquitectura de control y SCADA. En esta fase se entregarán pantallas definitivas aprobadas por el CABB.
- Plan de formación y adiestramiento para el personal del CABB que explotará la planta. Durante el periodo de puesta en marcha. Tras recibir toda la documentación solicitada, la Dirección de Obra solicitará las pruebas necesarias de comprobación de la puesta en marcha y el personal de explotación apoyará la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y siempre bajo la tutela del Adjudicatario, quien estará obligado a enseñar a utilizar directa o indirectamente el modo de explotación, durante al menos una semana, de la instalación al personal que, posteriormente de la Recepción, se encargará de la explotación. El funcionamiento de la instalación se realizará siguiendo la memoria general de funcionamiento.
- Se efectuará informe de SS relativo a aquellas cuestiones susceptibles de mejora por parte de la CSS. Con tal informe se planifica visita de prevención del CABB para su validación.

1.11.2.3 Pruebas de estanqueidad

Antes de poner en marcha las instalaciones, se realizarán las pruebas de estanqueidad de cada uno de los elementos de obra civil que forman la instalación, de forma individualizada y conjunta.

En estas pruebas se incluye el llenado parcial y total de todos los depósitos y tanques destinados a almacenar y contener agua para comprobar la no existencia de fugas y su estanqueidad. Así mismo se comprobará su comportamiento estructural. La validez de la prueba se registrará según la norma BS-8007.

1.11.2.4 Pruebas de puesta en marcha

Se iniciará la fase metiendo agua limpia para continuar con agua residual con suministro eléctrico definitivo. La entrada con agua residual la marcará la verificación por parte del contratista, con visto bueno de DO, de la estanqueidad de compuertas, conducciones y redes de servicios.

- Pruebas en manual y eléctricas:
 - Verificación de consumos.
 - Medición de intensidades nominales y de arranque.
 - Sentidos de giro que no se han verificado en fase anterior.
 - Megado/Aislamiento de fuerza cables.
 - Puesta a tierra.
 - Intensidad de sobrecarga y cortocircuito.
 - Disparos de protecciones y ensayos de relés, más correcta animación y generación de la alarma correspondiente en el panel de operador y en el SCADA del puesto de control a través de la máquina virtual.
 - Comprobación de caídas de tensión, sobretodo en funcionamiento con grupo, comprobándose que se realiza la transferencia automática de forma correcta con carga, siendo el grupo capaz de arrancar todas las cargas de la instalación.
 - Control de iluminación, equilibrio de cargas por circuito, comprobación de que los circuitos más pesados al encenderse no provocan desequilibrio de fases.
 - Comprobación de alumbrado de emergencia.
 - Control de ruido y vibraciones.
 - Equilibrio de fases, se comprobará que ninguna carga provoca un desequilibrio que enlave la planta, comprobando el encendido de cargas monofásicas pesadas.
 - Factor de potencia, el factor de potencia se mantendrá en límites considerados aceptables independientemente del número de motores en funcionamiento, la batería se ha de adaptar a las distintas etapas de la planta.
 - Comprobación de actuación correcta de finales de carrera, más regulación de tiempos máximos de maniobra para compuertas.
 - Comprobación de ejecución de órdenes desde el PCC, cambios de estado MAFS, rearmes, marcha/paro etc.
 - Comprobación de escritura de variables de consigna desde el PCC.
 - Comprobar inter-enclavamientos entre motores.
 - Comprobar el funcionamiento del motor de reserva en caso de fallo del principal.
- Pruebas en automático:
 - Verificación de lógica de funcionamiento y procedimientos de operación estándar. Calibración de niveles e instrumentación. Prueba de lazos de control. Comprobación de señales.
 - Cumplimiento de parámetros de calidad según pliego de condiciones con las cargas entrantes.

1.11.2.5 Pruebas hidráulicas

Se comprobará el cumplimiento en cuanto a la capacidad hidráulica de cada elemento hidráulico que forma parte de la instalación proyectada y de toda la instalación en su conjunto.

Se comprobará el funcionamiento de los equipos de bombeo y su curva característica tanto a nivel de caudales bombeados, presiones y rendimiento del conjunto bomba-motor.

Principalmente se comprobará mediante los caudalímetros el caudal instantáneo impulsado por cada una de las bombas existentes en la instalación.

Caudales mínimos y máximos. Bombas (agua, vacío), desodorización, etc.

Verificación de resguardos de línea piezométrica a caudales mínimos y máximos.

1.11.2.6 Pruebas de la instalación de aire

Una vez puesta en marcha la instalación de aire y aprobada su instalación, se pasará a comprobar su funcionamiento mediante la medición, con caudalímetros, del caudal de aire incorporado al interior de la estación de vacío. Este caudal se debe ajustar a los establecidos en el presente proyecto.

Además, se comprobará que el diseño propuesto cumple con el objetivo de mejora de las renovaciones de aire en el interior del edificio.

1.11.2.7 Pruebas específicas del sistema de saneamiento por vacío

Durante la puesta en marcha del sistema de saneamiento por vacío se realizarán las pruebas especificadas en el anexo D de la norma UNE-EN 16932-3:2019. "Sistemas de alcantarillado por vacío en el exterior de los edificios", consistentes en:

- Ensayo de ruido.
- Comprobación del vacío mínimo en los extremos del sistema.
- Proporción de aire / agua residual.
- Tiempo de recuperación de vacío.
- Capacidad del sistema de volver a entrar en servicio automáticamente.
- Funcionamiento de la estación de vacío y las alarmas.
- Tiempo de reemplazamiento de válvulas de interconexión y bombas de impulsión.

1.11.2.8 Pruebas no programadas

La Dirección de Obra podrá, en todo caso, ordenar la apertura de las calas, rozas, extracción de muestras de toda clase de fábricas y la realización de cuantas pruebas y ensayos considere pertinentes, en cualquier momento de la ejecución de las obras para comprobar si éstas han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, aunque tales pruebas o ensayos no estén comprendidos en los denominados "preceptivos".

Todos los gastos ocasionados por la práctica de las comprobaciones serán de cuenta del Contratista, sin perjuicio de las obligaciones de demoler y reconstruir a sus expensas las partes defectuosas.

1.11.2.9 Pruebas eléctricas

Caídas de tensión

En las acometidas generales, derivaciones individuales, líneas parciales o cualquier otro punto que se considere oportuno se medirá la tensión en el arranque y al final de las mismas, cuando la carga sea la máxima prevista en cada caso.

La caída máxima de tensión no será superior a las previstas en cada caso en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, o las especificadas en la Propuesta Técnica que en ningún caso contradecirán al citado Reglamento.

Aislamiento de la instalación

Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores activos con relación a tierra y entre conductores activos aislados, separando todos los receptores, dejando conectados todos los interruptores y colocadas las protecciones y enchufes.

La medida de aislamiento deberá cumplir lo establecido en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos

Se comprobará que la intensidad nominal de los interruptores magnetotérmicos y cartuchos fusibles no supera en 1,2 veces, como máximo, el valor de la intensidad de servicio admisible en el conducto protegido, constatando el correcto funcionamiento de los P.I.A.S. e interruptores con dispositivo diferencial.

Conexiones

Se comprobará que la conexión de los conductos entre sí y de éstos con los aparatos, están realizados correctamente y que no se produzcan calentamientos anormales, verificándose el deslizamiento de los conductores en tubos de protección entre dos cajas.

Resistencia de tierra

Antes de la puesta en funcionamiento de la instalación se procederá a:

- Verificar la eficacia de la instalación de tierra partiendo de los electrodos, controlando la ejecución de los empalmes, los cuales así como el cableado de interconexión estarán realizados en cobre de elevada pureza.
- Asegurarse de que todas las tuercas y tornillos estén apretados a fondo y, en especial, de que los materiales utilizados no pueden dar lugar a fenómenos de corrosión.
- Controlar la sección de los conductores de tierra y protección. Verificando la continuidad del protector de tierra.
- Medir el valor de la resistencia de tierra, controlando si están coordinadas con los dispositivos de intervención diferencial.
- Llevar a cabo si fuera preciso, la medida de las tensiones de contacto y de paso.

Equilibrio entre fases

Se medirán las intensidades en cada una de las fases de las líneas que se quieren comprobar, estando toda la carga conectada en cada caso. Se tratará de lograr el máximo equilibrio posible entre fases de cada uno de los circuitos.

Factor de potencia

Se medirá el factor de potencia en las acometidas generales de B.T. a plena carga. El valor de dicha medición no deberá ser inferior al previsto en esta Propuesta Técnica ($\cos \varnothing = 0,95$).

1.11.2.10 Pruebas de la instalación de Telemando y Telecontrol

En una primera fase se realizará la puesta en marcha completa de la instalación a nivel local con el objetivo de verificar la operatividad completa de la instalación a falta del Scada y del mapa de memoria del PLC Front End.

En una segunda fase, se realizará la puesta en marcha completa del mapa de memoria de la instalación, verificando que en el Scada del PCC se reciben todos los estados y alarmas y que el PLC recibe todas las órdenes del Scada del PCC. De esta forma se verificará la operatividad completa del Scada del PCC y del programa de comunicaciones del Front-End.

1.11.2.11 Ensayos de nivel de ruido

- Legislación de referencia

- Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

- Medición de niveles sonoros en el exterior de las instalaciones:

Los **objetivos de calidad** del Real Decreto 1367/2007 y del Decreto 213/2012 son aplicables al proyecto. En el Anexo II del R.D. 1367/2007 y en el Anexo I del D. 213/2012 se establecen los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas. Los valores límite establecidos son los que muestran en la siguiente tabla:

Objetivos de calidad acústica				
Tabla A. <i>Objetivos de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes</i>				
Tipo de área acústica		Índices de ruido		
		L_d	L_n	L_{rn}
e	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
a	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
d	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
c	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos.	73	73	63
b	Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
f	Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructuras de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen. (1)	(2)	(2)	(2)

(1) En estos sectores del territorio se adoptarán las medidas adecuadas de prevención de la contaminación acústica, en particular mediante la aplicación de las tecnologías de menor incidencia acústica de entre las mejores técnicas disponibles, de acuerdo con el apartado a), del artículo 18.2 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre.

(2) En el límite perimetral de estos sectores del territorio no se superarán los objetivos de calidad acústica para ruido aplicables al resto de áreas acústicas colindantes con ellos.

Nota: Los objetivos de calidad aplicables a las áreas acústicas están referenciados a una altura de 4 m.»

Las mediciones se deberán realizar en los momentos de intensidades más representativas de los periodos día, tarde y noche.

Puesto que se está tratando de medir el nivel sonoro de en zonas exteriores a las instalaciones la configuración de cada medición deberá ser la siguiente:

- Equipo de medición mínimo necesario: Sonómetro Tipo 1.
- Parámetro de ruido: $L_{Aeq,T}$, donde T (tiempo de integración) mínimo es de 15 minutos, atendiendo a la fuente sonora predominante de la zona y en el momento de intensidad de tráfico más representativo.
- Unidad de medida: dB(A).
- Escala decibélica: 30-130 dB(A).

- Medición de niveles sonoros en el interior de las salas:

Teniendo en cuenta el número y tipo de equipos existente en la sala, se miden los niveles sonoros en receptores en el interior separados una distancia "r" del emisor. Se comprueban estos niveles con los **valores límite** indicados en el Real Decreto 286/2006:

1. A los efectos de este real decreto, los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción, referidos a los niveles de exposición diaria y a los niveles de pico, se fijan en:

a) Valores límite de exposición: $L_{Aeq,d} = 87$ dB(A) y $L_{pico} = 140$ dB (C), respectivamente;

b) Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción: $L_{Aeq,d} = 85$ dB(A) y $L_{pico} = 137$ dB (C), respectivamente;

c) Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción: $L_{Aeq,d} = 80$ dB(A) y $L_{pico} = 135$ dB (C), respectivamente.

Los métodos e instrumentos que se utilicen deberán permitir la determinación del nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$), del nivel de pico (L_{pico}) y del nivel de exposición semanal equivalente ($L_{Aeq,s}$), y decidir en cada caso si se han superado los valores establecidos en el artículo 5 del mismo Real Decreto, teniendo en cuenta, si se trata de la comprobación de los valores límite de exposición, la atenuación procurada por los protectores auditivos. Para ello, dichos métodos e instrumentos deberán adecuarse a las condiciones existentes, teniendo en cuenta, en particular, las características del ruido que se vaya a medir, la duración de la exposición, los factores ambientales y las características de los instrumentos de medición.

La forma de realización de las mediciones, así como su número, duración e instrumentos necesarios será los indicados en los anexos II y III del Real Decreto, los cuales deberán ser comprobados mediante un calibrador acústico antes y después de cada medición o serie de mediciones.

A partir de lo anterior se tomarán medidas sobre las medidas de protección individual necesarias.

1.11.2.12 Control de modificaciones temporales

Se entiende por modificación temporal una alteración o incorporación de componentes en disposiciones diferentes a las previstas en proyecto como disposición final y necesaria para realizar las actividades programadas de pruebas.

En este apartado se establecen los requerimientos para el control de las modificaciones temporales incluyendo autorización, limitaciones, identificación de cambio, documentación y restablecimiento.

Las modificaciones temporales de los componentes de la instalación son necesarias para facilitar las pruebas durante el período de puesta en marcha. Estas modificaciones deben ser claramente identificadas, documentadas y controladas para asegurar el adecuado restablecimiento del sistema a su configuración prevista y para notificar al personal su existencia.

Estas modificaciones pueden ser:

- Cambios en la configuración de la instalación.
- Alteración de la lógica de operación de componentes incluyendo puentes eléctricos y protecciones quitadas, tanto con soporte físico como con soporte lógico.
- Instalación temporal de material o partes de un componente.
- Intercambios de piezas de componentes intercambiables, siempre que sea temporalmente.
- Etc.

La Dirección de Obra será la única autorizada para iniciar o restablecer una modificación temporal. Para alteraciones que puedan afectar a garantías, deberán ser aprobadas por el Contratista.

El Contratista deberá notificar y obtener la aprobación de la Dirección de Obra antes de iniciar o restablecer una modificación temporal.

Ni la Dirección de Obra, ni el Contratista poseen autoridad para autorizar modificaciones temporales que pudieran:

- Amenazar la seguridad personal.
- Deformar o alterar componentes de modo permanente.
- Operar equipos más allá de sus límites operacionales del diseño.
- Afectar a garantías sin las aprobaciones oportunas.

Se utilizará una etiqueta ROJA (Etiqueta de modificación temporal) que deberá ubicarse en lugares visibles directamente relacionados con la modificación.

Para aquellas modificaciones que supongan una modificación en la lógica de operación del componente se instalarán etiquetas adicionales en las instalaciones de control locales o remotas para avisar al personal de operación de la existencia de modificaciones.

Sólo se dejará de etiquetar una modificación temporal si el responsable de la misma tiene una presencia constante junto al componente afectado antes de restablecer la modificación.

Las modificaciones temporales se listarán en el Informe semanal de puesta en marcha.

Una modificación temporal se considera restablecida cuando está de acuerdo con la última revisión aprobada de planos o documentos del proyecto. Lo cual puede cumplirse en dos sentidos, bien ajustando la modificación física a los planos o viceversa.

La etiqueta, así como el listado anexo al Informe semanal de puesta en marcha deberá contener al menos:

- SISTEMA: TAG del sistema con instalación temporal.
- Nº IDENTIF.: Numeración secuencial del sistema.
- INSTALADO POR, FECHA: Introducir las iniciales y firma de la persona que solicita y autoriza la modificación y fecha en que se realiza la modificación.
- Nº ETIQUETAS COLGADAS: Poner el número de etiquetas instaladas para esa modificación.
- DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN: Descripción completa de la modificación y ubicación.
- EQUIPO ASOCIADO: Dar el nombre de los dispositivos relacionados con la modificación.
- PLANOS DE REFERENCIA: Indicar documento afectado.
- RESTABLECIDO POR, FECHA: Introducir las iniciales y firma de la persona que solicita y autoriza el restablecimiento de la modificación y fecha en que se ha restablecido.

1.11.2.13 Plan de formación

El contratista deberá proponer durante la fase de puesta en marcha un plan de formación monográfico al futuro explotador durante al menos una semana. El CABB podrá asistir durante las labores de puesta en marcha como acompañamiento para completar esa formación recibida.

El adjudicatario durante la fase posterior de pruebas de rendimiento, de 8 semanas, está obligado a acompañar en todo momento, con personal presente en la instalación, al personal de Operación y Mantenimiento que acuda a la instalación.

En este periodo, el personal debe conocer la instalación y su funcionamiento para, una vez firmada el Acta de Recepción, hacerse cargo por completo de su explotación.

Independientemente de la labor de acompañamiento y adiestramiento citada anteriormente, el adjudicatario en esta fase de PEM, deberá impartir una formación específica sobre la instalación y su explotación. Esta formación contemplará:

- 2 sesiones de 4 h cada una para impartir el curso a dos grupos diferentes de personas.
- Cada una de las sesiones incluirá:
 - Explicación teórica.
 - Reconocimiento y exposición sobre cada una de las instalaciones y equipos.
 - Operación real con el SCADA.

La formación se ampliará y completará con las labores de acompañamiento, antes citadas, durante el resto del tiempo hasta completar las 8 semanas.

Previamente a la impartición de los cursos, la Dirección de Obra y la administración propietaria de las instalaciones deberán aprobar su contenido que se presentará por escrito con antelación.

Áreas, no exclusivas, de formación:

- Operación y control de la instalación en condición manual y automática, y ante averías.
- Control de la operación.
- Informes de operación.
- Funcionamiento del SCADA.
- Administración de la instalación.
- Sistema de control de inventarios.
- Mantenimiento de edificios y de las instalaciones.
- Sistema eléctrico de la instalación.
- Seguridad y Salud. Plan de emergencia.

1.11.2.14 Informe de prevención de técnicos de seguridad y salud del CABB

El coordinador de seguridad y salud de las obras coordinará una visita con técnicos de seguridad y salud del CABB para efectuar un informe final de aspectos de mejora desde el punto de vista de la seguridad y salud en el trabajo de las instalaciones. Como resultado de ese informe, se revisarán aquellos defectos o mejoras resultantes con la Dirección de Obra.

1.11.2.15 Informes de la puesta en marcha

Todos los ensayos y pruebas realizados durante la etapa de puesta en marcha deben quedar registrados en distintos informes para un adecuado seguimiento por parte de la Dirección de Obra. El contratista deberá preparar, al menos, los siguientes documentos

1.11.2.15.1 Informe de progreso de la puesta en marcha

Este informe describirá las actividades de pruebas realizadas durante la semana por el Contratista, y el avance de las actividades de pruebas. Incluirá información complementaria sobre el personal que interviene en las pruebas y enumerará las incidencias más importantes haciendo referencia a los informes de incidencia emitidos durante la semana, si los hubiese; así como las modificaciones temporales si las hubiese.

Así mismo, se incluirán las actividades diarias programadas, planificadas para las dos próximas semanas.

Con este informe se pretende transmitir los datos necesarios para permitir una rápida visión de la marcha del conjunto de trabajos de la puesta en marcha.

El informe se editará todos los viernes antes de acabar el día.

1.11.2.15.2 Notificación de incidencias durante la puesta en marcha

Cuando se produzca una incidencia (avería, mal funcionamiento, accidente, incidente con riesgo para persona o equipo, etc.) durante el proceso de la puesta en marcha, el Contratista realizará de inmediato una notificación de incidencia. La notificación la emitirá la persona de que detecta la incidencia. En la notificación se hará una descripción del incidente indicando fecha, hora, elementos que requieren reparación, modificación o sustitución, persona que lo ha detectado y personas presentes en el momento del incidente. También se indicarán, si es posible, las causas, una solución propuesta y la adoptada, si la hubiera.

Cuando así se determine por parte del Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, se emitirá, además de la notificación de la incidencia, un informe de incidencia. En el informe se detallará la naturaleza, motivo, daños si los hubiera, actuaciones a seguir y cuanta información se considere necesaria para documentar suficientemente la incidencia en cuestión.

Todos los puntos correspondientes a "Incidencias" han de estar resueltos antes de las pruebas de rendimiento.

1.11.2.15.3 Informe final de pruebas de puesta en marcha

El Informe final justificará que las pruebas se han realizado según los procedimientos y se han obtenido los resultados correctos. Se adjuntarán las incidencias y sus soluciones adoptadas, datos recogidos, etc.

Con la consecución de lo anterior se firmará:

- Acta de finalización de puesta en marcha a firmar por el contratista y la dirección de obra.
- Acta de inicio de pruebas de rendimiento a firmar por el contratista, la dirección de obra y el CABB (Gestión de activos y Explotación).

1.11.3 Etapa de pruebas de rendimiento

1.11.3.1 Descripción de tareas previas a la finalización de las pruebas de rendimiento

La etapa de pruebas de rendimiento tiene por objeto la verificación, durante un periodo de tiempo determinado, de que la instalación cumple las variables de diseño fijadas en el

proyecto en sus distintos parámetros de funcionamiento, tales como: consumos eléctricos, presiones, rendimientos, caudales, etc. y de que además lo hace de manera estable.

Esta etapa comenzará con la firma del **acta de inicio de pruebas de rendimiento** y requerirá de la presentación, previa, de un **plan de pruebas de rendimiento**, en el que se establezca, para cada uno de los equipos a controlar, las variables que serán objeto de seguimiento y control, así como los parámetros de referencia en el diseño, para cada caso.

Dado que la puesta en marcha y las pruebas de rendimiento dependen del grado de ejecución de acometidas particulares ejecutadas hasta el momento, se podría dar el caso de que el sistema general esté ejecutado sin tener caudal disponible para operar o poner a prueba la infraestructura. Se interpreta en tal caso que la puesta en marcha podría ser realizada en última instancia con agua no residual de suministro por parte de la APB. No así con las pruebas de rendimiento de las que se estipula que al menos deberán tener un **mínimo del 70% de acometidas domiciliarias conectadas** al sistema a probar. Este porcentaje debe estar repartido de forma que todos los ramales sean probados en condiciones de diseño. En caso de no disponer del caudal estipulado, quedará en manos de la DO y el CABB establecer los umbrales para continuar o suspender el contrato para finalizar la fase de pruebas de rendimiento y la fase de operación en condiciones adecuadas de garantía.

La recepción de las obras estará sujeta a la práctica de las pruebas de rendimiento para cada una de las unidades complementarias y del conjunto que se especifica en este capítulo del Pliego de Condiciones Particulares, sin perjuicio de las pruebas anteriores a que hayan sido sometidos los equipos e instalaciones durante las etapas de Construcción y Montaje y de Puesta en Marcha.

Dicho plan se deberá acompañar de la siguiente documentación:

- Documentación de obligada entrega en fase anterior que no haya sido aprobada por el CABB.
- As-built de las instalaciones. Versión definitiva que perfeccionará la anterior entrega a incluir los cambios que hubiera podido haber en la fase de Puesta en Marcha.

Entre otros aspectos, en las pruebas de rendimiento, se controlarán:

- Consumos eléctricos en funcionamiento ordinario.
- Consumos eléctricos máximos, y en situaciones de alarma por atasco de válvulas antes del seccionamiento del ramal.
- Mediciones de caudales de bombeo.
- Funcionamiento de alarmas.
- Nivel de uso del sistema de vacío (arranque de bombas de vacío) y de operación del sistema.
- Disponibilidad de arquetas de vacío (nº de accionamientos, tiempo ON, eventos de fallo, etc.)
- Rendimiento eficiente del sistema.

Los datos recogidos en las pruebas serán revisados por la Dirección de Obra y por el Contratista para establecer qué datos serán aceptados e incluidos y el análisis estadístico para determinar comprobaciones de la prueba.

Todos los datos en que no haya un conflicto en medición serán incluidos en el análisis estadístico de datos, menos los datos de días que hayan sido eliminados por la Dirección de Obra o el Contratista.

Estas pruebas de rendimiento se prolongarán durante un periodo determinado, en el que la instalación deberá funcionar de manera automática en su régimen previsto, sin paradas ni interrupciones significativas. Este periodo se establece en UN MES de funcionamiento adecuado sin perjuicio de un mayor tiempo que se pueda proponer en el PPTP de la licitación del contrato.

La finalización de esta fase dependerá del resultado satisfactorio de todas las pruebas. El resultado negativo de algunas de las pruebas mínimas a desarrollar en esta etapa dará lugar a la reiteración de la misma prueba, hasta comprobar si la prueba negativa afectaba a una zona parcial susceptible de reparación, o reflejaba defecto de conjunto que motivase la no admisión en su totalidad de la instalación comprobada. En caso de que se produzcan paradas o interrupciones significativas deberá reanudarse el periodo de Pruebas de Rendimiento desde el comienzo. Si el resultado de las pruebas es negativo, no se procederá a finalización de esta fase. Las paradas o incidencias significativas deben estudiarse y deberá determinarse justificadamente su motivación. Una vez determinada la causa por la que no se alcanzan los parámetros previstos, se deberán tomar las medidas correctoras necesarias para su cumplimiento.

Si las pruebas de rendimiento no cumplen estas condiciones, el contratista preparará un informe detallando los motivos del incumplimiento y su propuesta de acciones necesarias para corregir los defectos.

Cuando la Dirección de Obra determine que los defectos han sido corregidos, informará al Contratista de la fecha de iniciarse por segunda vez, las pruebas de rendimiento desde el mes cero. El protocolo de la prueba será igual al de la primera prueba.

Si las pruebas de rendimiento no se superan en esta segunda prueba, la Administración quedará facultada para adoptar las medidas de penalización u otras medidas contractuales que considere convenientes y el periodo de puesta en marcha y pruebas quedará automáticamente ampliado en el tiempo que sea necesario para conseguir superar las pruebas de garantía.

Como resultado de esta etapa y una vez garantizado el cumplimiento de todos los objetivos marcados, se elaborará un **Informe final de resultados de las pruebas de rendimiento**, en el que se justificará que se han realizado las pruebas según los procedimientos establecidos y que se han obtenido los resultados correctos. Se recogerán, igualmente, las incidencias y soluciones adoptadas, modificaciones, etc.

Durante la fase de pruebas de rendimiento el CABB dispondrá de acceso tanto a las instalaciones como a los datos de explotación y operación que se dispongan, pudiendo realizar inspecciones a las mismas. De estas inspecciones se determinarán posibles deficiencias a nivel de Operación y Mantenimiento como a nivel Preventivo, que se documentarán en sendos informes.

Una vez que todas las pruebas de rendimiento hayan dado el resultado satisfactorio y se hayan subsanado las deficiencias identificadas por el CABB se levantará el Acta de Finalización de Pruebas de Rendimiento, la cual no se firmará sin que previamente se haya entregado la Documentación As Built definitiva. Esta etapa culminará con la firma de dicha acta.

Durante este periodo, el Contratista mantendrá un servicio que como mínimo estará compuesto por un jefe de mantenimiento, un oficial y un especialista en automatización e informática, todo ello sin perjuicio de las aportaciones complementarias de personal y medios que resulten precisos para la correcta realización del Plan de pruebas, así como los trabajos de corrección, reparación y sustitución que, en su caso, procedan para cumplir las especificaciones del contrato.

Son por cuenta del Contratista los gastos relativos a las aportaciones de personal y medios, a que se refiere el párrafo anterior, que deberá realizar el Contratista para el plan de pruebas, así como los gastos correspondientes a ensayos y análisis complementarios que el Contratista decida realizar para comprobar los rendimientos de las instalaciones (La Dirección de obra podrá realizar en cualquier momento la analítica que considere oportuno). También serán de su cuenta los trabajos y suministros para las reparaciones, sustituciones y correcciones que, en su caso, deban realizarse en las instalaciones.

Los sobrecostos que se produzcan con motivo de la ejecución de pruebas complementarias, que sea necesario realizar por incumplimiento de las especificaciones, imputables al Contratista, en los resultados de las pruebas previstas en el plan, serán por cuenta del Contratista.

1.11.3.2 Pruebas y ensayos

Durante el periodo de Pruebas de Rendimiento, tras recibir toda la documentación solicitada, la Dirección de Obra solicitará las pruebas necesarias de comprobación del rendimiento de la instalación y el personal de explotación apoyará la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y siempre bajo la tutela del Adjudicatario.

Las pruebas de rendimiento a efectuar se centrarán principalmente en:

- Verificación del rendimiento alcanzado en el funcionamiento real y continuo de los equipos, básicamente consumos eléctricos.
- Verificación de la estabilidad en el funcionamiento real y continuo del sistema en un período de 4 semanas.
- Consumo eléctrico y amperaje de las bombas de vacío.
- Consumo eléctrico y amperaje de las bombas de impulsión.
- Consumo eléctrico y amperaje del ventilador de impulsión aire limpio.
- Funcionamiento de alarmas en SCADA incluidos los sistemas de intrusión del SCADA.
- Mediciones de caudales de bombeo y puntos de funcionamiento de las bombas.
- Nivel de uso del sistema de vacío (arranque de bombas de vacío) y de operación del sistema.
- Disponibilidad de arquetas de vacío (nº de accionamientos, tiempo ON, eventos de fallo, etc.)

Se comprobará el correcto funcionamiento del resto de elementos, automatismos, telemando y telecontrol en continuo durante el periodo de las pruebas de rendimiento (4 semanas como máximo).

Además, se verificarán los resultados garantizados por el Contratista.

1.11.3.2.1 Prueba de verificación de la instalación trabajando a régimen (4 semanas)

Una vez puesta en marcha la instalación se realizará la prueba de verificación de que esta puede operar de forma automática en su régimen, durante 4 semanas, sin paradas ni interrupciones.

Dado que la puesta en marcha y las pruebas de rendimiento dependen del grado de ejecución de acometidas particulares ejecutadas hasta el momento se podría dar el caso de que el sistema general esté ejecutado sin tener caudal disponible para operar o poner a prueba la infraestructura. Se interpreta en tal caso que la puesta en marcha podría ser realizada en última instancia con agua no residual de suministro por parte del contratista. No así con las pruebas de rendimiento de las que se estipula que al menos deberán tener un 70% de acometidas domiciliarias conectadas al sistema a probar. Este porcentaje debe estar repartido de forma que todos los ramales sean probados en condiciones de diseño.

1.11.3.2.2 Procedimientos de las pruebas

Para cada unidad operativa se verificarán los rendimientos, con respecto a las condiciones de proyecto.

Si alguna circunstancia provoca una detención del proceso, en cuanto a la comprobación de la garantía, decidirá el Director de Obra, en función del tipo de circunstancia, si el plazo de comprobación del rendimiento debe partir desde el principio o si pudiera ser acumulado.

El CABB tendrá acceso a la información técnica y podrá realizar cuantos ensayos e hipótesis de funcionamiento estime oportunos, para comprobar que la explotación se realiza de acuerdo con los criterios del Proyecto As Built del Contratista.

La Dirección de Obra solicitará las exigencias de pruebas necesarias y el personal de explotación apoyará la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y siempre bajo la operación de la instalación por parte del Contratista, quien estará obligado a enseñar a utilizar directa o indirectamente el modo de explotación, de la instalación al personal del Consorcio, que posteriormente a la recepción se encargará de la explotación.

1.11.3.2.3 Realización de pruebas de rendimiento

Durante el periodo de pruebas de rendimiento, la instalación será operada por personal del Contratista con la ayuda del personal de explotación.

Ninguna prueba podrá ser realizada sin la presencia y consentimiento del CABB.

Dos (2) meses antes del comienzo de las pruebas, el Contratista enviará al CABB (para su aprobación) el correspondiente plan de pruebas de rendimiento.

Dicho procedimiento deberá basarse y estar de acuerdo con los códigos de prueba, e indicará:

- La forma de realización de la prueba.
- Los instrumentos de prueba a instalar (por no ser suficientemente precisos o seguros los del grupo).
- Las fórmulas y/o procedimientos de cálculo para computar los resultados de la prueba.
- Los criterios de aceptación o rechazo de la prueba.

Toda la instrumentación requerida para las pruebas que no sea instrumentación propia de la instalación será propiedad del Contratista y proporcionada por él. El CABB podrá solicitar una oferta para su adquisición y adquirirla tras la realización de las pruebas.

Los instrumentos usados para estas pruebas pueden ser en parte los facilitados con la instalación de los equipos. Los instrumentos de prueba de alta precisión, fuentes de señal y equipos de registro de datos serán por cuenta del Contratista y cumplirán todos los requisitos de precisión necesarios para llevar a cabo todas las pruebas relacionadas en este capítulo, de acuerdo con lo requerido por los códigos utilizados en las pruebas y que deberán ser discutidos previamente con el CABB.

Todos los dispositivos de medida de caudal con sus indicadores estarán certificados por una entidad independiente homologada por el Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia.

Toda la instrumentación utilizada en las pruebas estará adecuadamente calibrada y los correspondientes certificados estarán disponibles previamente a la realización de la prueba.

En particular se prestará especial atención en estos aspectos a los medidores de caudal, presión y a los contadores de energía utilizados para medir potencia neta, bruta y consumos.

Se determinarán también las condiciones atmosféricas durante las pruebas.

Las medidas de energía generada necesarias para determinar potencias y consumos específicos, se realizará con contadores con clase de precisión 0.2 (I.E.C. 51).

Los transformadores de tensión e intensidad de instalación permanente que se utilicen para los efectos señalados serán de clase 0.2 y 0,2 S, respectivamente.

Los resultados obtenidos en las pruebas, hojas y registros de pruebas, así como los cálculos, correcciones, tolerancias y resultados finales de cada prueba se recogerán en el correspondiente Informe realizado por el Contratista.

Dicho informe recogerá exhaustivamente todas las incidencias reseñables ocurridas durante el desarrollo de las mismas.

1.11.3.2.4 Pruebas de rendimiento de ventilación y desodorización

Estas pruebas de rendimiento deberán comprobar el funcionamiento tanto del tratamiento de desodorización como del sistema de captación, extracción y conducción hasta dicho tratamiento del aire captado en la planta.

Estas pruebas se realizarán tras comprobar los rendimientos de los procesos que tengan focos emisores a los que debe aplicarse la desodorización y estos funcionen simultáneamente.

Cuando la Dirección de Obra determine que esta prueba puede iniciarse, informará por escrito al Contratista.

Durante un período de una semana se tomarán, siete muestras puntuales del aire antes y después del tratamiento de desodorización y se comprobarán los niveles de reducción ofertados, así como los valores máximos de cada muestra.

Los parámetros a analizar serán:

Aire antes y después del tratamiento

Sulfhídrico

Mercaptanos

COVs

Así mismo deberán hacerse las mismas mediciones cerca de los focos emisores, para verificar el funcionamiento del sistema de extracción de olores.

Los valores obtenidos deberán ajustarse a los garantizados por el fabricante estipulado en este proyecto.

Criterio de funcionamiento y aprobación de las pruebas de ventilación y desodorización

Los datos recogidos en la prueba serán revisados por la Dirección de Obra y por el Contratista para establecer que datos serán aceptados e incluidos y el análisis estadístico para determinar comprobaciones de la prueba.

Todos los datos que no haya un conflicto en medición serán incluidos en el análisis estadístico de datos, menos los datos de días que hayan sido eliminados por la Dirección de Obra o el Contratista.

La prueba de rendimiento será considerada aprobada cuando haya 5 o más puntos de datos aceptados por el análisis estadístico y que las concentraciones o los rendimientos medios de estos datos cumplan las condiciones establecidas en porcentaje de eliminación:

- 98 % en H₂S

- 95% en resto de compuestos habituales (mercaptanos y COVs)

Si las pruebas de rendimiento no cumplen estas condiciones, el Contratista preparará un informe detallando las causas del incumplimiento y su propuesta de acciones necesarias para corregir los defectos.

Cuando la Dirección de Obra determine que los defectos han sido corregidos, informará al Contratista de la fecha de iniciarse, por segunda vez, la prueba de rendimiento. El protocolo de la prueba será igual al de la primera prueba.

Si la prueba de rendimiento no se supera en esta segunda prueba, la Administración quedará facultada para adoptar las medidas de penalización u otras medidas contractuales que considere convenientes y el periodo de garantía quedará automáticamente ampliado en el tiempo necesario para conseguir superar la prueba de garantía del sistema.

Una vez se cumplan los anteriores objetivos descritos se firmará un Acta de finalización de los trabajos de puesta en marcha y pruebas de rendimiento que será el punto final para la Recepción de la fase de obras.

1.11.3.3 Obligaciones del adjudicatario en la fase de pruebas de rendimiento

Una vez comenzada la fase de Pruebas de Rendimiento, que podría identificarse con el correcto funcionamiento de instalación, el adjudicatario estará obligado a:

- Explotar integralmente la instalación, responsabilizándose de la operación y del mantenimiento durante el periodo de prueba. Todos los gastos son por cuenta del adjudicatario. Entre estos la energía eléctrica, el agua potable, etc.
- Garantizar los resultados de operación. Entre estos resultados se incluyen:
 - La continuidad y estabilización en los parámetros de medición de los consumos.
 - Ruido, iluminación, ...
- Acompañar al personal que indique el CABB e impartir la formación adicional si se solicita.

1.11.4 Etapa de explotación

1.11.4.1 Definición de la etapa de explotación

Dentro del contrato de ejecución de las obras se incluye un **plazo de explotación de un año** de las nuevas instalaciones por el contratista adjudicatario, de forma que además de implementar en la construcción de la instalación los criterios del Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia para la explotación y mantenimiento; se verifique la instalación es adecuada en términos de operación para ser transferida al CABB.

Este periodo de explotación se compone de actuaciones en aspectos propios de la explotación de las instalaciones, de la realización de las operaciones de mantenimiento y de la documentación de la operación y funcionamiento de las instalaciones:

-Operaciones de explotación, incluye las tareas de resolución de incidencias con las instalaciones, inspección de la red de impulsión y por gravedad, limpieza de las instalaciones, así como la conservación de las instalaciones.

-Operaciones de mantenimiento, incluye los mantenimientos preventivos de los bombeos y de las instalaciones de generación de vacío, así como el mantenimiento preventivo de las arquetas de vacío. También se incluye la realización del mantenimiento correctivo de las instalaciones

-Documentación de la operación, se incluyen la transmisión de toda la información generada e indicado en las fases anteriores.

Estas actuaciones se desarrollarán según la medición y conceptos descritos en **Anejo nº27 Puesta en servicio** de este proyecto.

En este periodo será responsabilidad del contratista la operación de la instalación, debiendo responder de la adecuación de la misma, realizando su explotación, mantenimiento y conservación.

El CABB tendrá conocimiento de los parámetros y condiciones de explotación, pudiendo acceder a la instalación en compañía del operador.

El contratista deberá entregar **informes mensuales de explotación** a la DO y al CABB.

1.11.4.2 Necesidades de mantenimiento

En este apartado se recogen las recomendaciones en cuanto al mantenimiento necesario en las instalaciones de saneamiento por vacío. Se han tenido en cuenta las recomendaciones de los fabricantes, así como las de la norma UNE-EN 16932-3:2019.

Esta información será la base para el estudio de costes de explotación que el contratista adjudicatario de las obras deberá presentar junto con la oferta de equipos. Tal y como se establece en el pliego del proyecto, deberán presentarse para los equipos tres (3) marcas comerciales que cumplan las prescripciones del proyecto. Debido a las diferencias existentes entre las distintas tecnologías de equipos de saneamiento por vacío, será necesario particularizar también la estimación de los costes de explotación para cada caso.

Las actuaciones de mantenimiento preventivo en una instalación de saneamiento por vacío tipo son sencillas, rápidas y limpias. Dado que se ha proyectado un completo sistema de control, parte de las operaciones se pueden realizar en remoto desde el puesto de control y, en condiciones normales de funcionamiento, no será necesario el contacto con el agua residual.

Como ya se ha comentado, las necesidades de mantenimiento variarán dependiendo de la tecnología utilizada, pero a continuación se incluye una propuesta de programa de mantenimiento:

Puesto de control:

- Todos los días: revisión del funcionamiento de las últimas 24 horas y verificación del buen funcionamiento.
- Todas las semanas: verificar las horas de trabajo de los motores, el nivel de vacío en el rango correcto y el nivel de aceite en las bombas.

Cámaras colectoras:

- Revisión Semestral: inspección visual de la cámara y su contenido. Accionamiento de las válvulas de vacío que no se hayan abierto.
- Revisión anual:
 - limpieza del colector y depuración del respiradero.
 - revisar el correcto funcionamiento de cada válvula de interfase. Desmontaje de la válvula de vacío o interfase y sustitución de los elementos necesarios.

Red de colectores:

- Revisión anual: inspección de las arquetas de seccionamiento y accionamiento de las válvulas si no se han utilizado.

Estación de Vacío:

- Revisión mensual: maniobrar las válvulas de seccionamiento de la estación, probar el grupo electrógeno y verificar el correcto funcionamiento de las alarmas y luces del cuadro de control alarmas.
- Revisión anual:

- Accionar todas las válvulas de seccionamiento si no se han utilizado.
- Mantenimiento mecánico y eléctrico de motores y equipos eléctricos.

1.11.5 Entrega y recepción de la infraestructura de saneamiento del Puerto de Bilbao Fase 2

El Contratista comunicará por escrito a la Dirección de Obra la fecha prevista para la finalización del contrato con una antelación de al menos 45 días debidamente justificada.

El DO, en caso de conformidad con la citada comunicación del Contratista, la elevará con su informe, con una antelación de un (1) mes respecto a la fecha de terminación de la obra, a la Propiedad, a los efectos de que ésta proceda al nombramiento de un representante para la recepción.

Una vez se haya explotado la instalación durante un periodo de 1 año, logrando los rendimientos esperados, sin incidencias que afecten a las condiciones básicas de operación de la instalación, y habiéndose subsanado las deficiencias detectadas en este periodo y subsanadas las observaciones del CABB que se hayan producido en etapas anteriores, se levantará el **Acta de Recepción de la Obra**.

Tras el Acta de Recepción de la Obras se procederá al Acto de Transmisión de las Instalaciones al CABB, conforme se acuerde entre las partes.

Dicha acta no se firmará sin que previamente se haya entregado toda la documentación indicada en el cuerpo de este documento.

1.12 Periodo de garantía. Responsabilidad del contratista

El plazo de garantía, a contar desde la recepción de las obras, será el señalado en el Contrato, de acuerdo con la oferta presentada por el Contratista en la Licitación, y no podrá ser inferior a un año ni al plazo fijado en el PCAP de la Licitación

Durante el mismo el Contratista tendrá a su cargo la conservación ordinaria de aquellas cualquiera que fuera la naturaleza de los trabajos a realizar, siempre que no fueran motivados por causas de fuerza mayor. Igualmente deberá subsanar aquellos extremos que se reflejaron en el acta de recepción de las obras.

Serán de cuenta del Contratista los gastos correspondientes a las pruebas generales complementarias que durante el período de garantía hubieran de hacerse, siempre que hubiese quedado así indicado en el acta de recepción de las obras.

Los gastos de explotación o los daños que por uso inadecuado se produjeran durante el período de garantía, no serán imputables al Contratista, teniendo éste en todo momento derecho a vigilar dicha explotación y exponer cuantas circunstancias de ella pudieran afectarle.

Dentro del plazo de quince días anteriores al cumplimiento del plazo de garantía, el director facultativo de la obra, de oficio o a instancia del contratista, redactará un informe sobre el estado de las obras. Si éste fuera favorable, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad, salvo lo dispuesto en el artículo 244 de la LCSP, procediéndose a la devolución o cancelación de la garantía, a la liquidación del contrato y, en su caso, al pago de las obligaciones pendientes que deberá efectuarse en el plazo de sesenta días. En el caso de que el informe no fuera favorable y los defectos observados se debiesen a deficiencias en la ejecución de la obra y no al uso de lo construido, durante el plazo de garantía, el director facultativo procederá a dictar las oportunas instrucciones al contratista para la debida

reparación de lo construido, concediéndole un plazo para ello durante el cual continuará encargado de la conservación de las obras, sin derecho a percibir cantidad alguna por ampliación del plazo de garantía.

Siempre que por razones excepcionales de interés público debidamente motivadas en el expediente el órgano de contratación acuerde la ocupación efectiva de las obras o su puesta en servicio para el uso público, aún sin el cumplimiento del acto formal de recepción, desde que concurren dichas circunstancias se producirán los efectos y consecuencias propios del acto de recepción de las obras y en los términos en que reglamentariamente se establezcan.

1.13 Proyecto de obras ejecutadas

1.13.1 Introducción

El Contratista entregará a la Dirección de Obra para su aprobación todos los croquis y planos de obra realmente construida y que supongan modificaciones respecto al Proyecto o permitan y hayan servido para establecer las mediciones de las certificaciones.

Con toda esta documentación debidamente aprobada, o los planos y mediciones contradictorios de la Dirección de Obra en su caso, se constituirá el Proyecto de Obras Ejecutada, en base al cual se realizará la valoración definitiva de las obras en una certificación única final según lo indicado en otro apartado de este Pliego.

1.13.2 Generalidades

El adjudicatario entregará un (1) ejemplar impreso completo y encuadernado del proyecto de obras ejecutadas o en versión digital y el modelo BIM fin de obra.

Todos los trabajos de producción relacionados con el proyecto de obras ejecutadas (mecanografía, delineación, infografía, edición y similares), tanto los redactados por el adjudicatario como los facilitados directamente por el Director de Obra, serán a cargo de adjudicatario.

El Director de Obra fijará los títulos de las inscripciones que aparecerán en portadas y planos. El título también deberá figurar en el lomo de todos los tomos.

1.13.3 Edición impresa

La edición impresa del proyecto de obras ejecutadas se realizará en tamaño A-4 de la norma UNE-EN-ISO 216, impreso a doble cara, a excepción del documento de planos que se imprimirá en tamaño A-3 a una cara. Así mismo, los apartados del proyecto (Memoria, anejos...) que contengan planos fuera del documento de planos (Documento nº2) se imprimirán en tamaño A-3 y se doblarán en formato A-4 para incluirlos donde corresponda.

La presentación del proyecto en su edición impresa se realizará dividiendo los documentos como se especifica a continuación:

- Documento nº1 Memoria y Anejos (A4, con los tomos necesarios que no excedan del ancho especificado.)
- Documento nº2 Planos (A3, con los tomos necesarios que no excedan del ancho especificado.)
- Documento nº3 Valoraciones (A4, con los tomos necesarios que no excedan del ancho especificado.)

El detalle del contenido de cada uno de los documentos se desarrolla en el Apartado Contenido del presente documento.

Los tomos en que pueda dividirse el documento tendrán un espesor no mayor de siete (7) centímetros y se presentarán en una envoltura adecuada, (caja o cajón) siguiendo los siguientes criterios de elaboración:

- **Tomos:** Compuestos por 2 tapas rígidas y un lomo flexible (3 piezas independientes). La encuadernación final es similar a la de un libro encuadernado en tapa dura quedando unida la documentación interior por medio de tornillos con cuatro (4) taladros. La ubicación de los tornillos y los márgenes de las hojas permitirán la lectura completa del contenido de cada hoja. Las tapas y lomos irán forradas con guaflex de color blanco (documentos de saneamiento) y azul marino (documentos de abastecimiento), y los reversos tanto de las tapas como de los lomos, irán forrados con guardas de papel.
- **Cajas:** Los documentos se presentarán en cajas construidas con material suficientemente resistente para soportar su propio peso y permitir una cómoda manipulación de las mismas. Estas cajas tendrán las dimensiones adecuadas para albergar los tomos que integran cada ejemplar e irán forradas con guaflex de color blanco (documentos de saneamiento) y azul marino (documentos de abastecimiento). El interior irá forrado con guardas de papel. El peso máximo de cada caja con los tomos que la integran no deberá ser superior a 12 Kg.
- **Portadas:** Las portadas se realizarán siguiendo el estándar de anagramas, RAL de colores, tipografía, etc..., que aparecen definidos en el manual de identidad visual corporativa del CABB

Igualmente se hará entrega al Consorcio de cuantos estudios, informes, datos, etc., se hubieran elaborado u obtenido mediante el desarrollo de los trabajos, no habiendo quedado incorporados a los documentos finales.

1.13.4 Edición digital del documento

Junto con el documento de edición impresa se adjuntará 1 copia del mismo en soporte digital y se entregarán adicionalmente dos copias en soporte digital siguiendo las especificaciones que se indican a continuación.

Se deberá comprobar que la longitud de la ruta completa de la denominación de archivos (ruta más el propio nombre del archivo) de las copias digitales tenga una longitud inferior a los 180 caracteres.

El contratista realizará dos tipos de edición digital del documento, correspondientes a las versiones en formato pdf y el/los formato/s editable/s:

1.13.4.1 Documento digital en formato pdf (documento pdf)

Contendrá en formato PDF una copia fiel a la edición impresa entregada en papel y su estructura será la que aparece definida en el Apartado Estructura del presente documento.

El documento PDF debe estar abierto para que sea posible la impresión y copia de información por parte de cualquier interesado que quiera consultar el proyecto.

El fichero incluirá los marcadores necesarios para facilitar la navegación directa por el "Documento":

- Memoria: Se marcará por capítulos.
- Anejos: Se marcará los apartados y anexos que puedan existir dentro del propio anejo.
- Planos: Se marcará cada uno de los planos con su correspondiente numeración y título.

- Presupuesto: Se marcará por capítulos el apartado de mediciones y el apartado de valoraciones parciales y generales.

Se incluirán tanto los PDFs por separado como un PDFs único el que, con su correspondiente índice y marcadores, incluya todos los PDFs que forman el proyecto de obras ejecutadas en un único documento.

1.13.4.2 Documento digital ficheros fuente (documento editable)

Contendrá ficheros en su formato original utilizados para la confección del documento en su edición impresa y su estructura será la que aparece definida en el Apartado Estructura del presente documento.

En el caso que el documento en origen sea un PDF, éste se duplicará tanto en la edición PDF como en la edición digital.

Las referencias externas de los planos serán ubicadas en un subdirectorio REFX. El plano deberá contener referencias con rutas RELATIVAS y no absolutas, de forma que al copiar o mover la carpeta completa de planos y sus subcarpetas REFX no inutilice los mismos por no cargar las referencias externas.

En caso que sean archivos procedentes de un software no habitual (CAD, Office, Presto, EPLAN, ...) adjuntará dicho programa o un visualizador gratuito de los mismos.

1.13.5 Estructura

La estructura que deberá tener el Proyecto de Obras Ejecutadas tanto en su edición impresa como en su edición digital, es la siguiente:

POE

ORIGINAL

DOC Nº1 MEMORIA Y ANEJOS

0 MEMORIA

1 ANEJO Nº1 ACTA PRECIOS CONTRA

2 ANEJO Nº2 DOC ADMIN

3 ANEJO Nº3 EXPLOT Y MANT

- 1 CARAC. TECNICAS
- 2 MEMORIA FUNCIONAMIENTO
- 3 MANUAL OPER Y MANT.
- 4 GARANTIAS
- 5 EQUIPOS
 - 1 MECANICOS
 - 2 ELECTROMECHANICOS
 - 3 BT, MT y AT
 - 4 INSTRUMENTACION
 - 5 CCM

- 6 PLC
- 7 ESPECIALES
- 6 CONTROL Y SOFTWARE
 - 1 CUADERNO DE TAREAS
 - 2 PROGRAMACION PLC
 - 3 3SOFTWARE
 - 4 4 MAPEADOS
 - 5 5 SCADA Y OP
- 7 REDES E INCORP.
 - 1 FICHAS INSPECCION
 - 2 DELIMITACION REDES
 - 3 GESTIÓN DEL SUELO
- 8 CONTROL CALIDAD O.C.
 - 01 HORMIGON
 - 02 ACERO CORRUGADO
 - 03 TUBERÍAS HORMIGÓN
 - 04 TUBERÍAS PE
 - 05 TUBERÍAS FUNDICIÓN
 - 06 ESTANQUEIDAD Y CÁMARA
 - 07 MATERIALES RELLENO
 - 08 ELEMENTOS ACERO INOXIDABLE
 - 09 ACERO ESTRUCTURAL
- 9 SS
 - 1 AUDITORÍA
 - 2 EVA. RIESGOS INST

4 ANEJO Nº4 LEGALIZACIONES

AT
BT
ELEVACION
SCI
GAS CLIMA
INST TERMICAS
APP
APQ
PRESION
LIC ACTIVIDAD

5 ANEJO Nº5 DOC OBRA

- 1 SEGUIMIENTO

- 1 ACTAS
- 2 PLANOS AVANCE MENSUAL
- 3 PARTES DIARIOS
- 2 FOTOGRAFIA
 - 1 PROGRESO
 - 2 FIN OBRA
- 3 SEGURIDAD Y SALUD
- 4 SEGUIMIENTO MA
 - 1 PVA
 - 2 INF MENSUALES
 - 3 ESPECIES PROTEGIDAS
 - 4 SUELOS

DOC Nº2 PLANOS

DOC Nº3 VALORACIONES

DOC Nº1 MEDICIONES

DOC Nº2 CUADRO PRECIOS Nº1

DOC Nº3 VALORA PARCIALES Y GENERALES

DOC Nº4 DATOS PARA CERT FINAL

PDF (misma estructura que el original)

1.13.6 Contenido

El contenido que deberá tener el Proyecto de Obras Ejecutadas tanto en su edición impresa como en su edición digital (salvo indicación expresa), es la que se propone a continuación.

No obstante, y dadas las particularidades específicas de algunas de las obras, este contenido podrá ser aumentado y reducido a criterio del Director de Obra.

DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEJOS

- Memoria
- Anejos
 - Anejo 1: Acta de precios contradictorios (Se prepara en el CABB)
 - Anejo 2: Documentación administrativa del contrato (Se prepara en el CABB, formato PDF)
 - Anejo 3: Documentación de explotación y mantenimiento
 - ~ 3.0 Índice de documentación entregada
 - ~ 3.1 Características técnicas
 - * Descripción técnica
 - * Cálculos de obra civil e instalaciones (anejos incluidos solo en la edición digital)
 - Cálculos estructurales
 - Cálculos hidráulicos

Diseño de conducciones

Diseño de instalaciones

Diseño de aire comprimido

Diseño de ventilación y desodorización

Diseño de obras especiales

~ 3.2 Memoria de funcionamiento

~ 3.3 Manual de operación y mantenimiento

~ 3.4 Garantías

* Listado de mantenedores

~ 3.5 Equipos (incluido solo en la edición digital)

* 3.5.0: Listado de equipos

* 3.5.1: Equipos mecánicos

Ficha de equipos. Datos técnicos

Catálogos

Manual de operación y mantenimiento. Repuestos recomendados

Certificados CE y calidad

* 3.5.2: Equipos electromecánicos

Ficha de equipos. Datos técnicos

Catálogos

Manual de operación y mantenimiento. Repuestos recomendados

Certificados CE y calidad

* 3.5.3: Instalación eléctrica BT, MT y AT:

Ficha de equipos. Datos técnicos

Catálogos

Manual de operación y mantenimiento. Repuestos recomendados

Certificados CE y calidad

* 3.5.4: Instrumentación

Ficha de equipos. Datos técnicos

Catálogos

Manual de operación y mantenimiento. Repuestos recomendados

Certificados CE y calidad

* 3.5.5: CCM

Ficha de equipos. Datos técnicos

Catálogos

Manual de operación y mantenimiento. Repuestos recomendados

Certificados CE y calidad

* 3.5.6: PLC

Ficha de equipos. Datos técnicos

Catálogos

Manual de operación y mantenimiento. Repuestos recomendados

Certificados CE y calidad

* 3.5.7: Equipos con requisitos especiales

Ficha de equipos. Datos técnicos

Catálogos

Manual de operación y mantenimiento. Repuestos recomendados

Certificados CE y calidad

~ 3.6 Control y software (incluido solo en soporte digital)

* 3.6.1: Cuaderno de tareas

* 3.6.2: Programación PLC

* 3.6.3: Software

* 3.6.4: Mapeados

* 3.6.5: Pantallas SCADA y OP

~ 3.7 Delimitación de redes e incorporaciones (incluido solo en soporte digital)

* 3.7.1: Fichas de inspección de los pozos de registro

* 3.7.2; Plantas generales de delimitación de redes

* 3.7.3: Gestión del suelo

3.7.3.1: Titularidades y servidumbres

3.7.3.2: Expropiaciones

~ 3.8 Control de calidad Obra Civil (incluido solo en soporte digital)

* 3.8.1: Hormigón

* 3.8.2: Acero corrugado

* 3.8.3: Tuberías de hormigón

* 3.8.4: Tuberías de PE

* 3.8.5: Tuberías de fundición

* 3.8.6: Pruebas de estanqueidad e inspecciones con cámara

* 3.8.7: Materiales de relleno

* 3.8.8: Elementos de acero inoxidable

* 3.8.9: Acero estructural

~ 3.9 Seguridad y salud

* 3.9.1: Informe de auditoría de seguridad

* 3.9.2: Evaluación de riesgos de la instalación

- Anejo 4: Legalización de instalaciones

~ 4.0 Índice de documentación

~ 4.1 Instalación eléctrica de Alta Tensión

~ 4.2 Instalación eléctrica de Baja Tensión

~ 4.3 Aparatos elevadores

~ 4.4 Sistemas contra incendios

~ 4.5 Instalaciones de gas y climatización

~ 4.6 Instalaciones térmicas

- ~ 4.7 Almacenamiento de productos petrolíferos
- ~ 4.8 Almacenamiento de productos químicos
- ~ 4.9 Equipos a presión
- ~ 4.10 Licencia de actividad
- Anejo 5: Documentación propia de las obras ejecutadas (incluido solo en soporte digital)
 - ~ 5.1 Seguimiento de obra
 - * 5.1.1 Actas
 - * 5.1.2 Planos de avance mensuales
 - * 5.1.3 Partes diarios
 - ~ 5.2 Documentación fotográfica (incluido solo en soporte digital)
 - * 5.2.1: Progreso de las obras
 - * 5.2.2: Obra finalizada
 - ~ 5.3 Seguridad y salud
 - ~ 5.4 Seguimiento medioambiental
 - * 5.4.1: Plan de vigilancia ambiental
 - * 5.4.2: Informes mensuales
 - * 5.4.3: Informe de especies protegidas
 - * 5.4.4: Caracterización de suelos

DOCUMENTO 2: PLANOS

DOCUMENTO 3: VALORACIONES

- DOCUMENTO Nº3.1 MEDICIONES (la edición digital debe ser word, bc3 y pdf)
- DOCUMENTO Nº3.2 CUADRO DE PRECIOS Nº1 (la edición digital debe ser word, bc3 y pdf)
- DOCUMENTO Nº3.3 VALORACIONES PARCIALES Y GENERALES (la edición digital debe ser word, bc3 y pdf)
- DOCUMENTO Nº3.4 DATOS PARA LA CERTIFICACION FINAL (la edición digital debe ser Word y PDF con las firmas, se prepara en el CABB)

2. ORIGEN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

2.1 Materiales de obra civil

Este capítulo hace referencia al origen y características de los materiales a ejecutar en este proyecto que con carácter particular son de relevancia y no quedan cubiertos en los términos expresados en el Capítulo II del PPTG adjunto a este proyecto.

2.1.1 Hormigones

Se establece para este proyecto la obligatoriedad del cumplimiento del Código Estructural recientemente aprobado en condiciones equivalentes a las que se establecen para la EHE según el PPTG de este proyecto.

2.1.2 Barras corrugadas para hormigón armado

Las barras de acero a utilizar en armaduras pasivas serán B500SD.

En todo caso serán materiales con certificación de calidad, realizándose los ensayos prescritos en el código estructural.

2.1.3 Mallas electrosoldadas

Las mallas electrosoldadas cumplirán lo establecido en el código estructural.

2.1.4 Acero en perfiles laminados

El acero laminado será del tipo S-275 JR o de calidad semejante siempre que sus características mecánicas estén dentro de las especificaciones siguientes:

- Carga de rotura
Comprendida entre cuarenta y dos (42) y cincuenta (50) kilogramos por milímetro cuadrado.
- Límite de fluencia
- Superior a veinticinco (25) kilogramos por milímetro cuadrado.
- Alargamiento mínimo de rotura
Veintitrés por ciento (23%).
- Resistencia mínima
Dos con ocho (2,8) kilogramos por metro, a más de veinte grados centígrados (20 °C).

Los contenidos máximos en azufre y fósforo, serán inferiores a seis (6) diezmilésimas y su contenido en carbono, inferior a veinticinco (25) diezmilésimas.

Las condiciones de pliegado serán las establecidas en la norma MV - 102.

Los electrodos a utilizar para la soldadura, serán de cualquiera de los tipos de calidad estructural definidos en la norma UNE-14003. La clase, marca y diámetro a emplear, serán propuestos por el Contratista a la Dirección de la Obra, antes de su uso, para su aprobación.

2.1.5 Acero inoxidable

Los aceros inoxidables tendrán un contenido mínimo para su alta resistencia a la corrosión de:

- Cromo = 18%
- Níquel = 8%
- Molibdeno = 2%

Los tipos a emplear, de acuerdo con la nomenclatura de las normas AISI, serán el 316 o el 316 L. El acabado de su superficie será de acuerdo con la norma DIN 17.440 tipo III-d o las normas AISI tipo BA. No se permitirá en obra civil el empleo de cualquier otro tipo de acero inoxidable.

Asimismo presentará las siguientes características mecánicas:

AISI 316

- Límite elástico para remanente 0,2%: 22 kg/mm²
- Resistencia rotura: 50/70 kg/mm²
- Alargamiento mínimo: 35%
- Módulo de elasticidad: 20.300 kg/mm²

Los electrodos empleados para la soldadura cumplirán las especificaciones de las normas ASTM o la AWS, y los operarios que realicen estas soldaduras deberán estar homologados por el Instituto Nacional de Soldadura.

El Contratista requerirá de los suministradores las correspondientes certificaciones de composición química y característica mecánicas y controlará la calidad del acero inoxidable para que el material suministrado se ajuste a lo indicado en este apartado del presente Pliego y en la Normativa Vigente.

2.1.6 Juntas de estanqueidad para revestimientos de hormigón

Estarán constituidas por perfil termoplástico de PVC fabricado por extrusión y dispondrán de lóbulo central hueco y nervaduras laterales así como taladros que permitan su adecuada fijación y posicionado en obra.

El material cumplirá las especificaciones siguientes:

- Contenido en sólidos 100%
- Resistencia mínima a tracción 135 kg/cm²
- Alargamiento mínimo en rotura 250%
- Punto de ablandamiento (según B.S.) 42° a 52°
- Dureza Shore "A" mínima 70

La junta admitirá sin daños las deformaciones mínimas siguientes:

- En tracción 10 mm.
- A cizalladura 20 mm.

2.1.7 Tubos y piezas de fundición dúctil para saneamiento

2.1.7.1 Tubos

En general deberán cumplir las especificaciones que se concretan en las normas internacionales siguientes:

- ISO 2531 Tubos, uniones y piezas accesorias en fundición dúctil para canalizaciones con presión.
- ISO 4179 Tubos de fundición dúctil para canalizaciones con y sin presión. Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado. Prescripciones generales.
- ISO 8179 Tubos de fundición dúctil. Revestimiento externo de cinc.
- ISO 8180 Canalizaciones de fundición dúctil. Manga de polietileno.
- ISO 4633 Juntas de caucho. Especificación de los materiales.
- ISO 6600 Control de la composición del mortero recién aplicado.
- ISO 9001 Modelo para el aseguramiento de la calidad en producción e instalación.

Descripción:

Los tubos serán colados por centrifugación en molde metálico y estarán provistos de una campana en cuyo interior se alojará un anillo de caucho, con ello se asegurará una estanqueidad perfecta en la unión entre tubos. (Las características de la unión quedan reflejadas en el apartado correspondiente).

Características mecánicas mínimas

Las características mecánicas son las indicadas en la tabla siguiente:

Carga de rotura:	> 42 kg/mm ²
Límite elástico (0,2%):	> 30 kg/mm ² (1)
Alargamiento, a rotura:	> 10%
Dureza:	< 230 HB

(1) Se admite un límite elástico de 27 kgf/mm² con un alargamiento a rotura > 12%.

Estas características serán comprobadas sistemáticamente durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma ISO 2531.

Características geométricas

Las dimensiones y pesos son los que se indican en la tabla siguiente:

DN M	L m	e mm	DE mm	DI mm	P mm	B mm	Pesos medios aprox. KgIm
150	6	6,0	170	173	98	243	27,5

Pruebas-Ensayos

Todos los tubos serán sometidos en fábrica y antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica durante un tiempo de 10 segundos. Dicha prueba consistirá en mantener agua a presión en el interior del tubo y no se deberá apreciar ningún tipo de pérdidas. La prueba se realizará en la misma línea de fabricación.

DN mm	Presión de prueba bar
60 a300	50

Revestimientos

Interior

Todos los tubos estarán revestidos internamente con una capa mortero de cemento aluminoso aplicada por centrifugación.

Los espesores de la capa de mortero de cemento aluminoso una vez fraguado son:

DN (mm)	Espesor, e (mm)	
	Nominal	Tolerancia
60-300	3,5	-1,5

La zona interior de la campana y el frontis estarán revestidos con pintura epoxi, de espesor mínimo medio de 150 μ , y mínimo puntual de 100 μ .

Exterior

Los tubos estarán revestidos externamente con dos capas:

- Una primera con cinc metálico, realizada por electrodeposición de hilo de cinc de 99% de pureza. La cantidad depositada será como mínimo de 200 gr/m². Esta cantidad es superior a la exigida por la norma ISO 8179, la cual especifica 130 gr/m².
- Una segunda de pintura epoxi roja:
 - Caña tubo:
 - ~ espesor mínimo medio 120 μ
 - ~ espesor mínimo puntual 90 μ
 - Extremo liso (170 mm):
 - ~ espesor mínimo medio 200 μ
 - ~ espesor mínimo puntual 135 μ

La aplicación de recubrimiento exterior estará realizada de forma tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección (por ejemplo un secado en estufa).

Marcado

Todos los tubos llevarán de origen las siguientes marcas:

Diámetro nominal:	El que corresponda
Tipo de unión:	STD
Material:	GS
Fabricante:	PAM
Nº identificación:	Año/semana/día/nº orden

Garantía de calidad

El proceso de producción estará sometido a un sistema de control de calidad, el cual asegura el cumplimiento de toda la normativa de referencia.

El fabricante tendrá un documento con el sistema de control de calidad, en el que figurarán los puntos de inspección y los medios utilizados para la realización de los ensayos requeridos.

Como garantía de calidad se ofrecerá la homologación según ISO 9001.

2.1.7.2 Piezas especiales

En general deberán cumplir las especificaciones que se concretan en las normas Internacionales siguientes:

ISO 2531: Tubos, uniones y piezas accesorias en fundición dúctil para canalizaciones con presión.

Descripción

Las piezas especiales (codos, té, etc.) estarán fabricadas en fundición dúctil con espesores de serie K-14 para las té y K-12 para el resto.

El sistema de unión permitirá el perfecto acoplamiento con los extremos lisos de los tubos.

Características mecánicas mínimas

Las características mínimas son las indicadas en la tabla siguiente:

Carga de rotura: $\geq 40 \text{ kg/mm}^2$

Límite elástico (0,2%): $\geq 30 \text{ kg/mm}^2$

Alargamiento a rotura: $\geq 5\%$

Dureza: $\leq 250 \text{ HB}$

Estas características serán comprobadas sistemáticamente durante el proceso de fabricación, según las especificaciones de la norma ISO 2531.

Pruebas - Ensayos

Todas las piezas especiales serán probadas en fábrica a ensayo de estanqueidad con aire durante 15 segundos. Dicha prueba consistirá en mantener la pieza con aire a 1 bar de presión y comprobar la estanqueidad con un producto jabonoso.

Revestimientos

Tanto interior como exteriormente las piezas estarán revestidas con empolvado epoxi de forma que el espesor de la capa sea 150μ .

Marcado

Todas las piezas llevarán de origen las siguientes marcas:

Tipo de unión: TRIDUCT

Material: GS

Fabricante: PAM

Año: dos cifras

Angulo de codos: 1/4, 1/8, 1/16, 1/32

Bridas: PN y DN

Garantía de calidad

El proceso de producción estará sometido a un sistema de control de calidad, el cual asegura el cumplimiento de toda la normativa de referencia.

El fabricante tendrá un documento con el sistema de control de calidad, en el que figurarán los puntos de inspección y los medios utilizados para la realización de los ensayos requeridos.

Como garantía de calidad se ofrecerá la homologación según ISO 9001

2.1.7.3 Sistemas de unión

Tubos y piezas

Las uniones serán del tipo automática flexible. Este tipo de unión deberá ser tal, que una vez alojada la junta de caucho en su pista y se proceda al enchufado, la estanqueidad sea perfecta.

Además asegurará una resistencia al vacío mínima de 5 bar.

Cuando las piezas lleven unión con brida, esta estará de acuerdo con la serie ISO y podrá ser móvil.

Anillos de caucho

Los anillos serán de caucho sintético (Etileno - Propileno) conformes a la norma UNE-EN681-1 cuyas características más importantes son:

Dureza: 60 ± 5 (IRHD)

Carga de rotura: 9 MPa

Alargamiento: 300

Deformación permanente:(a) = 12 %

(b)= 20 %

(c) = 50 %

(a): Tras compresión durante 72 horas a 23 ± 2 °C

(b): Tras compresión durante 24 horas a 70 ± 1 °C

(c): Tras compresión durante 72 horas a -10 °C

Irán marcados de forma visible para su identificación (periodo de fabricación y fabricante).

Desviaciones

Las desviaciones máximas admisibles en las juntas quedan reflejadas en la tabla siguiente:

DN	Desviación
Mm	máxima
200-300	4°
80-150	5°

2.1.8 Tuberías de PEAD de pared compacta

2.1.8.1 Características generales

Las tuberías de polietileno contempladas en el presente proyecto son de pared compacta y alta densidad, PE-100 en este caso.

Estas tuberías son de aplicación tanto para saneamientos en lámina libre como bajo presión hidráulica interior.

Respecto a la norma aplicable, los tubos de polietileno empleados en las redes de saneamiento deberán cumplir, con carácter general, lo especificado por las siguientes normas según casos:

UNE-EN 12.666- Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Polietileno (PE).

Parte 1. Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.

UNE-EN 13.244- Sistemas de canalización en materiales plásticos, enterrados o aéreos, para suministro de agua en general, y saneamiento a presión. Polietileno (PE).

Parte 1. Generalidades

Parte 2. Tubos

Parte 3. Accesorios

Parte 4. Válvulas

Parte 5. Aptitud del sistema a la función.

En cuanto a la normativa sobre diseño hidráulico de las conducciones:

UNE-EN 53.959-IN- Plásticos. Tubos y accesorios de material termoplástico para el transporte de líquidos a presión. Cálculo de la pérdida de carga.

La normativa aplicable al diseño mecánico de las tuberías:

UNE-EN 53.331-IN- Criterios para la comprobación de los tubos de PVC y PE a utilizar en conducciones con o sin presión sometidos a cargas externas.

UNE-EN 1295-1- Cálculo de la resistencia mecánica de tuberías enterradas bajo diferentes condiciones de carga. Parte 1: Requisitos generales.

Como se ha citado, las tuberías de polietileno serán de alta densidad y se ajustarán a las condiciones recogidas en la Norma UNE 53.365 "Tubos y accesorios de PE de alta densidad para canalizaciones subterráneas, enterradas o no, y empleadas para la evacuación y desagüe. Características y métodos de ensayo". En todo lo que no afecte a lo indicado en la citada norma, también serán de aplicación las siguientes:

- UNE 53.131/82 "Tubos de polietileno para conducciones de agua a presión. Medidas y características"
- UNE 53.133/82 "Tubos de polietileno para conducciones de agua a presión. Métodos de ensayo"
- UNE 53.381/85 "Tubos de polietileno reticulado para conducciones de agua a presión, fría y caliente. Características y métodos de ensayo"

2.1.8.2 Control de calidad

Se exigirá el Certificado de Origen Industrial, o el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica, para su recepción en obra.

El fabricante comunicará a la Dirección de Obra las fechas de la realización de las pruebas de la partida correspondiente.

2.1.9 Tuberías de saneamiento por vacío

Se pueden utilizar varios materiales para los colectores de un sistema de saneamiento por vacío. Dadas las particularidades de ubicación del proyecto, en el Puerto de Bilbao, y del terreno en el que se colocarán las tuberías, en este caso se establece el uso de tuberías de Polietileno.

2.1.9.1 Condiciones Generales

Se cumplirá lo establecido en las normas *UNE-EN 16932-3:2019* y *UNE-EN 1091. Sistemas de alcantarillado por vacío en el exterior de los edificios* y *UNE-EN 12091 Redes de evacuación por vacío en el interior de edificios* para cada tipo de conducción y por este orden de prioridad.

Los componentes de la tubería de vacío incluyendo juntas, tubos, piezas de ajuste y materiales de sellado deberán cumplir con lo dispuesto en la norma *UNE-EN 1293 "Requisitos generales para los componentes utilizados en tuberías de evacuación, sumideros y alcantarillado presurizados neumáticamente"*.

Asimismo, se atenderá a las condiciones definidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de polietileno, siempre que no contradigan lo dispuesto en las normas anteriores.

Los tubos, los accesorios y las uniones deben diseñarse para resistir esfuerzos debidos a la presión que ejerce el terreno, al tráfico, a la flotación y a toda la gama de presiones negativas en el interior de la tubería debidas al funcionamiento o ensayo del sistema. Deben asimismo fabricarse de forma que sean estancos al aire y al agua (a una presión interna de aire superior e inferior a la presión atmosférica) durante toda la vida prevista en las condiciones de carga establecidas.

El diámetro permitido para colectores de vacío se establece entre 90 mm en 250 mm.

2.1.9.2 Características de los Materiales

Se utilizarán tuberías de polietileno de alta densidad PEAD PE100 con un índice de presión mínimo de 1 MPa (PN10).

Las tuberías tendrán que soportar presiones interiores negativas. El fabricante garantizará su funcionamiento por 50 años de vida a una presión de hasta -0,7 bar.

Sin embargo, dado que la red de saneamiento puede entrar parcialmente en carga debido a caudales excepcionales o por obstrucción de una tubería, deberá resistir una presión interior positivas de un kilopondio por cm².

2.1.9.3 Juntas y uniones

Las juntas entre tubos se ejecutarán con manguito electrosoldable.

Para los accesorios y piezas especiales utilizarán elementos con manguito de junta elástica, compatibles con redes de saneamiento por vacío. Dichos elementos se corresponden principalmente con los saltos o "lifts", codos y piezas especiales para conexión de los ramales de menor entidad (incorporaciones) y las acometidas directas desde algunas cámaras colectoras.

Los manguitos de junta elástica especiales deberán ser específicos para vacío y certificados por el fabricante. Serán capaces de resistir sollicitaciones mecánicas y el rango de presiones

negativas en el interior de la tubería provocadas por el funcionamiento del sistema y ensayos. El fabricante garantizará su funcionamiento por 50 años de vida a una presión de hasta -0,7 bar. En su elección, el proyectista deberá tener en cuenta las solicitudes a que ha de estar sometida la tubería, especialmente las externas, rigidez de la cama de apoyo, etc. así como la agresividad del terreno, del efluente y de la temperatura de éste y otros agentes que puedan alterar los materiales que constituyen la junta. En cualquier caso, las juntas serán estancas tanto a la presión de prueba de estanqueidad de los tubos como a posibles infiltraciones exteriores, resistirán los esfuerzos mecánicos y no producirán alteraciones apreciables en el régimen hidráulico de la tubería.

El contratista está obligado a presentar planos y detalles de la junta que se va a emplear de acuerdo con las condiciones del proyecto, así como tolerancias, características de los materiales, elementos que la forman y descripción del montaje para el visto bueno del suministrador de equipos de saneamiento por vacío y su posterior aprobación por parte de la dirección de obra. El director, previos análisis y ensayos que estime oportunos, aceptará la propuesta o exigirá las modificaciones que considere convenientes.

2.1.9.4 Piezas especiales

Se define como elevación, resalto o lift al conjunto de piezas de PVC, codos, juntas y piezas especiales necesarias a instalar en el sistema de vacío para la formación de un escalón que favorezca la mezcla de aire y agua, para permitir el efecto de vacío deseado. Así mismo, permiten recuperar cota a lo largo de los trazados. El fabricante garantizará su funcionamiento por 50 años de vida a una presión de hasta -0,7 bar.

Las mismas condiciones aplican al resto de piezas especiales necesarias a lo largo de la red de colectores (codos, acometidas, etc.).

2.1.10 Accesorios

Todos los accesorios, herrajes, elementos de protección y seguridad, etc., instalados en las obras de fábrica estarán conformes con las dimensiones que figuran en los planos del proyecto y cumplirán las especificaciones correspondientes del P.P.T.G.

Estarán formados a partir de los siguientes materiales:

- Abrazaderas de sujeción de tuberías de telemando:
Acero Inox AISI 316 L
- Barandillas y pasamanos:
Acero AISI 316 L o PRFV según presupuesto.
- Escaleras y elementos de protección:
Acero AISI 316 L o PRFV según presupuesto.
- Placas embebidas en hormigón y ganchos:
Acero AISI 316 L
- -Cadenas de seguridad:
Acero AISI 316 L
- Pantallas deflectoras:
 - Pantalla: Poliéster reforzado con fibra de vidrio
 - Marco: Acero AISI 316 L
 - Tornillería: NYLON o Acero AISI 316 L

- Pates de bajada:
 - Cubierta: Polipropileno inyectado
 - Núcleo: Acero AEH 400 N
- Tapas de registro circulares:
 - Marco y tapa: Fundición dúctil
 - Junta: P.V.C
- Tapas de registro cuadradas o rectangulares:
 - Marco y tapa: Fundición dúctil
 - Junta: Metal-Metal, mecanizada
 - Relleno de la tapa: Mortero de cemento y acabado en solado si procede
- Tuberías de impulsión:
Acero AISI-316 L
Fundición
- Otros herrajes embebidos en hormigón:
Acero AISI 316 L
- Rejillas de tramex:
Poliéster reforzado con fibra de vidrio.
Acero AISI-316 L

2.1.11 Elementos metálicos

2.1.11.1 Cadenas de Seguridad

Las cadenas de seguridad serán del tipo y dimensiones definidas en el Proyecto.

Las cadenas de acero inoxidable se construirán con material del tipo AISI 316 L.

Las rebabas producidas por la soldadura serán eliminadas quedando la unión lisa y redondeada.

Las cadenas de seguridad serán sometidas a ensayos de tracción y deberán resistir al menos los siguientes esfuerzos:

- | | |
|-----------------------|-------|
| • Esfuerzo de rotura: | 30 KN |
| • Esfuerzo ensayo: | 15 KN |

2.1.11.2 Pasamanos y barandillas

Los pasamanos y barandillas se construirán en acero inoxidable tubular según se indica en los planos, con estructura tubular de diámetro superior a 40 mm, formada por al menos dos tubos horizontales de separación mínima 400 mm, con soportes verticales separados 1,5 m como máximo. La altura mínima será de 900 mm. Todos los pasamanos y barandillas dispondrán de rodapié inferior, del mismo material y altura mínima 150 mm.

Las barandillas de acero inoxidable estarán construidas a partir de acero tipo AISI 316 L.

2.1.11.3 Escaleras

Las escaleras tendrán la forma y dimensiones definidas en el Proyecto.

Las escaleras de acero inoxidable estarán constituidas a partir de acero tipo AISI 316 L.

2.1.11.4 Registros de fundición

- Especificaciones según norma UNE EN-124.
- Marcado y control calidad según norma UNE EN-124.
- Abertura mínima libre 700 mm.
- Resistencia clase D400 (carga rotura >400 KN).
- Tapa articulada de fácil apertura con sistema de bloqueo.
- Contacto con marco mediante anillo elastomérico estanco y anti-ruido.
- Revestimiento: pintura hidrosoluble negra, no tóxica ni inflamable.
- Sistema de cierre antivandálico.
- Inscripción: Saneamiento, Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia, anagrama.

2.1.12 Tapas y marcos de fundición en infraestructuras

Las tapas y marcos a colocar en aceras o viales serán de fundición nodular o dúctil. Deberán cumplir la norma UNE EN - 124 en todos sus apartados y serán siempre de la clase D-400.

Las tapas y marcos a colocar para las redes de energía eléctrica serán las indicadas por la empresa explotadora de dicho servicio.

Las tapas y marcos a colocar para la red de alumbrado serán también de fundición nodular.

Las tapas y marcos en las redes de infraestructuras de la Planta de Tratamiento deberá seguir la norma europea UNE EN-124 y podrán ser de fundición nodular o de polipropileno.

Las tapas cumplirán, además:

- Las tapas no tendrán agujeros de ventilación.
- El apoyo de la tapa, deberá realizarse en una sección mecanizada que asegure el correcto asiento.
- Deberá tener un sistema de sujeción que evite la rotación de la tapa o la apertura no deseada. Este sistema deberá estar protegido con una pieza de bloqueo que requiera un dispositivo de apertura.

Para la aprobación del suministrador de cualquier tapa de arqueta el Contratista deberá presentar:

- Certificado de cumplimiento de la norma UNE EN - 124.
- Sello Aenor o similar de un país de la Unión Europea con fecha posterior al año 2001, referente a la fabricación de las tapas a colocar
- Lugar de fabricación que deberán realizarse en todos sus aspectos, incluida la fundición, en un país de la Unión Europea.
- Control de calidad que se compromete a presentar el suministrador de las tapas en referencia a la fabricación de las tapas a colocar en obra.

2.1.13 Materiales no especificados en el pliego

Los materiales cuyas condiciones no están especificadas en este Pliego (de particulares o de generales) cumplirán las prescripciones de los Pliegos, Instrucciones o Normas aprobadas

con carácter oficial en los casos en que dichos documentos sean aplicables en los términos descritos en el presupuesto.

La Dirección de la Obra podrá rechazar dichos materiales si no reúnen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivará su empleo, y sin que el Contratista tenga derecho, en tal caso, a reclamación alguna.

2.2 Normas y especificaciones de equipos mecánicos

2.2.1 Condiciones generales

Se tratará en este capítulo de cumplimentar una serie de normas y calidades mínimas que se exigirán a los distintos equipos de instalaciones que constituyen la esencia de la obra proyectada. Resulta de obligado cumplimiento las especificaciones técnicas indicadas en **Anejo nº13 Equipos electromecánicos** del presente proyecto.

Asimismo, la forma en que se efectuará la medición y abono será por aplicación de los precios de los distintos equipos e instalaciones, que aparecen en el Cuadro de Precios nº 1.

2.2.1.1 Normas y códigos aplicables

Las normas y códigos a tener en cuenta para el diseño de la instalación serán las siguientes:

- ISO
Tuberías y válvulas de PVC.
- AGMA
Motorreductores.
- NFPA
Equipos eléctricos.
- IEC
Equipos eléctricos.
- DIN y UNE
Tuberías a presión, válvulas.
Equipos de saneamiento por vacío
- Reglamento de recipientes a presión.
- Reglamento de aparatos que utilizan combustibles gaseosos.
- Redes y acometidas de combustibles gaseosos.
- Normas básicas de instalación de gas.
- Redes de gases.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión.
- Reglamento de Alta Tensión.
- Estaciones de transformación de energía eléctrica.
- Instrucciones MIBT.
- Líneas aéreas de Alta Tensión.
- Redes eléctricas.

2.2.1.2 Materiales y/o equipos suministrados por el contratista

Se presentarán al menos (2) propuestas de solución global del sistema de saneamiento por vacío que incluyan el equipamiento de todas las cámaras colectoras así como de la estación de vacío que cumplan los condicionantes de diseño del proyecto. En las propuestas se especificarán todos los equipos necesarios para el correcto funcionamiento del sistema en su conjunto, con indicación del número de unidades y características principales de cada uno de ellos. Se incluirá asimismo un estudio de los ajustes a realizar en el diseño de proyecto, en caso de ser necesarios.

Todos los elementos incluidos en cada una de las soluciones se ajustarán a las especificaciones establecidas en los documentos contractuales del Proyecto. Las propuestas vendrán avaladas por un suministrador de tecnología de saneamiento por vacío con experiencia y referencias en sistemas similares al proyectado, que asumirá, junto con el contratista, la garantía del diseño y del funcionamiento de los equipos propuestos.

Una vez estudiadas las propuestas, será la Dirección de Obra la que elija, a su juicio, la alternativa más ventajosa para los intereses de la obra. Se preceptivo en la elección por parte de la DO la solución finalmente implantada en el proyecto preliminar Fase I en caso de que se haya seleccionado ya por causa de una mejor gestión y operación del sistema de vacío con el mismo suministrador. No conllevará compensación alguna por ello al contratista en tanto todas las soluciones han quedado cubiertas en el cuadro de precios del proyecto actualizado.

Para el resto de los equipos (polipastos, sistema de ventilación, válvulas y ventosas de las conducciones de impulsión, equipos eléctricos, de control e instrumentación) el Contratista presentará a la Dirección de Obra tres (3) propuestas correspondientes a otros tantos fabricantes-suministradores de los materiales y/o equipos de forma que todas y cada una de ellas se ajuste a las especificaciones que para dichos materiales han sido establecidas en los documentos contractuales del Proyecto, con el fin de que la Dirección de Obra elija la propuesta que, a su juicio, resulte ser la más ventajosa para los intereses de la obra.

En todos los casos, si alguno de los suministradores incumpliese alguna de las precitadas condiciones su propuesta quedaría automáticamente anulada, debiendo el Contratista presentar una nueva proposición correspondiente a otro suministrador que se ajuste a dichas condiciones.

2.2.2 Válvulas de vacío, de interconexión o de interfase

Válvula de vacío, de interfase o de interconexión son las válvulas que permiten el acceso del caudal de agua residual y aire a la red de colectores de vacío. Funcionan por diferencia de presiones, por lo que no se necesita energía eléctrica para su apertura y cierre.

Para ello cuentan con varios elementos:

- Accionamiento: elemento que detecta la subida del nivel del agua residual en el sumidero colector (cámara húmeda) de la cámara colectora.
- Controlador: elemento que da orden de apertura a la válvula cuando el agua llega al nivel predeterminado y orden de cierre cuando finaliza el ciclo de aspiración de agua y aire.
- Válvula: equipo de conexión de la red en lámina libre con la red de vacío. El elemento más importante es una pieza móvil que permite cerrar y abrir la conexión en función de la orden del controlador.

Las válvulas de vacío y los elementos auxiliares mencionados deberán cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 1091.

Las válvulas deberán ser capaces de operar sin atascos un número especificado de veces sin más asistencia que el mantenimiento recomendado por el fabricante. Este número de operaciones será el mayor de los siguientes:

- El número requerido para evacuar 3.000 m³ de agua residual
- 250.000 operaciones.

Las válvulas deben ser capaces de operar sumergidas siempre que el respiradero no lo esté y poder ser reemplazadas en menos de 30 minutos.

El elemento de accionamiento (tubo sensor o boya) debe estar diseñado para resistir obstrucciones. En el caso de utilizar tubo sensor de nivel, este no deberá ser de diámetro interior menor de 45 mm.

El controlador deberá ser de fácil mantenimiento y estará fabricado en un material adecuado al uso en instalaciones de saneamiento por vacío en general y a las condiciones particulares del proyecto. Debe abrir la válvula sólo en caso de existir un vacío parcial mínimo de 15 kPa por debajo de la presión atmosférica; en caso de que la válvula de interconexión falle deberá permanecer cerrada. Además, debe ser ajustable de forma que pueda obtenerse una variedad de proporciones aire/agua y, si se instala en el sumidero colector, debe ser capaz de operar sumergido.

2.2.3 Válvulas de seccionamiento en la red de saneamiento por vacío

2.2.3.1 Válvulas de seccionamiento en las cámaras colectoras

Se incluye una válvula de seccionamiento aguas abajo de cada válvula de vacío que permitirá actuar sobre ella sin afectar a la red de vacío. Además se coloca una válvula adicional en la conducción de baipás proyectada en cada cámara (ver figura siguiente)

Dado que se trata de diámetros pequeños, se han previsto válvulas de PVC tipo de bola del mismo diámetro que las conducciones en las que se colocan: 90 mm aguas abajo de las válvulas de vacío y 50mm para la conducción de baipás. Se han previsto uniones roscadas a ambos lados de las válvulas.

En cámaras con más de una válvula de vacío, se colocará una válvula de seccionamiento aguas abajo de cada una de ellas.

Serán de aplicación las especificaciones incluidas en el capítulo de válvulas de bola del presente pliego.

No obstante a lo anterior, el suministrador de los equipos de vacío podrá proponer la tipología de válvulas que considere más recomendable, siempre que se igualen o mejoren las características de las válvulas propuestas en proyecto.

2.2.3.2 Válvulas de seccionamiento de la red de colectores

Las válvulas de seccionamiento o de aislamiento, se utilizan como válvulas de corte para permitir la sectorización de la red para facilitar la localización de fugas y el mantenimiento de las instalaciones.

Estas válvulas de aislamiento deberán poder operar con aguas residuales sometidas tanto a vacío como a presión. Deberán ser capaces de resistir un vacío diferencial de 80 kPa por debajo de la presión atmosférica.

La sección de paso de la válvula no debe ser inferior al DN/ID de la tubería.

Las válvulas se colocarán en arquetas que permitan el acceso para su mantenimiento, y se instalarán en las conducciones de vacío mediante uniones bridadas a ambos lados y con un carrete de desmontaje para posibilitar su retirada para mantenimiento o sustitución.

Como máximo cada 450 m se deberá poder aislar tramos de la red de alcantarillado por vacío para permitir reparaciones y localizar fallos. En las ramificaciones dicha distancia deberá ser como máximo de 200 m. Así mismo, se dispondrán válvulas de seccionamiento inmediatamente aguas arriba de los nudos de conexión entre ramales. Su localización será la recogida en los planos de proyecto, si bien podrá adaptarse según las recomendaciones del suministrador de los equipos de vacío siempre que sea aprobado por el Director de las obras.

Su control de calidad corresponde al control seguido por los elementos de valvulería y equipos recogidos en el artículo correspondiente del presente Pliego.

2.2.4 Bombas sumergibles

2.2.4.1 Generalidades

Se admitirán para trabajar total o parcialmente sumergidas en el líquido a bombear. Se emplearán siempre unidades diseñadas para instalaciones fijas, las bombas portátiles sólo podrán emplearse cuando se trate de achiques ocasionales.

Estarán diseñadas para que puedan ser extraídas fácilmente del fondo del pozo, y vueltas a colocar estando totalmente lleno de agua. Podrá trabajar de forma continua, intermitentemente y con largos períodos de espera sin que se afecte a su funcionamiento.

Las unidades comprenden la bomba sumergible, el motor, el acoplamiento especial para descargar de la bomba, el codo de descarga, guías para colocación, y cuantos elementos sean necesarios para el perfecto funcionamiento y colocación de la bomba. Todo el conjunto de bomba y accesorios debe ser fabricado por el mismo suministrador.

La bomba deberá llevar un elemento de frenado, que impida el giro del rodete en sentido contrario, en caso de corte de la energía eléctrica.

Todos los elementos rotativos de la bomba deberán estar equilibrados estática y dinámicamente.

El cuerpo de la bomba deberá tener todas sus superficies interiores mecanizadas y libres de defectos superficiales. Todos los puntos por donde exista circulación de agua deberán estar diseñados para que los cambios de velocidad sean graduales, y para que no se produzcan zonas muertas en la circulación del fluido. El espesor de la pared será el necesario para soportar la presión de trabajo.

Los rodetes de las bombas serán especiales para trabajar con líquidos cargados o con aguas residuales, siendo admisibles los siguientes tipos:

- Abierto, sea monocal o bicanal.
- Vortex.
- Canal.

Estarán cuidadosamente mecanizados, se construirán de una sola pieza. Serán capaces de resistir todas las anomalías de funcionamiento que se presenten, como son entradas de aire, turbulencias, etc., sin que se vea afectada la estructura del metal.

Se dispondrá en un punto accesible del Pozo de Bombeo, una placa con dos ganchos, donde se sujetarán la cadena de elevación de la bomba y cable eléctrico de conexión.

Los anillos de cierre que se sitúan en cada bomba deberán ser resistentes a la corrosión.

El eje del motor y del rodete de la bomba deberá ser el mismo, y con un diámetro suficiente para asegurar su rigidez, y prevenir la vibración a cualquier velocidad.

Las guías para deslizamiento y colocación de la bomba, deberán construirse con materiales resistentes a la corrosión.

2.2.4.2 Materiales

Los materiales de las bombas serán de primera calidad, libres de defectos e imperfecciones y con las características que a continuación se indican. Los materiales aquí no especificados deberán ser aprobados antes de su colocación.

Bombas axiales

- Alojamiento del motor: EN-GJL-250
- Cámara directriz: 0.6025/GG25
- Anillo de desgaste: 1.4008/GS-X8CrNi14.1
- Alabes de la hélice: 1.4340 / G-X40CrNi274
- Eje del motor: 1.4021 / X 20 Cr 13
- Tornillería: S.S. 1,4401(AISI 316)
- Estanqueidad en el eje: Doble junta mecánica SiC

Bombas de achique

- Alojamiento del motor: EN-GJL-250
- Eje del rotor: AISI-420
- Impulsor: EN-GJL-250
- Voluta: EN-GJL-250
- Tornillería exterior: AISI-316
- Asa de izado: AISI-316
- Placa base: EN-GJL-250
- Recubrimiento: Resina epoxídica 2 componentes 120 um

Motobombas EBAR

- Alojamiento del motor: Fundición gris GG-25
- Eje del rotor: AISI-420
- Impulsor: Fundición gris GG-25
- Voluta: Fundición gris GG-25
- Tornillería exterior: AISI-316

Si se desea por alguna razón colocar otros materiales distintos de los anteriormente indicados, deberá proponerse para su aprobación dichos materiales, adjuntando una completa especificación de los mismos.

Todos los materiales serán probados de acuerdo con los métodos que sean especificados por las normas DIN.

2.2.4.3 Diámetros y bridas

Los diámetros nominales de las bridas de las aspiraciones e impulsiones de las bombas, se ajustarán a las normas DIN.

2.2.4.4 Motores

Las exigencias para este tipo de motor especial, son las que a continuación se indican:

- Los motores deben ser de eje vertical, podrán trabajar totalmente sumergidos.
- La potencia suministrada será la adecuada para cubrir las necesidades de la bomba, y se tendrán en cuenta las indicaciones dadas para los motores horizontales.
 - Bombas achique obra derivación: Las bombas tendrán una potencia nominal en el eje de 14 Kw.
 - Bombas axiales obra derivación: Las bombas tendrán una potencia nominal en el eje de 200 Kw.
 - Bombas achique acceso exterior: Las bombas tendrán una potencia nominal en el eje de 9 Kw.
 - Motobombas EBAR: Las bombas tendrán una potencia nominal en el eje de 450 Kw.
 - Bombas achique EBAR: Las bombas tendrán una potencia nominal en el eje de 55 Kw.
 - Bombas vaciado EBAR: Las bombas tendrán una potencia nominal en el eje de 75 Kw.

La velocidad de giro será la adecuada para cubrir las necesidades de la bomba y deberá ser inferior a 1.500 r.p.m.

- La frecuencia será de 50 Hz.
- La intensidad en el arranque será igual o inferior a 1,4 veces la intensidad nominal.
- El $\cos \varnothing$ será superior o igual a 0,9.
- La tensión de alimentación será de 380/220 Voltios, salvo en los motores de potencia superior a 100 CV., en los que se podrán emplear tensiones más altas.

Los motores se diseñarán para trabajar de forma continua, sin que la temperatura exceda de la permitida para el tipo de aislamiento que tienen los motores. La temperatura del motor se medirá teniendo en cuenta que la temperatura ambiente es de 40º C. Su factor de servicio será S-1 (puede funcionar en continuo sin problemas de calentamiento).

- Arranque

El motor tendrá un par suficiente, para que pueda arrancar la bomba con una tensión de $\pm 10\%$ de la nominal. Igualmente será capaz de arrancar un mínimo de 12 veces por hora, sin que se experimente calentamiento en alguna de sus zonas.

- Refrigeración

La refrigeración del motor estará directamente ligada a su potencia. En unidades pequeñas hasta 15 CV., se podrá emplear la refrigeración por aletas, siendo el elemento refrigerante el líquido a bombear o el aire, cuando el nivel de agua es mínimo en el Pozo.

Para potencias superiores, el motor deberá refrigerarse por medio de un líquido que puede ser el propio bombeado, o bien uno especial trabajando en circuito cerrado. En el caso de que sea el propio líquido bombeado se tomarán las precauciones necesarias, para que la suciedad que puede arrastrar no produzca obstrucciones en dicho circuito. Para favorecer esta refrigeración se situarán en el eje de giro, turbinas que favorezcan la circulación de este líquido refrigerante. Las bombas del pozo de bombeo llevarán camisa en circuito cerrado rellena de glicol.

- Alarmas

Se colocarán sondas térmicas en cada una de las fases del motor, que lo protegerán contra sobrecalentamientos. Estas señales se transmitirán hasta el Panel de Mando del Motor, parándolo y avisando de la eventualidad.

Igualmente, deberá situarse un detector de humedad en la Cámara de aceite, que avise de la entrada de agua en su interior, originada por rotura de la junta. La señal se transmitirá al Panel de Mando del Motor, parándolo y avisando de la eventualidad.

En el caso de que se emplee un líquido refrigerante, deberá colocarse un detector de temperatura en dicho líquido, que avise y desconecte el motor en caso de que se eleve por encima de un valor prefijado.

En motores a partir de 100 CV se deberá situar un detector de humedad en el recinto del estator, que desconectará la bomba en cuanto penetre algún líquido en este recinto.

Igualmente, y en estos motores a partir de 100 CV., se colocará un equipo para medida de la temperatura del cojinete inferior, con señal de alarma en cuanto se alcance una temperatura determinada.

Todas estas señales y alarmas se transmitirán por cable hasta el Panel de Alarmas; este sistema operará a 120 Voltios, con corriente alterna y 50 Hz.

- Cables

La bomba se suministrará con una caja de conexiones para los cables eléctricos, capaz de soportar las condiciones de inmersión en que tiene que trabajar. Igualmente se suministrará el cable necesario de enlace entre la bomba y la caja de conexiones situada en el exterior del Pozo. Estos cables de fuerza, así como los de control o alarmas, irán soportados de la cadena de elevación de la bomba.

- Rodamientos

Los rodamientos serán del tipo antifricción y lubricados con grasa. Tendrá un factor de vida superior a 3, y con una vida superior a 50.000 horas. Estarán calculados para soportar los empujes axiales y radiales que exija el funcionamiento normal.

- Estanqueidad

La estanqueidad del equipo se conseguirá mediante dos juntas mecánicas dobles de W.C.C.R. autolubricadas por aceites que permiten que funcione en seco la bomba.

2.2.5 Válvulas de compuerta/guillotina

2.2.5.1 Tipo

Las válvulas de compuerta previstas para el presente proyecto serán del tipo de paso recto y cierre elástico, con accionamiento manual o automático dependiendo de su posición.

2.2.5.2 Materiales

En general las válvulas en el caso de ser de fundición cumplirán con las especificaciones que se concretan en las normas internacionales siguientes:

DIN-3202-F5: Distancia entre bridas.

ISO-5208-82: Norma sobre ensayos.

DIN-1693: Fundición dúctil.

ISO-9002: Sistema de calidad.

ISO-7259-88: Instalación válvulas enterradas.

Para su fabricación se utilizarán los siguientes materiales:

Cuerpo:

Fabricado en fundición nodular tipo GGG-50.

Revestimiento interior y exterior con polvo de poliamida.

Epoxy aplicado electroestáticamente (RAL-6002) con un espesor de 150 micras como mínimo.

Compuerta o cierre: Fabricado en fundición nodular GGG-50 y recubierta en su totalidad tanto interior como exteriormente con EPDM siendo su estanqueidad por compresión del caucho.

Husillo: Calidad de acero inoxidable 13% o 17% Cr. Pulido espejo, roscas extruidas conformadas por laminación en frío. La estanqueidad a través del eje se obtiene con dos anillos tóricos NBR y un retén (EPDM). Las tres piezas independientes haciendo un triple cierre de larga duración.

Cuadro de presiones del cierre

DN	PN	PRUEBA DE CIERRE
Hasta DN-80 incl.	Todos	1,1 máxima presión de trabajo permitida a 20°C con líquido o 6 bar con gas (600 KPA).
Desde DN-100 hasta DN-200	Hasta PN50 incl.	1,1 máxima presión de trabajo permitida a 20°C con líquido o 6 bar con gas (600 KPA).
DN-450 y superiores	PN-100 y superior	1,1 máxima presión de trabajo permitida a 20°C con líquido.
	Todos	1,1 máxima presión de trabajo permitida a 20°C con líquido.

Duraciones mínimas para pruebas (en segundos)

DN	CUERPO	CIERRE
Hasta DN-50	15	15
De DN-65 a 200	60	30
De DN-250 a 450	180	60
DN-500	180	120

Pérdida admisible: No se registrará pérdida admisible durante el tiempo de la prueba.

Marcado

Se marcarán las válvulas de la siguiente forma:

DN - Diámetro nominal.

PN - Presión nominal.

Nº de orden de la serie o Nº de colada.

Certificados

Los certificados serán conforme al DIN 50049 3, 1B dentro de lo exigido según ISO 7259, en cuanto a materiales.

Tuerca: La tuerca de cierre en aleación de cobre forjado según UNE 37103 C-6680, siendo independiente del cierre o compuerta.

Tapa: Fabricada en función nodular GGG-50. Junta de estanqueidad con el cuerpo por junta de caucho nitrilo 60/70 shores A.

Tornillería: De acero con recubrimiento cadmiado u orgánico, embutida y protegida mediante sellado. Así mismo todos los componentes serán de calidad alimentaria para contacto con agua potable.

Accionamiento: Se hará por medio de volante o cuadradillo (30 x 30), siendo, el cierre a derechas, con lo cual la apertura de la válvula se realizará en sentido contrario a las agujas del reloj.

2.2.5.3 Características dimensionales

Las válvulas se colocarán con bridas.

Las bridas estarán dimensionadas, barrenadas según ISO-2531 PN-10/16.

La distancia ente bridas serán largas (FS) según DIN-3202, equivalente a lo indicado a la norma ISO 5752-82 Tabla 1, apartado 14.

2.2.5.4 Características funcionales

Las válvulas estarán diseñadas para poderse cambiar la compuerta o cierre sin necesidad de desmontar la válvula.

Así mismo, las válvulas serán totalmente aptas para ser enterradas sin necesidad de arqueta.

El par de cierre dentro de los límites marcados por la norma ISO 7259-88.

2.2.6 Válvulas de bola

Las válvulas de bola proyectadas son de las siguientes características:

- PN-10
- Extremos con bridas
- Cuerpo y tapa de fundición nodular GGG-40
- Bola de fundición nodular GGG-40 (para DN400) y de aluminio recubierto de nitrilo (para DN200)
- Tornillería en acero inoxidable AISI 316
- Junta tapa tórica de nitrilo
- Recubrimiento exterior e interior de epoxi RAL 6002.

2.2.7 Equipamiento de la estación de vacío

Se entenderá por equipamiento de la estación de vacío el conjunto formado por el equipamiento electromecánico capaz de llevar a cabo todas y cada una de las operaciones necesarias del sistema de saneamiento por vacío. En esencia, una estación de vacío es similar a una estación de bombeo de aguas residuales convencional a la que se añaden generadores de vacío (bombas de vacío) y un tanque de vacío o sumidero de aguas residuales. El nivel de agua residual en el tanque de vacío es detectado por un controlador de nivel que activa un conjunto bombas de impulsión (también dispuestas en la estación), que conducen las aguas residuales fuera de la estación a su punto de vertido final. Si las aguas residuales alcanzan un nivel excesivamente alto en el tanque de almacenamiento, un sensor de nivel alto detiene las bombas de vacío evitando el acceso de aguas residuales al tanque y parando el sistema de extracción.

La instalación será ejecutada en el interior del edificio conforme a los planos del suministrador de tecnología de saneamiento por vacío elegido, una vez realizados los ajustes necesarios sobre la solución de proyecto, en su caso.

2.2.7.1 Tanque de vacío

En el tanque de vacío se almacena el agua residual recogida en cada una de las cámaras colectoras del sistema. Se trata de un tanque cilíndrico y presurizado, que está conectado con los colectores de vacío y con las bombas de impulsión, que aspiran directamente de su interior y bombean el agua hasta el punto de vertido final.

Se ha previsto un tanque de 2,5 m de diámetro y 3,8 metros de altura, fabricado en acero inoxidable y colocado en vertical sobre patas metálicas ancladas a la losa inferior del edificio. Las dimensiones y posición del depósito se ajustarán a la solución finalmente elegida durante las obras.

En todo caso el tanque contará, al menos, con los siguientes elementos:

- Conexiones para todos los colectores de llegada, de los diámetros correspondientes.
- Conexiones para las tuberías de aspiración de las bombas de impulsión.
- Boca de inspección, de 800mm de diámetro mínimo.
- Boca de limpieza, de 200 mm de diámetro mínimo.
- Instrumentación: deberá equiparse con los instrumentos necesarios para el control del vacío en el sistema (arranque y parada de las máquinas de vacío) y la impulsión de agua residual al punto de vertido final (arranque y parada de las bombas de impulsión). En general los sensores de nivel de líquido para el control de las bombas de impulsión son conectados a la parte superior del tanque de vacío. En cuanto a los interruptores de vacío, pueden ser conectados al tanque o a la línea de succión de la bomba de vacío. Si el nivel del agua residual sube dentro del tanque sobre el 50% de su capacidad, entra en funcionamiento una rutina de emergencia hasta que el funcionamiento defectuoso se haya resuelto. El sistema de regulación del nivel del tanque de vacío está compuesto normalmente por cuatro reguladores de nivel conectados al sistema de control, preparado para funcionar en varios modos de operación:
 - Bomba de impulsión "OFF" (desconectado)
 - Bomba de impulsión "ON" (conectado)
 - Pre-alarma de vacío"
 - Vacío OFF (desconectado)

Se puede equipar también con un visor para la observación del nivel de líquido.

Las tuberías de conexión deben formar con el tanque una pieza única. Ninguna tubería de entrada deberá estar conectada por debajo del nivel de parada de emergencia del sistema. Las tuberías de entrada y salida deberán estar situadas de tal manera que favorezcan el flujo y eviten la formación de residuos sólidos en el tanque.

2.2.7.2 Bombas de vacío

Las bombas de vacío generan el vacío en el tanque de vacío y en el sistema de alcantarillado, y son controladas mediante interruptores o transductores de presión en el interior del tanque de vacío.

Las bombas de vacío cumplirán los requisitos de la norma *UNE-EN 16932-3:2019* y la anterior *UNE-EN 1012-2:1996 A1:2010 Compresores y bombas de vacío. Requisitos de seguridad. Parte 2: Bombas de vacío* según este orden de prevalencia. Serán capaces de

ponerse en marcha un mínimo de 12 veces por hora, además de poder operar en modo continuo.

Los parámetros para el comienzo y parada de la bomba serán ajustables desde el tablero de control (PLC), normalmente el nivel de vacío en la estación se permitirá variar entre -0.65 y -0.55 bar.

Se ha previsto la colocación de hasta 6 unidades de bombas de vacío, una de las cuales será de reserva. Los equipos en funcionamiento contarán con capacidad suficiente para mantener en servicio la red proyectada al completo, con un caudal máximo estimado de $12,03$ l/s. La capacidad total de succión de las bombas en funcionamiento debe ser superior al requerimiento de aire para caudales punta.

Se han previsto bombas de vacío tipo rotativas de paletas, refrigeradas con aceite, con las modificaciones necesarias para su funcionamiento en instalaciones de saneamiento por vacío.

El número y caudal unitario de las máquinas deberá ajustarse en la fase de ejecución dependiendo del suministrador finalmente elegido, y de acuerdo a los cálculos hidráulicos definitivos del sistema.

2.2.7.3 Tratamiento de olores

Dentro del equipamiento de la estación de vacío se incluye un equipo de tratamiento de olores para el aire extraído del sistema de saneamiento de vacío a través de las máquinas de vacío. Para ello se ha previsto un filtro de carbón activo en el interior del edificio de la estación de vacío, con salida de aire al tejado.

En proyecto se incluye un equipo a suministrar localmente de la capacidad mínima indicada en **Anejo nº15 Ventilación y desodorización** y que deberá ser validado por el suministrador de equipos de vacío elegido.

Asimismo, el suministrador de los equipos de vacío podrá proponer la tipología de tratamiento de olores diferente, siempre que se garantice su correcto funcionamiento para redes de vacío y se igualen o mejoren las características de las válvulas propuestas.

2.2.7.4 Bombas de impulsión

Estas bombas impulsan el agua residual desde el tanque de vacío hasta el punto de vertido final en el interceptor del puerto.

Las bombas de impulsión proyectadas en la estación de vacío cumplirán los requisitos del capítulo correspondiente a bombas sumergibles, siempre que no se contradiga con las especificaciones particulares de los sistemas de saneamiento por vacío.

A continuación se incluyen las características más relevantes a cumplir por los equipos, aunque deberán ser contrastadas con el diseño definitivo del sistema ajustado a las particularidades de la solución finalmente elegida:

- Unidades: 1+1
- Caudal unitario de $12,03$ l/s a $21,6$ m.c.a.
- Motor: potencia unitaria 11 kW, protección IP 68 y aislamiento clase H
- Las bombas estarán adaptadas para el funcionamiento en sistemas de saneamiento por vacío. Todos los ajustes necesarios para el acoplamiento y desacoplamiento de la bomba serán de conformidad con el sistema de saneamiento por vacío.

- El arranque y parada de las bombas será controlado en función del nivel de agua en el tanque de vacío. Se ajustarán los niveles de operación de modo que se impida en todo momento la entrada de aire en la conducción de impulsión.
- Además de las bombas de impulsión, se incluyen en la unidad de equipamiento de la estación de vacío el tramo de la conducción de aspiración desde el tanque de vacío hasta las bombas y el tramo de impulsión situado en el interior del edificio. Se incluyen asimismo los codos y demás piezas especiales, válvulas y dispositivo amortiguador del golpe de ariete.
- Una vez definida la solución a ejecutar para el sistema de saneamiento por vacío, y aprobado el diseño de la estación de vacío por parte de la dirección de obra, deberá revisarse el cálculo hidráulico de la impulsión, tanto en régimen estacionario como transitorio, con el objeto de verificar la validez de las bombas proyectadas para el punto de funcionamiento definitivo y la necesidad y dimensionamiento del calderín previsto en proyecto. Deberá comprobarse también que con el diseño del tanque de vacío y la ubicación prevista de las bombas de impulsión, no se produce cavitación.

2.2.7.5 Ventilación de la estación de vacío

El sistema de ventilación proyectado incluye:

- Ventilador centrífugo, con capacidad para 2.500 m³/h, de 3,0 kW de potencia.
- Toma de aire en la cubierta del edificio.
- Conductos de aire

Todos los elementos cumplirán con las especificaciones incluidas en el capítulo correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del proyecto. En proyecto se incluye un equipo a suministrar localmente de la capacidad mínima indicada en **Anejo nº15 Ventilación y desodorización**.

2.2.8 Polipastos

2.2.8.1 Tipo

Se han previsto dos (2) polipastos eléctricos en el interior de la estación de vacío, para facilitar el mantenimiento y explotación de los equipos. Ambos equipos tienen capacidad de carga de 1.000 kg.

- El primero de ellos da servicio a las máquinas de vacío.
- La segunda unidad da servicio a las bombas de impulsión, ubicadas en la parte más profunda del edificio.

2.2.8.2 Características y especificaciones

Con objeto de optimizar la eficacia de las maniobras y reducir balanceos se establecen velocidades de ascenso y descenso entre 4 y 6 m/min, mientras que la velocidad de desplazamiento del carro será de 20 m/min. Los motores de cabezales estarán dotados de freno y arranque progresivo.

El polipasto de elevación estará formado por una polea diferencial con carro de traslación. Su accionamiento se realizará mediante mando por botonera con seta de emergencia de 4 botones.

El grado de protección de los motores será IP-55, con aislamiento clase F, y pintura de acabado de epoxi.

Los motores de accionamiento serán a una tensión de alimentación de 230/400V 50Hz.

Todos los equipos se protegerán de la corrosión de acuerdo a lo especificado en el punto correspondiente a protección de superficies del presente Pliego.

Los polipastos deberán estar contruidos y probados de acuerdo con las Directivas de Máquinas Europeas números 83/392 CEE, 93/44/CEE, 93/168/CEE y 91/368 CEE.

2.2.9 Abrazaderas y soportes

2.2.9.1 Definición

Son el conjunto de elementos a instalar para soporte y guiado de tuberías, en techos, suelos y paredes.

2.2.9.2 Condiciones generales

Se empleará este sistema para sujeción de todas la tuberías, sea cual sea su diámetro y la posición en que deban ir, y serán todos ellos de acero inoxidable AISI 316 L.

Las abrazaderas deberán ir montadas sobre guías, que permitan su desplazamiento a lo largo de las mismas, a fin de que pueda adaptarse fácilmente a cualquier necesidad. El montaje de las abrazaderas sobre las guías será tal, que se pueda realizar sin necesidad de recurrir a tornillos de apriete, y solo a elementos tope contenidos en la propia abrazadera.

La abrazadera deberá llevar un anillo de goma, que se adapte a su superficie interna, e impida que el tubo o conducto se deteriore por el apriete de la misma. Podrá igualmente desplazarse con gran facilidad por el carril guía, y posibilitar su localización exacta en obra, sin que haya necesidad de preparación previa del punto de localización.

La fijación de los carriles guía a la pared se hará de forma directa, o a través de pies de apoyo, según las necesidades que se produzcan en cada caso.

2.2.9.3 Características del montaje

La separación entre soportes del carril guía no será superior a 4,5 m. En el caso de que vaya soportada de tirantes, la separación será como máximo de 1 m. La sección del tirante será como mínimo de 40 x 5 mm.

El carril guía, tendrá una anchura mínima de 50 mm y una altura mínima de 40 mm.

El abarcón se construirá en chapa de espesor mínimo 3 mm para diámetros de tubo hasta 150 mm. Para tuberías de hasta 500 mm, el espesor mínimo será de 5 mm.

2.2.10 Protección de superficies

2.2.10.1 Finalidad

Dentro de este apartado se incluye la preparación de la superficie que ha de ser pintada, y la aplicación de la pintura, así como el tipo, grado y número de capas de pintura requeridas para los equipos, tuberías y elementos metálicos.

Los materiales a emplear cumplirán con los standard y especificaciones del Instituto Nacional de Aeronáutica (INTA).

2.2.10.2 Materiales

Los tipos de pintura o recubrimientos protectores similares que se usarán son:

Pintado interior de tuberías:

- chorreado con arena, grado S.A. 2 ½.
- imprimación con pintura tipo sigma EP universal primer, o similar (cubriendo el metal sin sobreespesores).
- 1ª mano de pintura brea-epoxi tipo TCN 300 sigma con espesor final de 200 micras, color marrón.
- 2ª mano idéntica a la anterior y del mismo espesor, en color negro

Pintado exterior de tuberías:

- chorreado con arena, grado S.A. 2 ½.
- imprimación con pintura del tipo sigma EP universal primer o similar, (cubriendo el metal sin sobreespesores).
- 1ª mano de pintura tipo sigma alovástica con espesor final de 150 micras.
- 2ª mano igual que la anterior, del mismo espesor.

2.2.11 Instalación de la protección contra incendios

2.2.11.1 Características de la empresa instaladora

La instalación deberá ser ejecutada por una Empresa Instaladora autorizada por la Dirección General de Industria.

2.2.11.2 Condiciones de los materiales

2.2.11.2.1 Central de detección

La Central de incendio será fabricada según requerimientos de la norma EN54 partes 2 y 4. Dispondrá de capacidad para indicar el estado de alarma o avería de cualquiera de los detectores, pulsadores y sirenas incluidas en el lazo y será ampliable.

Dispone de carcasa con diseño modular para todas las aplicaciones, para instalación directa en pared y adaptable a marcos de montaje especiales. Menú y pantallas con funcionamiento estructurado que proporcione una descripción rápida para la fácil ubicación del punto

El sistema dispondrá de baterías propias de las que se alimentará en caso de pérdida de energía exterior.

Certificada conforme a la norma EN54 parte 2 según exigencia de la Directiva 89/106/CEE relativa a los productos de la construcción.

La puesta en marcha deberá incluir la certificación y diagnóstico de los circuitos analógicos mediante la entrega de datos obtenidos del software.

Lenguajes de programación en castellano que permitirá la identificación de cada elemento individual o grupo de sensores mediante los textos proporcionados por el usuario.

El suministrador de la central aportará el protocolo pertinente para que teniendo en cuenta las salidas de comunicación que nos facilita la central, comunique con el puesto de control (si existe en el establecimiento).

La Central de Incendios, estará permanentemente vigilada, permitiendo la identificación de alarma por activación de pulsador.

2.2.11.2.2 Pulsadores de alarma

Los pulsadores de alarma se situarán estratégicamente, fácilmente visibles y de tal forma, que desde cualquier parte de la zona protegida se pueda transmitir una señal a la Central de Incendios.

La máxima distancia a recorrer para alcanzar el más próximo será de 25 m.

Deben permitir provocar voluntariamente y transmitir una señal a la central de control y señalización, de tal forma que sea fácilmente identificable la zona en la que se ha activado el pulsador.

A fin de impedir la activación involuntaria de dichos pulsadores, estos dispondrán de dispositivos de protección.

Incluirá caja para montaje en superficie o elemento para empotrar donde sea necesario.

Cumplirán con la norma EN 54

2.2.11.2.3 Sirena de alarma

Sirena de color rojo, con conexión directa al lazo. La sirena permite su programación como un elemento más del lazo y no necesita alimentación externa. La sirena incorpora flash programable, mediante el software Tools 8000.

Tendrá las siguientes características técnicas:

- | | |
|------------------------|----------------|
| • Consumo en reposo | 90 μ A |
| • Consumo en alarma | 6 mA a 42Vcc |
| • Potencia acústica | 99 dB(A) a 1 m |
| • Color | rojo |
| • Índice de protección | IP31 |
| • Factor de carga | |
| • Especificaciones | EN 54-3 |

2.2.11.2.4 Detector de incendios

Detector óptico de humos convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a los humos claros, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal. Incluso elementos de fijación.

2.2.11.2.5 Lazo detección

Cable de conductor de cobre, trenzado, apantallado, ignífugo, no propagador de las llamas, libre de halógenos, baja emisión de humos, de sección mínima 2x1,5 mm² para lazos de hasta 1.800 m y 2x2,5 mm², para lazos analógicos de longitudes mayores.

Todas las líneas de tendido de cables entre la Central de Incendios y los detectores, pulsadores, etc. deberán estar vigiladas de forma que cualquier cortocircuito o interrupción que se produzca en ellas deberá ser indicada en la propia Central.

El tendido de conductores se hará en tubo aislante flexible (en zonas no visibles) o rígido (donde vayan vistos).

El diámetro de los tubos estará en función del número de conductores, teniendo en cuenta que deberá mantenerse inicialmente una sección libre mínima del 30 %.

Cumplirán con la norma EN 54

2.2.11.2.6 Tubos de protección

Los tubos protectores pueden ser:

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

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

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

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

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

Tubos en canalizaciones fijas en superficie

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

Características	codigo	grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte

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

Tubos en canalizaciones empotradas

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

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

Características	codigo	grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5 °C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1 \text{ mm}$

Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

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

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

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire

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

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

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Características	codigo	grado
Resistencia a la compresión	NA	250N / 450 N / 750N
Resistencia al impacto	NA	Ligero / Normal / Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas

Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

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

2.2.11.2.7 Extintores portátiles

Los extintores portátiles estarán aprobados y homologados por el Ministerio de Industria y Energía, según el Reglamento de Recipientes a Presión, y serán conformes a las normas EN 3-7 y al Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.

Estarán formados por:

Extintor de polvo químico ABC:

- Extintor de polvo químico antibrasa ABC de 6 kg, eficacia mínima 21A-113B-C
- Agente propulsor: N₂
- Soporte o grapa de fijación mural
- Altura máxima 528 mm
- Peso: 9,22 kg
- Manguera y boquilla de descarga con válvula de asiento a pistola, para regulación
- Válvula de seguridad
- Manómetro con indicación de presión mínima de servicio
- Válvula de disparo rápido con dispositivo de comprobación de presión interna
- Temperatura de utilización: -20°C / 60 °C
- Placa de diseño
- Etiqueta de características
- Presión de prueba: 23 bar

Extintor de CO₂:

- Extintor de CO₂ de 5 kg, eficacia mínima 89B.
- Los elementos de disparo se describen a continuación:
 - Válvula de disparo rápido de palanca, con empuñadura

- Válvula de seguridad de disco
 - Acoplamiento a boquilla de descarga
 - Dispositivo de soporte
 - Tubo sonda o sifón
 - Boquilla de salida de vaso, hasta 3,5 kg de capacidad o superior.
- No se admitirán dispositivos de disparo por volante, debido a la lentitud de operación.
 - Soporte o grapa de fijación mural.
 - El cuerpo tendrá un rodapié soldado al fondo, para poderlo apoyar en el suelo.
 - Tubo sonda.
 - Manguera y trompeta cilíndrica de descarga de material no conductor de electricidad, con válvula de asiento a pistola para regulación.
 - Asidero.
 - Válvula de seguridad.
 - Placa de diseño.
 - Etiqueta de características.

La emisión del agente extintor debe comenzar como máximo 10 s después de la puesta en funcionamiento. El dispositivo de descarga del agente extintor deberá ser diseñado de tal manera que la cantidad residual de agente después del vaciado del extintor no sea superior al 10% de la carga inicial.

Deberán disponer de un dispositivo para evitar el disparo involuntario y que permita detectar si han sido anteriormente puestos en servicio. El color del cuerpo debe ser rojo RAL 3000. El cuerpo tendrá un rodapié soldado al fondo, para poderlo apoyar en el suelo. El recipiente estará protegido exteriormente contra la corrosión atmosférica. El Fabricante deberá garantizar una duración de 20 años contra la corrosión.

Cumplirán con las normas UNE-EN 3-7:2004+A1:2008.

2.2.11.2.8 Señalización fotoluminiscente de medios manuales y recorridos de evacuación

Las placas u otros elementos de señalización de medios manuales de extinción o alarma deberán ser de material fotoluminiscente y atenerse a la normativa vigente, UNE 23-033 y UNE 23-034.

La señalización de las vías de evacuación se realizará instalándose paneles fotoluminiscentes de acuerdo con el RIPCI, RD 485/1997 y normas UNE 23034 y UNE 23035.

Las dimensiones mínimas de la Señalización de medios de protección contra incendios de utilización manual y salidas de emergencia serán:

- 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

La instalación se realizará anclada a la pared sobre el elemento que señalizan.

2.2.11.3 Normas de ejecución de las instalaciones

Para la realización del control de la ejecución de la obra, previamente será necesaria la aceptación de todos los materiales que constituyen las diferentes unidades de obra.

El diseño, la ejecución y la puesta en funcionamiento, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el Real Decreto 513/2017, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, en sus disposiciones

complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 20 del citado reglamento.

Estarán terminados, limpios y nivelados los paramentos a los que se vayan a fijar los elementos de la instalación.

La separación mínima entre tuberías y entre éstas y elementos eléctricos será de 30 cm. Las canalizaciones se fijarán a los paramentos si son empotradas rellenando las rozas con mortero o yeso, y mediante tacos o tornillos si van por la superficie.

Si han de atravesar la estructura, lo harán mediante pasatubos. Las conexiones entre tubos serán roscadas y estancas, y se pintarán con minio. Si se hace reducción de diámetro, se hará excéntrica.

Deben utilizarse elementos elásticos y sistemas antivibratorios en las sujeciones o puntos de contacto que produzcan vibraciones entre las instalaciones y los elementos constructivos.

El diseño, la instalación, la puesta en servicio y el uso de los sistemas de detección y alarma de incendio, serán conformes a la norma UNE 23007-14.

Los bloques autónomos de iluminación de emergencia se colocarán a una altura del suelo de 2,10 m.

Los extintores portátiles se colocarán en lugar visible (preferiblemente cercanos a luz de emergencia), accesible, cerca de la salida, y la parte superior del extintor quedará a una altura de entre 80 cm. y 120 cm. del suelo.

La señalización de los medios de protección contra incendios de utilización manual y de los sistemas de alerta y alarma, deberán cumplir la norma UNE 23033-1.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal.

Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4.

Todos los tratamientos encaminados a mejorar las medidas de protección contra incendios consistentes en tratamiento de estructuras, sellado de cerramientos, ignifugado de materiales, etc., deberán ser efectuados por personal y empresa debidamente autorizados y homologados.

Deberá comprobarse que las distintas fases de realización se ajustan a los procedimientos y especificaciones reflejadas en el proyecto y presupuesto. Si durante alguna fase de ejecución de las obras se considera que una parte de las instalaciones no se encuentra en perfecto estado, se ordenará subsanar las deficiencias. Una vez subsanados los defectos o, en su caso más extremo, una vez realizada de nuevo dicha parte, se efectuará una prueba parcial de funcionamiento o presión y estanqueidad, para dar la conformidad necesaria al proceso de ejecución de la obra.

2.2.11.4 Pruebas reglamentarias

Todos los materiales y elementos de la instalación tendrán marca AENOR además del preceptivo marcado CE en aquellos componentes que disponen de norma armonizada y han cumplido el plazo de entrada en vigor del marcado CE como B.I.E.s, extintores, rociadores o dispositivos de alarma y detección.

Se comprobará la colocación y tipo de extintores, dimensiones de elementos, la calidad de todos los elementos y de la instalación, y su adecuación al proyecto.

La instalación será realizada por un instalador autorizado que extenderá el correspondiente certificado.

2.2.11.5 Condiciones de conservación y mantenimiento

Se exponen a continuación las condiciones básicas y generales de conservación y mantenimiento. En el preceptivo "Libro del Edificio", a redactar tras la finalización de la obra, se incluirá mayor detalle de las mismas.

La modificación, cambio de uso, ampliación... se realizará por un técnico especialista.

El mantenimiento de la instalación de protección contra incendios será realizado por un técnico especialista.

Se atenderán las previsiones de mantenimiento especificadas en el Libro del Edificio o, como mínimo, las establecidas en las tablas I y II del Anexo II del RIPCI.

2.2.11.6 Certificados y documentación

Al final de la obra el Adjudicatario deberá aportar a la dirección facultativa:

- Certificado de instalación de protección contra incendios, certificado de dirección de obra de protección contra incendios en establecimientos industriales, y cualquier otro certificado que se requiera por parte de la Delegación Territorial del Departamento de Desarrollo Económico e Infraestructuras del Gobierno Vasco.
- Planos de estado final as built.
- Información técnica y certificados de todos los materiales.
- Instrucciones y manuales de funcionamiento de la instalación.

El coste que suponen estos trabajos estará incluido en la parte proporcional de las partidas unitarias correspondientes.

2.3 Equipamiento eléctrico, de telemando y telecontrol

2.3.1 Objeto

En PPTG se incluye documento denominado "*Especificación técnica eléctrica, de control, comunicaciones y visualización de las Instalaciones del CABB/BBUP*" (Revisión 8.0) que será de aplicación en todas sus instalaciones y de obligado cumplimiento para este proyecto.

A continuación, se incluye extracto más sintético de las citadas especificaciones generales de aplicación para telemandar y telecontrolar el equipamiento asociado con sistema de Saneamiento del Puerto de Bilbao, así como el alcance de los trabajos y la ejecución de los mismos.

2.3.2 Descripción de la instalación

Las instalaciones de suministro y distribución de energía eléctrica para el nuevo sistema de saneamiento por vacío que se proyecta en el Puerto de Bilbao están formadas por un único suministro en baja tensión para cada emplazamiento con conexión a la red de distribución existente en la zona de construcción de cada estación de vacío.

2.3.3 General

2.3.3.1 Normativa

El origen de la energía eléctrica para las instalaciones eléctricas correspondientes a las estaciones del CABB/BBUP objeto de este documento podrá ser:

- En baja tensión; 400/230 V. c.a. desde un Centro de Transformación propiedad de la compañía distribuidora.
- En media tensión con acometida en 30.000, 20.000 o 13.000 V y con un transformador de potencia adecuada y tensión en el secundario de 400-230 V.

Las instalaciones necesarias para dotar a las estaciones de la energía eléctrica se proyectarán y ejecutarán según las normas y directrices indicadas en los siguientes documentos:

- Real Decreto 1955/2000, del 1 de diciembre de 2000, por el que se regulan las actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimiento de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica. Se tendrán en cuenta las correcciones publicadas en el B.O.E el 13/03/2001 (BOE-A-2001-4839).
- Normas Particulares para Instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y baja Tensión MT 2.03.20, de Iberdrola
- Normativa particular para Instalaciones de Clientes de en Alta Tensión; MT 2.00.03, de Iberdrola.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus instrucciones técnicas complementarias ITC- RAT 01 a 23 aprobado por Real Decreto 337/2014.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002 de 02-08-2002, y publicado en el B.O.E. del 18/09/2002 y sus instrucciones complementarias MIE ITC-BT
- Directiva 2017/2102/UE: Restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos
- Real Decreto 2267/2004, Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales

Se deberá cumplir con las siguientes normas y recomendación:

- **Recomendación UNESA 1303A**
- **UNE Norma Española – EN Norma Europea**

- Aparamenta de alta tension

UNE-EN 62.271-1	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes
UNE-EN 62.271-100	Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna
UNE-EN 62.271-102	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Normativa de interruptores de puesta a tierra y desconexión
UNE-EN 62.271-103	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 62.271-105	Aparamenta de alta tensión. Parte 105: Combinados interruptor-fusibles de corriente alterna para tensiones

- nominales superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- UNE-EN 62.271-106 Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores de corriente alterna y controladores y arrancadores con contactores
- UNE-EN 62.271-200 Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV
- UNE-EN 62.271-206 Aparamenta de alta tensión. Parte 206: Sistemas indicadores de presencia de tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV y hasta 52 kV inclusive
- UNE-EN 61.800 Accionamientos eléctricos de potencia de velocidad variables
- UNE-EN 60.146 Convertidores de semiconductores
- UNE-EN 60.871 Condensadores shunt para sistemas de alimentación en c.a. con tensión asignada superior a 1000 V.
- UNE-EN 60.282-1 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente
- UNE-EN 60.376 Especificaciones para SF6 de calidad técnica para uso en equipos eléctricos.
- Transformadores de potencia
- UNE-EN 60.076-1 Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades
- UNE-EN 60.076-3 Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire
- UNE-EN 60.076-5 Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos
- UNE-EN 60.076-6 Transformadores de potencia. Parte 6: Reactancias
- UNE-EN 60.076-10 Transformadores de potencia. Parte 10: Determinación de los niveles de ruido
- UNE-EN 60.076-11 Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
- UNE-EN 60.076-12 Transformadores de potencia. Parte 12: Guía de carga para transformadores de potencia de tipo seco.
- UNE-EN 50.588-1 Transformadores de media potencia a 50 Hz, con tensión más elevada para el material no superior a 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
- Aparamenta de baja tensión
- UNE-EN (IEC) 62.208 Envloventes vacías destinadas a los conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- UNE-EN (IEC) 61.439-1 Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 1: Reglas generales.
- UNE -EN 60.255 Relés eléctricos

UNE-EN 60.269	Fusibles baja tensión. Reglas generales
UNE-EN 60.898	Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogos para la protección contra sobrecorrientes.
UNE-EN 60.947	Aparatura de baja Tensión
UNE-EN 61.008-1	Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobrecorrientes, para usos domésticos y análogos (ID). Parte 1: Reglas generales.
UNE -EN 61.439-1	Conjuntos de aparatura de baja tensión
UNE-EN 61.869-2	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.
UNE-EN 61.869-3	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60.831	Condensadores de potencia autorregenerables a instalar en paralelo en redes de corriente alterna de tensión nominal inferior o igual a 1000 V.
UNE-EN 61.921	Condensadores de potencia. Baterías de compensación del factor de potencia en baja tensión.
UNE-EN 61.642	Redes industriales de corriente alterna afectadas por armónicos. Empleo de filtros y de condensadores a instalar en paralelo.
UNE-EN 62040-1	Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Parte 1: Requisitos de seguridad
UNE-EN 62040-2	Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Parte 2: Requisitos de compatibilidad electromagnética (CEM)
UNE-EN 62040-3	Sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI). Parte 3: Método para especificar las prestaciones y los requisitos de ensayo
UNE-EN 61.204-3	Fuentes de alimentación de baja tensión con salida en corriente continua. Parte 3: Compatibilidad electromagnética (CEM)
UNE-IEC/TR 61.641	Conjuntos de aparatura de baja tensión bajo envolvente. Guía para el ensayo en condiciones de arco debidas a un fallo interno.

- Canalizaciones y cables

UNE 211.435	Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica
UNE HD 60.364-5-52	Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
UNE 21.011-2	Alambres de cobre recocido de sección recta circular. Características.
UNE 21.089-1:	Identificación de los conductores aislados de los cables.
UNE 21.123-4:	Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6 /1 kV. Parte 4 Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefinas.
UNE-HD 603-1	Cables de distribución de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 1: Requisitos generales
UNE 21.144-3-2	Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.
UNE-EN 50.288-7	Cables metálicos con elementos múltiples utilizados para la transmisión y el control de señales analógicas y digitales. Parte 7: Especificación intermedia para la instrumentación y los cables de control.
UNE-EN 50.085-1	Sistemas de canales para cables y sistemas de conductos cerrados de sección no circular para instalaciones eléctricas. Parte 1: Requisitos generales.
UNE -EN 61.386-1	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 1: Requisitos.
UNE-EN 50.267-2-1	Métodos de ensayo comunes para cables sometidos al fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables. Parte 2 -2: Procedimientos. Sección 1: Determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos del grado de acidez de gases de los materiales por medida del pH y la conductividad.
UNE -EN 60.228	Conductores de cables aislados
UNE-EN 60.332-1-1	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Equipo de ensayo
UNE-EN 60.332-1-2	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 2: Ensayo de propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1kW
UNE-EN 60.332-3	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 30:

	Ensayo de propagación vertical de la llama de cables colocados en capas en posición vertical
UNE-EN 60.695	Ensayos relativos a los riesgos de fuego
UNE-EN 60.754	Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables
UNE-EN 60.243-1	Rigidez dieléctrica de los materiales aislantes. Métodos de ensayo. Parte 1: Ensayos a frecuencia industrial
UNE-EN 60.423	Sistemas de tubos para la conducción de cables. Diámetros exteriores de los tubos para instalaciones eléctricas y roscas para tubos y accesorios
UNE-EN 61.034	Medida de la densidad de los humos emitidos por cables en combustión bajo condiciones definidas
UNE-EN 61.537	Conducción de cables. Sistemas de bandejas y de bandejas de escalera
UNE-EN 50.575	Cables de energía, control y comunicación. Cables para aplicaciones generales en construcción sujetos a requisitos de reacción al fuego
UNE-EN 50.086	Sistemas de tubos para la conducción de cables.
UNE 23.727	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción
UNE-EN 61.439-6	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 6: Canalizaciones prefabricadas
UNE-EN 62.275	Sistemas de conducción de cables. Bridas para cables para instalaciones eléctricas
UNE-EN 124	Dispositivos de cubrimiento y de cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos
UNE-EN 1.563	Fundición. Fundición de grafito esferoidal
- <u>Otras</u>	
UNE 20.324, EN 60.529	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20.323-78	Material eléctrico para atmósferas explosivas.
PNE-prEN 60.079-0	Atmósferas explosivas. Parte 0: Equipo. Requisitos generales.
UNE-EN 61.000-4-7	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-7: Técnicas de ensayo y de medida. Guía general relativa a las medidas de armónicos e interarmónicos, así como a los aparatos de medida, aplicable a las redes de suministro y a los aparatos conectados a éstas.
UNE-EN 61.000-4-15	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida. Sección 15: Medidor de Flicker. Especificaciones funcionales y de diseño. Norma básica de CEM.

UNE-EN 61.000-4-30	Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4-30: Técnicas de ensayo y de medida. Métodos de medida de la calidad de suministro
UNE-EN 61.326-1	Material eléctrico para medida, control y uso en laboratorio. Requisitos de compatibilidad electromagnética. Parte 1: Requisitos generales
UNE-EN 61.010-1	Requisitos de seguridad de equipos eléctricos de medida, control y uso en laboratorio. Parte 1: Requisitos generales
UNE-EN 62.638-1	Equipos de audio y vídeo, de tecnología de la información y la comunicación. Parte1: Requisitos de seguridad.
UNE-EN 60.071-1	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas
UNE-EN 60.071-2	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación
UNE-EN 62.262	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE 23.727	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción
UNE-EN 60.085	Aislamiento eléctrico. Evaluación y designación térmica
UNE 53.315	Plásticos métodos de ensayo para determinar la inflamabilidad de los materiales aislantes eléctricos sólidos al exponerlos a una fuente de encendido.
UNE 53.027	Materiales plásticos. Determinación de la resistencia al calor.
UNE-EN 10.346	Productos planos de acero recubiertos en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro
UNE-EN 13.601	Cobre y aleaciones de cobre. Barras y alambres de cobre para usos eléctricos generales
UNE 20.003	Cobre-tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas
UNE 21.056	Electrodos de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre
UNE-EN 12.165	Cobre y aleaciones de cobre. Semiproductos para forja
UNE-EN 50.160	Características de la tensión suministrada por las redes generales de distribución.
UNE-EN 50.522	Puesta a tierra en instalaciones de tensión superior a 1 kV en corriente alterna.

• **DIN. Deutsches Institut für Normung**

DIN IEC 61.554	Instrumentos de medida indicadores y accesorios de empotramiento.
DIN 46.228	Terminales de cables.

DIN EN ISO 9.717:2017 Metallic and other inorganic coatings - Phosphate conversion coating of metals

DIN 8061 Tubos de PVC-U

• **IEC. International Electrotechnical Commission**

IEC 60.794-1 Cables de Fibra Óptica – Especificaciones generales.

IEC 60.794-1 Cables de Fibra Óptica – Especificaciones generales – Procedimientos pruebas para cables de Fibra Óptica.

IEC TS 63.064:2018 Símbolos gráficos para diagramas - Orientación sobre diseño para estandarización en IEC 60617

IEC 61.082 Preparación de la documentación usada en electrotecnia

IEC 81.346 Sistemas industriales, instalaciones y equipos, y productos industriales. Principios de estructuración y designación de referencia.

• **IEEE. Institute of Electrical and Electronics Engineers**

IEEE 519-2014 IEEE Recommended Practice and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems

IEEE 1159-2009 IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality

IEEE 80-2013 IEEE Guide for Safety of AC Substation Grounding

• **ISO. International Organization for Standardization**

ISO 8528 Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets

En caso de discrepancia entre normas o entre éstas y el Pliego, se tomará como documento vigente las normas y reglamentos de obligado cumplimiento, el PPTG, y después la norma más conservadora según el PPTP según interpretación de la dirección de obra.

Para todas las instalaciones el suministrador adoptará aquellas normas de las que exista edición posterior a la indicada en la presente Especificación.

En todo caso, la edición de las normas aplicables al contrato en caso de pedido será la vigente en la fecha de la firma del contrato.

2.3.3.2 Condiciones ambientales

Los equipos se montarán en las siguientes condiciones:

- Altitud: < 1000 m.s.n.m.
- Temperatura ambiente:
- Mínima: - 5 °C
- Máxima: + 40 °C
- Humedad relativa: ≤ 95 %
- Categoría Atmosférica de corrosión: ambiente exterior de zona industrial con elevada humedad y atmósfera agresiva, categoría de corrosión C5-1 muy elevada (industria) s/ UNE EN ISO 12.944:2.

2.3.3.3 Clasificación de zonas

2.3.3.3.1 Estaciones saneamiento

En las estaciones de Saneamiento, previamente a realizar la instalación eléctrica, en caso de que se considere necesario, se realizará un estudio de Clasificación de zonas realizado por un técnico en prevención de riesgos laborales. En el caso de resultar no clasificada se proyectará, instalará y pondrá en marcha de acuerdo con lo recogido en la instrucción MIE ITC –BT 030 y si resultara clasificada, según lo indicado en el Punto 4 de la MIE ITC-BT 29 del actual REBT como:

- Emplazamiento Clase I, i.e., susceptible de encontrarse en este lugar gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente como para producir atmósferas inflamables o explosivas.
- Zona 2, lo que indica que no cabe contar en condiciones normales de funcionamiento, con la formación de atmósfera explosiva constituida por una mezcla con aire de sustancias inflamables en forma de gas, vapor o niebla o, en la que, en caso de formarse, dicha atmósfera explosiva sólo subsiste por espacios de tiempo muy breves.

En esta zona se debe cumplir muy especialmente todo lo indicado en la MIE ITC-BT 029 del actual Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión vigente.

Todo material eléctrico utilizado en zonas clasificadas con riesgo de incendio o explosión deberá poseer un certificado de conformidad extendido por un laboratorio acreditado, de acuerdo con la norma UNE, con la norma europea EN o con la recomendación CE. Deberán estar marcados de acuerdo con las normas CEI 79-0, PNE-prEN 60.079-0 y UNE 20.323-78. De acuerdo con la clasificación establecida en la Tabla 1 de la MIE ITC-BT 029, los equipos a instalar en las zonas clasificadas serán de Categoría 3.

El marcado de los materiales eléctricos clasificados utilizados en esta instalación recogerá los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Designación del tipo dado por el fabricante.
- Símbolo EEx.
- Símbolo de modo de protección utilizado: d.
- Símbolo de grupo de gases: IIC.
- Símbolo de clase de temperatura: T6.
- Características técnicas.
- Número de serie.
- Sigla de laboratorio o autoridad competente que emita el certificado de conformidad.
- Marca distintiva comunitaria para este tipo de material.
- Índice de protección IP.

2.3.3.4 Potencia solicitada

Para suministros en 30 kV, en los que la potencia necesaria este por encima de 200 kW se pide que se aumente la potencia solicitada en el punto de suministro hasta los 451 kW y se debe dimensionar toda la instalación para poder contratar 451 kW en el periodo 6.

2.3.3.5 Protección de datos de carácter personal y confidencialidad

El contratista tendrá acceso a diferentes datos del CABB/BBUP con el objeto de prestar los servicios contratados, debiendo tratarlos conforma a las instrucciones del CABB/BBUP.

Asimismo, no podrá utilizar dichos datos con un fin distinto al del contrato, ni los comunicará a otras personas físicas o jurídicas, ni siquiera para su conservación, sin el consentimiento escrito del CABB/BBUP.

Durante la vigencia del contrato, e incluso una vez resuelto el mismo, el contratista se compromete a que ni él ni sus empleados o colaboradores divulguen a terceros, ni utilicen en su beneficio cualquier información confidencial obtenida como consecuencia de la prestación de los servicios objeto del presente contrato, con especial atención a la Ley Orgánica de Protección de datos vigente.

Toda la documentación e información derivada de la ejecución del contrato queda sujeta a normas estrictas de confidencialidad y seguridad debiendo comprometerse el adjudicatario a no utilizar dicha información fuera del ámbito de la ejecución del contrato.

Todo software desarrollado por el adjudicatario en la ejecución del proyecto, así como la totalidad de los datos, será propiedad del CABB/BBUP.

Una vez cumplida la relación contractual, los datos de carácter personal deberán ser devueltos al CABB/BBUP, al igual que cualquier soporte o documento en que conste algún dato de carácter personal sin que el contratista o sus empleados o colaboradores tengan derecho a retener copia alguna de la mencionada documentación.

2.3.4 Grupos electrógenos

2.3.4.1 Características generales

Los grupos electrógenos deberán cumplir los requisitos de potencia en emergencia ESP (según ISO 8528) en función de las necesidades de la instalación.

Los grupos serán aptos para instalación en intemperie.

Fabricante Caterpillar, Electra Molins, Himoinsa o similar.

Características eléctricas:

- Tensión nominal: 400Vca
- Margen de ajuste de tensión: $\pm 5\%$
- Precisión de la tensión en régimen permanente: $\pm 1\%$
- Variación de frecuencia en régimen permanente: $\pm 0,5\%$
- Conexión en estrella
- Factor de potencia $> 0,8$
- Clase de aislamiento H
- Corriente de cortocircuito sostenida: $3 \times I_n$ (durante 10s)
- Sobrecarga admisible: 10% 1h cada 12h
- Carga media $< 70\%$ PRP durante 24h

El grupo electrógeno se conectará a través de una toma de conexión específica o de una caja de interconexión en función de las características de la instalación, según se indica en el punto **Acometida general para pequeñas instalaciones (Bombeos, depósitos, aliviaderos, etc...) con Grupo Electrógeno sin Conmutación Automática..** Siempre que sea posible, este punto de conexión estará ubicado en el exterior del muro perimetral de la instalación, evitando así introducir el grupo en el interior de la instalación.

En caso de un grupo fijo en la instalación este se conectará sin toma de conexión específica al cuadro eléctrico de la instalación.

El equipo contará con un pulsador de paro de emergencia. Al accionarlo se producirá el paro inmediato del grupo en cualquier modalidad de funcionamiento.

En zonas residenciales, se requerirá que el nivel sonoro no supere una presión acústica LpA (dBA a 10 metros) de 75 dBA y una potencia LwA menor de 105, según directiva 2005/88/CE.

2.3.4.2 Diseño y componentes

El alternador deberá ser sin escobillas, autoexcitado y autorregulado. Dispondrá de su propio sistema de refrigeración por medio de un ventilador centrífugo alojado en el eje de la máquina.

El motor contará con una resistencia calefactora controlada por termostato para evitar la condensación en el interior del equipo.

El conjunto de motor y alternador se fijará sobre una bancada de acero por medio de unos aisladores de vibraciones.

El sistema eléctrico del motor se alimentará con baterías de plomo u opcionalmente de níquel-cadmio. La tensión de éstas será de 12 o 24 voltios, dependiendo del motor diésel.

Se dispondrá de un cargador de baterías alimentado a 230Vca para asegurar la carga de la batería durante los períodos en los que el grupo permanezca parado.

La alimentación de combustible del motor se efectuará desde un depósito integrado en la bancada del mismo grupo o desde un depósito exterior. El depósito llevará incorporado un detector eléctrico de nivel cableado al cuadro del grupo.

En caso de disponer de un depósito de gasóleo externo, se incluirá una bomba para el trasiego automático de combustible (preferentemente), o, en su defecto, para conectar a la entrada de la aspiración de la bomba de gasóleo del motor (mediante válvula de 3 vías).

El neutro del grupo deberá conectarse a una tierra independiente de la tierra de masas y del neutro de la red. Se incluirá dentro del alcance del suministro una pica con grapa y cable de tierra.

Cuando el grupo se conecte en paralelo con la red, debe desconectarse la puesta a tierra del neutro. Para realizar esta función se deberá disponer de un seccionador de puesta a tierra del neutro del grupo.

Cuando el grupo esté en funcionamiento, el seccionador debe estar siempre cerrado. Sólo debe desconectarse durante la maniobra de transferencia de carga sin corte.

2.3.4.3 Sistema de control y conmutación

El equipo de control de conmutación detectará el fallo del suministro eléctrico de la red o una orden remota de puesta en servicio del grupo. Seguidamente, dará una señal para el arranque y, una vez recibe la señal de grupo disponible, dará la orden para realizar la conmutación.

Al recuperar la tensión de red, dependiendo del sistema de control del grupo, se transferirá la carga con o sin paso por cero y se dará la orden de paro del grupo.

El equipo contará con puerto de comunicaciones y display gráfico.

2.3.4.4 Funciones de protección

El equipo deberá disponer como mínimo de las siguientes protecciones:

- Parada por alta temperatura de refrigerante

- Parada por baja presión de aceite
- Parada por baja presión de refrigerante
- Enclavamiento por bajo nivel de gasóleo
- Parada de emergencia

2.3.4.5 Sincronización y Control de Grupos de Emergencia

En los grupos de emergencia con sincronización y retorno a la tensión de red sin paso por cero, incluirán un cuadro de control con un PLC por cada grupo dónde se incluirán los siguientes equipos:

- Sistema de medida y protección

Equipo multifunción de protección integral del generador, con salidas analógicas y relés parametrizables, con protocolo de comunicaciones Modbus RTU, Modbus TCP/IP, ... incluyendo las siguientes funciones de medida y protección:

- Medida de los parámetros eléctricos del grupo diésel:
 - ~ La tensión de las barras en las tres fases
 - ~ La frecuencia de barras
 - ~ El coseno de phi
 - ~ La potencia activa, reactiva y aparente
 - ~ El contador de horas de funcionamiento
 - ~ La tensión de generador en las tres fases
 - ~ La intensidad del generador en las tres fases
 - ~ La frecuencia del generador
 - ~ La potencia activa del generador
 - ~ El cos de phi del generador
 - En caso necesario, funciones de reparto de carga entre grupos
 - Protección de sobrevelocidad automática independiente del controlador de velocidad
 - Funciones de sincronización del grupo diesel
 - Control de interruptor de generador (alternador)
 - Control del arranque y parada del moto-generador, en manual, automático y test
 - Vigilancia de las alarmas mecánicas de temperatura, presión, nivel, velocidad de motogenerador
 - Control de velocidad y sincronismo. En caso necesario control de carga en isla o en paralelo con otro grupo y reparto de cargas activas y reactivas.
 - Protección eléctrica de generador (alternador) y vigilancia de tensión de barras, incluyendo las siguientes protecciones, (27, 32, 46, 50, 51, 87G, 50N, 51N, 25A, 81m, 81M, 40, 59)
 - Display del tipo alfanumérico para la visualización de parámetros, eventos, alarmas, medidas y estados.
 - Selección de prioridad como base / reserva y parametrización de las potencias de la red y propia que lo arranca o para.
 - Interface de comunicaciones con el PLC, ampliaciones de I/O y para funciones de monitorización. (Modbus RTU, Modbus TCP/IP, Profibus, ...)
 - Comunicación con panel local de control de grupos
- Sistema de regulación y sincronización
- El sistema deberá estar constituido por:
- Unidad de sincronismo automática del grupo.
 - Unidad de regulación de la velocidad y del reparto de carga

- Unidad de bloqueo de sincronización para la protección y vigilancia de acoplamientos fuera de sincronismo con igualación de frecuencia y deslizamiento
- Unidad con funcionalidad de regulación de potencia activa y reactiva

Modelo EasyGen 3500 de Woodward o similar.

- Vigilancia y control

Para el mando, control y vigilancia de los defectos y estados de cada grupo electrógeno se deberá incluir mínimamente las siguientes vigilancias:

- Vigilancia de tensión nominal del generador
- Vigilancia de frecuencia nominal del generador
- Vigilancia tacométrica

En caso necesario, existirá un cuadro de control con un PLC común para el control de varios grupos de emergencia que dispondrá de un equipo para sincronización automática y comprobación de condiciones de sincronismo y tensión, especialmente concebido para interconexión de redes independientes, para asegurar que las tensiones a ambos lados del interruptor cumplen las condiciones predefinidas de magnitud, fase y frecuencia, o comprobar que se conecta sobre barra muerta. Dispondrá de tensión de medida 100/110 V 50 Hz y tensión admisible continuada de $2xU_n$.

Las señales de subir/bajar frecuencia y subir/bajar tensión se conectarán al PLC común, el cual se encargará de actuar sobre los grupos para conseguir las condiciones de sincronismo.

El equipamiento para sincronización incluirá:

- Sincronoscopio equipado con relé de bloqueo de sincronización
- Unidad de sincronización automática Woodward SPMD o similar, compatible con el sistema de regulación de velocidad de los grupos
- Maniobra de sincronismo automática
- Conjunto de relés auxiliares de maniobra
- Función de comprobación de tensión

~ Nivel alto: $0,5 - 1,2 U_n$

~ Nivel bajo: $0,1 - 0,8 U_n$

- Función de sincronismo

~ Rango de tensión de sincronización: $0,02 - 0,4 U_n$

~ Rango de frecuencia de sincronización: $0,02 - 0,5 \text{ Hz}$

~ Rango de sincronización $5 \dots 50^\circ$

~ Tiempo de operación a alimentación: 160 ms

~ Tiempo de operación orden de cierre: $0,05 \dots 0,25 \text{ s}$

Modelo SPM-D10 de Woodward o similar.

2.3.5 Acometidas eléctricas en baja tensión

Las acometidas en baja tensión desde redes de distribución públicas se realizarán de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, además de las especificaciones de la compañía eléctrica distribuidora.

Se dispondrá de los equipos de protección y medida requeridos según la normativa mencionada. El punto de interconexión con la red estará determinado por la empresa distribuidora.

2.3.6 Cuadros de baja tensión y cajas de mando

2.3.6.1 Diseño, materiales y Fabricación

Se describe a continuación las características y requisitos técnicos exigidos de los diferentes equipos constitutivos de los cuadros eléctricos, así como a los dispositivos e instrumentos auxiliares incorporados dentro del mismo. Además de lo aquí descrito, se seguirán las recomendaciones de los fabricantes de cuadros y aparamenta en la fabricación de los mismos.

2.3.6.1.1 Cuadros eléctricos de interior

Cumplirán con lo especificado en las normas UNE-EN / IEC 61.439-1. Las características principales serán las siguientes:

- | | |
|---|---|
| • Instalación | Interior |
| • Tensión asignada | en función de la instalación |
| • Frecuencia | 50 Hz |
| • Intensidad asignada | s/ esquemas |
| • Intensidad asignada de corta duración | s/instalación y mínimo 50kA/1 sg |
| • Forma | 1/2b/3b/4b (en función de la instalación) |
| • Tensión auxiliar de mando: | |
| - Forma 3b/4b | 230 Vca, 48 Vcc (tensión segura) |
| - Forma 1/2b | 230 Vca, 24 Vca, 24 Vcc (tensión segura) |
| • Tensión auxiliar servicios cuadro | 230 Vca |
| • Sistema de neutro | en función de la instalación (TT / TN) |
| • Color | RAL 7035 |
| • Acometida | Cable (inferior) o barras (superior) |
| • Grado de protección: | |
| - Forma 3b/4b | IP54 (según UNE-EN 60.529) |
| - Forma 1/2b | IP55 (según UNE-EN 60.529) |
| • Grado de resistencia a impactos | IK10 (según UNE-EN 62.262) |

Fabricación:

- Forma 3b/4b: Schneider Prisma, Siemens Sivacon u otro de similares características.
- Forma 1/2b: Himel o Siemens u otro de similares características

Los cuadros estarán constituidos por una envolvente metálica, y albergarán en su interior toda la aparamenta eléctrica. De espesor no inferior a 1,5 mm, con estructura, zócalo, puertas, tapas de acero y compartimentos interiores metálicos. Los bastidores fijos serán de la rigidez adecuada y los paneles tendrán posibilidad de extracción.

Dispondrá de refuerzos y medios necesarios para proporcionar la adecuada rigidez y resistencia del panel, tanto en las condiciones normales de operación como en las de transporte y montaje.

En funcionamiento normal, el cuadro tendrá acceso por la parte frontal mediante puertas. Los paneles laterales, posteriores y superiores estarán firmemente sujetos a la estructura mediante tornillería.

Las puertas irán equipadas con bisagras interiores, manillas provistas de cerraduras (con llave común), con sistema de cierre de tres puntos y junta de neopreno. La apertura mínima de la puerta será de 110°.

En todas las instalaciones que sea preciso el suministro de un cuadro de control asociado a un cuadro eléctrico de fuerza y siempre que sea posible, se establecerá un cubículo o módulo independiente del cuadro eléctrico para los equipos de control y comunicaciones. Este módulo será de forma 1, tendrá puertas de acceso de cristal por el frente y puerta ciega en el fondo, en el caso de que dispongan de acceso posterior.

En caso de que el cuadro de control y comunicaciones sea un armario independiente del cuadro eléctrico (situación a evitar en la medida de lo posible), el módulo o módulos que lo constituyan tendrán una envolvente de las mismas características, dimensiones, acabado, pintura, etc. que la envolvente del armario eléctrico.

Dispondrán de los soportes necesarios para la fijación de elementos frontales, interiores, regleteros de bornas, canaleta de cables, etc. Dichos soportes serán atornillados y permitirán de una forma rápida la sustitución del cualquier equipo.

Normalmente, la entrada de cables exteriores será por la parte inferior, por lo que se dispondrá de espacio para el conexionado de dichos cables.

Se dispondrán los equipos en el interior de la envolvente de forma que se cumpla el ensayo de verificación de las propiedades dieléctricas.

En ningún caso se permitirá que para cambiar un equipo o acceder a sus conexiones se tenga que desmontar otro equipo.

En el caso de cubículos extraíbles, todos los equipos que realicen funciones similares serán intercambiables.

Los cuadros estarán diseñados para ser atornillados a un bastidor. Estos bastidores forman parte del suministro.

Los cuadros dispondrán de unas condiciones estructurales que aseguren la protección de personas contra los contactos directos. Se dispondrá de barreras que eviten la posibilidad de tocar partes en tensión al ir a realizar una maniobra sobre un dispositivo de protección o control.

Para acceder al embarrado será necesaria la utilización de herramientas o se dispondrá de un sistema de enclavamiento que dispare todos aquellos dispositivos de protección a través de los cuales puede llegar tensión a la barra.

En el caso de los cuadros tipo 3b/4b, no se podrá acceder a los bornes o terminales de conexión con los equipos exteriores sin la utilización de herramientas o se dispondrá de un sistema de enclavamiento que evite el acceso a los mismos con posibilidad de riesgo de contactos con puntos en tensión.

No se podrán utilizar las puertas como barreras de protección, si la simple apertura de la misma, con o sin llave, permite el acceso a puntos en tensión.

Deberá existir una selectividad total frente a sobrecargas y cortocircuitos. El fabricante deberá justificar que el aparellaje seleccionado cumple con la selectividad exigida.

En todos los casos, los cuadros tienen que estar diseñados para soportar los esfuerzos dinámicos y térmicos a los que van a estar sometidos, tanto en funcionamiento normal, a las intensidades y tensiones asignadas, como en caso de falta, del tipo que sea.

En caso necesario, en función de la instalación a realizar, los cuadros deben asegurar la integridad de las personas, incluso con la falta más severa, de modo que no pueda haber proyecciones de elementos sólidos, puertas, paneles, etc. ni proyecciones de gases no canalizadas, ni tensiones diferidas no controladas, ni temperaturas inadmisibles.

Se valorará muy positivamente el diseño de mecanismos liberadores de presión en caso de arco interno producido en cualquiera de los compartimentos del cuadro.

Los cuadros podrán ser ampliados por ambos extremos.

El zócalo del cuadro irá apoyado y atornillado sobre una estructura metálica continua formada por perfiles UPN 100.

Debido a las dimensiones del cuadro, este podrá venir fraccionado por partes, las cuales se unirán en obra. Se procurará el menor número de divisiones posibles, compatibles con el transporte y manejo de las partes.

Se dispondrán etiquetas de identificación en castellano en el frente y parte posterior de cada columna del cuadro, así como, en cada interruptor y elemento que figure en el frente.

Las etiquetas de identificación serán de plástico laminado de color blanco con letras y números de 6 mm de altura grabadas en negro. El etiquetado deberá ser realizado de manera informática evitando los textos escritos "a mano". Estarán fijadas al cuadro mediante remache plástico o tornillo.

Los elementos auxiliares se identificarán internamente de acuerdo con los esquemas desarrollados y con rótulos que no se borren o desprendan. Se identificará doblemente; sobre elemento y sobre placa o estructura de montaje.

Se incluirá una placa de características con todos los datos principales de identificación del Cuadro de Baja Tensión en el frontal del cuadro de manera visible.

Se proveerá al cuadro de resistencias de caldeo, ventilación (en caso de ser solicitado), termostatos e iluminación interior y final de carrera en puerta. El fabricante considerará el número de estos elementos en función de su diseño. Todos estos circuitos irán protegidos por los interruptores magnetotérmicos y/o diferenciales con protección en las fases necesarios.

Se dispondrá de un 20 % de superficie de reserva, entendiéndose como tal, la superficie destinada a reserva y no considerándose los restos de panel no ocupado en el montaje.

La envolvente exterior de los cuadros eléctricos dispondrá de una toma de tierra, asegurando la continuidad de esta toma a través de todos sus elementos.

Los cuadros dispondrán de un elemento portaplanos con los planos eléctricos funcionales de cada uno de ellos.

Tipos de cubículos en cuadros forma 3b/4b

- Acometida y acoplamiento

Estarán equipados con interruptores automáticos tripolares o tetrapolares en montaje extraíble y corte al aire con mando mecánico y eléctrico.

En el cubículo de acometida se incluirán 3 transformadores de intensidad para la medida de la intensidad de entrada. En caso necesario se incluirán 3 transformadores de tensión para la medida de la tensión de entrada.

- Salida

Estarán dotados de interruptores automáticos tripolares o tetrapolares, además de relés o interruptores diferenciales. El tipo de mando (motorizado o manual) y montaje (fijo o extraíble) estará condicionado al tipo de carga a alimentar, según lo indicado en el punto Aparellaje de los cuadros eléctricos.

- Alimentación a cargas internas

En general dichas cargas (iluminación, ventilación, control) dispondrán de interruptores automáticos con protección en las fases.

- Barras

Las barras principales estarán ubicadas en la parte superior, y distribuyen la potencia a las diferentes secciones que componen el cuadro. Las barras de distribución estarán colocadas verticalmente en columna en la parte trasera de los cubículos de maniobra y distribuyen la potencia a los interruptores de panel.

- Cables

El compartimento de cables se situará en la parte posterior de las columnas y se accederá a ella mediante portezuelas atornilladas desmontables.

Cuadro General de Baja Tensión (Interruptor general próximo al lado de baja tensión del transformador de potencia)

En toda instalación con centro de transformación propio se deberá disponer de un cuadro que albergará la aparatada de protección de baja tensión, de acuerdo a lo indicado en la ITC-RAT-09. Este cuadro cumplirá con los requisitos descritos anteriormente, pudiendo tratarse de un cuadro de dimensiones adecuadas y montaje mural y estará ubicado lo más cerca posible del transformador. Este dispositivo estará enclavado con la puerta de acceso al transformador.

Racks de comunicaciones

Cumplirán con lo especificado anteriormente y serán de las siguientes características:

- 19 pulgadas 42U
- 750 mm ancho x 1070mm fondo x 1991mm alto o medidas similares
- Posibilidad de enracado también mediante carril DIN
- Puertas metálicas perforadas o transparentes. (Nota 1)
- Color negro

El armario rack de comunicaciones albergará todos los elementos de seguridad y comunicaciones con todo debidamente etiquetado.

Además del acceso frontal por puerta tendrán también acceso posterior, mediante puertas divididas.

Dispondrán de cerradura electrónica para apertura de puerta del rack mediante tarjeta electrónica. Se deberán suministrar al menos 10 llaves electrónicas (estos criterios podrán ser revisados durante la ejecución y puesta en marcha del proyecto). Además, incluirá llave maestra para apertura de rack convencional.

Incluirán pasahilos metálicos, no de cepillos, paneles patch panels de UTP, categoría 6, paneles patch panels de fibra óptica monomodo y multimodo, latigillos de fibra óptica, etc..en cantidad necesaria para la correcta instalación interior de todos los elementos.

Incluirá un sensor de temperatura del tipo TH2E con las siguientes características principales:

- Medidas de temperatura, humedad y punto de rocío
- Conexión LAN
- Interfaz web interno
- Logging inteligente de los valores de las medidas
- Envío a un servidor externo de los datos medidos
- Envío por correo electrónico de alerta de umbrales establecidos
- Comunicaciones: TCP, SNMP, e-mail, MODBUS TCP, XML, HTTP GET, etc.

Se incluirá la programación necesaria para integrar los nuevos sensores de temperatura con el resto de las sondas instaladas en una aplicación web desarrollada por el CABB

Se dispondrá de un 20 % de superficie de reserva, entendiéndose como tal, la superficie destinada a reserva y no considerándose los restos de panel no ocupado en el montaje.

Nota 1: En instalaciones dónde la sala donde se va a ubicar el Rack de comunicaciones tenga en mayor o menor medida una atmosfera corrosiva que pueda afectar a los equipos de comunicaciones que incorpora este rack, la envolvente será de unas características que impidan la afección de esta atmosfera y además tendrá en cuenta las solicitudes térmicas de los equipos que engloba. Se debe considerar una envolvente que cumpla ambos condicionantes.

2.3.6.1.2 Cuadros eléctricos de intemperie

Las características principales serán las siguientes:

• Instalación	Exterior
• Tensión de asignada	400 V ca
• Frecuencia	50 Hz
• Intensidad asignada	s/ esquemas
• Intensidad asignada de corta duración	36kA/1 sg
• Tensión auxiliar de mando	230 Vca, 24 Vca, 24 Vcc (tensión segura)
• Tensión auxiliar servicios cuadro	230 Vca
• Sistema de neutro	TT
• Forma	1
• Acometida cables	Inferior
• Grado de protección	IP55(según UNE-EN 60.529)
• Grado de resistencia a impactos	IK10 (según UNE-EN 62.262)

En general los nuevos cuadros eléctricos de intemperie serán fabricados en hormigón, de dimensiones normalizadas y adecuadas, con puerta de PRFV (Poliéster reforzado con fibra de vidrio) o metálica. La puerta se suministrará con retenedor y cerradura normalizada. La placa de montaje será de acero galvanizado.

Albergaran en su interior toda la aparamenta eléctrica y de control necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación.

Al ser armarios de control y fuerza, dentro del cuadro deberá quedar claramente diferenciada la zona destinada a la aparamenta de fuerza (CCM) de la zona destinada al hardware de control, evitando en cualquier caso mezclar dentro de la misma zona aparamenta de fuerza con hardware de control.

Igualmente, se deberán organizar los cables a través de las canaletas, de tal manera que no se mezclen cables de fuerza con cables de control en la misma canaleta.

Se dispondrá de un 20 % de superficie de reserva, entendiéndose como tal, la superficie destinada a reserva y no considerándose los restos de panel no ocupado en el montaje.

2.3.6.1.3 Cajas de mando

Sera de montaje mural, fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio de aislamiento total, según UNE-EN 60.529.

- Instalación Exterior/Interior
- Grado de protección IP65/IP55
- Acometida de cables en función de la instalación

Dispondrán de una puerta en la cual se realizarán los correspondientes perforados para los pulsadores de mando y contendrán los pulsadores y manetas de mando necesarias para el control local.

Los pulsadores serán de 9 mm Ø y tendrán un bloque de contactos con 1 contacto NO, exceptuando el de paro que tendrá 1 contacto NC. Los bornes serán de enchufe (faston).

En casos excepcionales y si así se solicita podrán albergar también un panel de operador para el control local de la instalación.

2.3.6.1.4 Cajas de interconexión

Serán de material aislante de baja emisión de humos tóxicos y no propagador de la llama en caso de incendio con tapa del mismo material y tendrá taladros troquelados semicortados para las entradas de tubos en las cuatro caras.

Las dimensiones mínimas serán de 100x100x40 mm.

Las cajas para instalación empotrada serán de material sintético antihumedad con junta de estanqueidad IP55 según DIN 40.050, dotada de regleta de bornas y prensaestopas y con borne de puesta a tierra conectado a la red de tierras.

El grado de protección que se exigirá será IP 55 según norma UNE-EN 60.529.

El montaje será en pared, o en su defecto en soporte metálico tipo pie.

2.3.6.1.5 Cajas ATEX

Características técnicas exigibles:

- Certificación II 2G EEX e II T5 IP66
- Instalación zona 1
- Grupo de gases IIA-IIB
- Grado de protección IP66 (según norma UNE-EN 60.529)
- Material Aluminio marino libre de cobre y tornillos exteriores de acero inoxidable
- Dimensiones mínimas 130x130x90 (mm)

2.3.6.2 Embarrados

Los embarrados serán de cobre electrolítico de alta conductividad estirado en frío. Estarán soportados y diseñados convenientemente para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos a los que puedan estar sometidos, a una distancia tal que no existan resonancias a la frecuencia de red. Se prestará especial atención a la unión entre barras, con soluciones probadas, con el fin de asegurar una buena superficie de contacto y evitar concentraciones locales de calor.

El embarrado se colocará en la parte superior de los cuadros en toda su longitud y deberá estar protegido contra contactos directos mediante pantalla de metacrilato o similar.

No se admitirá el uso de repartidores de tensión para el cableado de fuerza de 230/400Vca, excepto en los casos en los que no sea posible instalar embarrado.

La barra de tierra estará dimensionada para soportar la corriente de falta a tierra mientras actúa la protección correspondiente. Todos los paneles, los instrumentos y las puertas deberán estar conectados a la barra de tierra.

Será posible comprobar su unión con la red general de tierras sin interrumpir el servicio del cuadro.

2.3.6.3 Cableado interno (Cables y canales)

Todos los cables de fuerza en el interior del cuadro serán de cobre, unipolares, de tensión nominal 0,6/1 kV, flexible, clase 5, con características de rápida extinción de la llama, no propagadores de incendios y libre de halógenos, tipo RZ1-K (AS).

Todos los cables de control en el interior del cuadro serán de cobre, unipolares, de tensión nominal 750 V, flexible, clase 5, con características de rápida extinción de la llama, no propagadores de incendios y libre de halógenos, tipo H07Z1-K.

Los cables de control tendrán una sección mínima de 1,5 mm².

Los cables que alimentan bobinas de interruptores y la conexión a los toroidales, 2,5 mm².

Los cables de protección o medida de tensión 4 mm².

Los cables de protección o medida de intensidad 6 mm².

El transformador toroidal se cableará con cable apantallado si estuviese dentro del cuadro. Si el toroidal se montara en zanja fuera del cuadro será de cobre libre de halógenos, armado o sin armar según el tipo de instalación.

Para señalar los distintos circuitos se deben utilizar obligatoriamente el siguiente código de colores para los conductores unipolares:

COLOR	TIPO DE CIRCUITO
Azul claro	Neutros de circuito de potencia
Negro	Conductores activos de circuitos de potencia en c.a y c.c.
Rojo	Circuitos de mando en corriente alterna
Blanco	Circuitos en 24 V.c.a.
Azul	Circuitos de mando en corriente continua
Naranja	Circuitos de enclavamiento de mando alimentados desde una fuente externa de energía.
Amarillo/Verde	Conductores de protección (Tierra)

Para los conductores tripolares:

COLOR	TIPO DE CIRCUITO
Negro	Conductores Circuito de potencia

Excepciones previstas a la norma:

- Mangueras multiconductoras. En este caso deben ir obligatoriamente identificadas mediante marcas en los cables u otros colores.
- Dispositivos individuales con un cableado interno que son adquiridos como complementos.
- Conductores que, por su naturaleza, no disponen de aislante superficial del color normalizado. En este caso se deberá identificar claramente mediante inscripciones indelebles.

Todas las puntas de cable serán identificadas de forma clara e indeleble, que no se perderá al desconectar los mismos. El etiquetado deberá ser realizado de manera informática evitando los textos escritos "a mano". La identificación se corresponderá con el punto de conexión representado en los esquemas eléctricos.

Existirán como máximo dos cables (puntas) por punto de conexión. Las conexiones en los puntos de conexión se deberán realizar siempre con punteras adecuadas en función del número de cables y la sección de estos.

Las punteras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y estañado resistente según norma DIN 46.228-4. Dispondrán de manguitos de plástico (poliamida o similar). Estos terminales se ajustarán al cable mediante la herramienta de crimpado adecuada.

En el caso de necesidad de conexión de varios cables en una misma borna de un aparato para realizar series en paralelo, se utilizará un único terminal o puntera, adecuado especialmente para diversos conductores, siendo el máximo permitido de 2 cables en una única puntera o terminal de cable.

Para el cableado de mando exterior hasta el interior de la envolvente deberán utilizarse obligatoriamente bornas de conexión o combinaciones base-clavija adecuadas.

Los canales de cableado interior de la envolvente deben ser de material aislante, tipo ranurado, libres de halógenos y con tapas fijadas a presión. Se deben poder acceder preferiblemente desde la parte delantera del armario para poder hacer modificaciones; caso de no ser así, será necesario prever el acceso al armario desde la parte posterior mediante puertas o tapas accesibles. Los canales deben prever un espacio libre para reserva del 25% de su volumen.

Los cables de interconexión de fuerza y de control deben ir por canaletas separadas. Se guiarán por canaletas todos aquellos cables de sección inferior a 10 mm². Para secciones superiores los cables constituirán mazos convenientemente sujetos a la estructura para soportar los posibles esfuerzos electrodinámicos.

La separación de las fijaciones de las canaletas no debe ser superior a los 600 mm.

Se prohíben los empalmes de cualquier tipo entre conductores dentro de canales o conducciones, debiéndose disponer de bornas para estas conexiones debidamente colocadas fuera de los canales.

Cuando sea necesario derivar varios cables de un punto dado para su distribución se utilizarán colectores de barras, bornas puenteables o barras de distribución diseñados para soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos de la intensidad de cortocircuito máxima previsible en dicho punto.

Dentro de cada regletero las bornas serán sustituidas por niveles de tensión, formando subregleteros.

Dichos colectores se deben disponer en grupos separados cuando existan colectores de mando y de potencia.

Se prohíbe el uso común del mismo colector para funciones de protección (tierra) y funciones de neutro. El colector de tierra debe ser perfectamente identificable y distinto de cualquier otro colector.

Todos los colectores de conductores activos deben estar protegidos mediante tapas o cubiertas, garantizándose un grado de protección mínimo IP2x.

En el caso de que no se puedan tapar estos colectores y estos queden al aire en el interior del armario y el acceso a ellos sea fácil mediante operaciones normales de mantenimiento, será obligatorio instalar un dispositivo en el interruptor general de energía de forma que este se manipule directamente desde el exterior del armario y de forma que mientras esté conectado (cuadro en tensión) las puertas de dicho armario estén bloqueadas en posición cerradas y que solo se puedan abrir cuando el interruptor general se encuentre en posición abierto (cuadro sin tensión).

Las mallas o cubiertas de los cables apantallados o blindados no podrán ser utilizados bajo ningún concepto como conductores de protección, aunque si deben estar conectados obligatoriamente a tierra.

Cableado de señales analógicas

Todas las señales analógicas se cablearán siempre con mangueras apantalladas con el nº de hilos correspondiente según el tipo de señal, poniendo la malla protectora en conexión a tierra por uno solo de sus extremos, habitualmente el extremo más cercano al punto común de puestas a tierra.

Para el caso de señales analógicas sensibles (señales de tensión 0-10V, $\pm 10V$, 0-5V, $\pm 5V$, etc.) es aconsejable utilizar mangueras de pares trenzados.

No se deben utilizar conexiones de cables de señales analógicas en modo común, debiendo ser todas las conexiones en modo diferencial para facilitar así la compatibilidad electromagnética.

Para las señales de x/1 A o x/5 A que deban salir del armario del equipo de medida se utilizaran bornas del tipo seccionables y cortocircuitables especiales para este tipo de señales de medida.

Cableado de señales digitales

Para el cableado de señales digitales se utilizará preferentemente cables unifilares o mangueras de varios colores, utilizando preferiblemente conductores de 0.5mm² de sección mínima y 1 mm² de sección máxima.

Todos los conductores unifilares se instalarán con cubierta de color normalizado azul oscuro para circuitos de señales de corriente continua y rojo para circuitos de señales de corriente alterna.

Se evitará en la medida de lo posible el paralelismo y las zonas o canales de paso común entre cableados de señales y cableados de potencia.

Se estandarizará como tensión de alimentación para circuitos de control la alimentación a 24V en corriente continua.

Cableado Ethernet

Se utilizará cable Ethernet industrial libre de halógenos, con 4 hilos de par trenzado, apantallado y categoría 5.

Fabr.: Siemens; Ref.: 6XV1871-2F, Schneider Ref.: BDCFH100 o similar.

Incluidos los conectores necesarios del tipo RJ45 con carcasa metálica robusta y tecnología de conexión rápida para cable de 2x2.

Fabr Siemens, Ref.: 6GK1901-1BB10, Schneider Ref.: TCSEK3MR2 o similar.

Cableado UTP

El cable UTP a instalar será del tipo industrial libre de halógenos, par trenzado y categoría 6. Deberá instalarse con un código de colores diferenciador, como el que se indica a continuación:

- | | |
|----------|--------------------------------------|
| • Blanco | para las conexiones con equipos IT |
| • Verde | para las conexiones con equipos OT |
| • Rojo | para las conexiones del FW principal |
| • Azul | para las conexiones del FW de backup |

El cableado de parcheo utilizado será de una medida adecuada para que no esté muy tirante ni sobre demasiado, se estima que en la mayoría de las ocasiones valdrán cables de 2 metros aunque en ciertas ocasiones pueden ser necesarios también algunos de 1 ó 3 metros. El etiquetado de estos cables deberá ser realizado de manera informática evitando los textos escritos "a mano".

2.3.6.4 Aparellaje de los cuadros eléctricos

En el diseño del cuadro se tendrá en cuenta la disponibilidad de espacio de reserva para posibles ampliaciones futuras, que será como mínimo de un 20% del total.

Para los diferentes tipos de acometidas y salidas, el aparellaje a montar es el siguiente:

2.3.6.4.1 Interruptor General de Baja Tensión (próximo al lado de baja tensión del transformador de potencia)

Estará equipado con:

- Para protección de transformadores de más de 1000 kVA, interruptor automático IV de caja moldeada o bastidor abierto ($I_n > 630A$) y ejecución fija, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, con capacidad de seccionamiento, mando motorizado, bobinas de apertura y cierre, enclavable en posición abierto, contactos auxiliares de posición, contacto de relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado, cerradura de enclavamiento, cubre bornas y pantalla de aislamiento. Intensidad s/ esquemas

Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Para transformadores de 1000 kVA o menor potencia, se podrán utilizar fusibles tipo NH, de intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V. Se deberá disponer de bases portafusibles seccionables, o en su defecto se instalará un dispositivo de corte omnipolar. Intensidad s/ esquemas

Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- En caso necesario, relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

Cuadros tipo 3b/4b

2.3.6.4.2 Acometida general cuadro forma 3b/4b

Estará equipada con:

- Protectores de sobretensión adecuados en la entrada. Para redes tipo TT, clase de exigencia C, Tipo 2, clase II N/PE, 4 polos y con aviso remoto. Estará protegido mediante fusibles.
- Interruptor automático IV de ejecución extraíble, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, mando motorizado, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición (4NA+4NC), contador de operaciones, cubre bornas y pantalla de aislamiento. Tipo bastidor abierto para $I_n > 630A$ y caja moldeada para el resto de los casos. En caso de sustitución de equipo existente, se instalará el mismo tipo de interruptor. Intensidad s/ esquemas.

Los interruptores de bastidor abierto deberán ser enclavables en las posiciones de abierto y extraído.

Dispondrá de pulsadores integrados para la apertura y cierre del interruptor, así como selector local/remoto.

Los interruptores de acometida desde transformador dispondrán de enclavamiento con cerradura.

Llevará asociado un relé de protección con curva regulable de característica inversa. El relé deberá ser comunicable y dispondrá de protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Analizadores. En las acometidas se dispondrán de equipos trifásicos para las medidas eléctricas, montaje en panel. medida en dos cuadrantes, entradas de corriente aisladas, comunicación Ethernet.

Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Relé trifásico de vigilancia de tensión que detectará desequilibrio de tensiones, mínima y máxima tensión, secuencia de fases incorrecta. Tendrán posibilidad de temporización, bien por el propio relé o bien por relé temporizado externo.

Fabricante Siemens, Schneider o similar

- En caso necesario, relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

- Para los embarrados alimentados desde secundario en triángulo, se dispondrá de detectores de aislamiento, que darán una orden de disparo ante una falta.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

2.3.6.4.3 Acoplamiento de barras cuadro forma 3b/4b

Estará equipada con:

- Interruptor automático IV de ejecución extraíble, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, mando motorizado, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición (4NA+4NC), contador de operaciones, cubre bornas y pantalla de aislamiento. Tipo bastidor abierto para $I_n > 630A$ y caja moldeada para el resto de los casos. En caso de sustitución de equipo existente, se instalará el mismo tipo de interruptor. Intensidad s/ esquemas.

Los interruptores de bastidor abierto deberán ser enclavables en las posiciones de abierto y extraído.

Dispondrá de pulsadores integrados para la apertura y cierre del interruptor, así como selector local/remoto.

Llevará asociado un relé de protección con curva regulable de característica inversa. El relé dispondrá de protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

Fabricante Siemens, Schneider o similar.

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

2.3.6.4.4 Salidas desde Centros de Distribución cuadro forma 3b/4b

- Interruptor automático tetrapolar de ejecución extraíble, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, mando motorizado, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición (4NA+4NC), contador de operaciones, cubre bornas y pantalla de aislamiento. Tipo bastidor abierto para $I_n > 630A$ y caja moldeada para el resto de los casos. En caso de sustitución de equipo existente, se instalará el mismo tipo de interruptor. Intensidad s/ esquemas.

Los interruptores de bastidor abierto deberán ser enclavables en las posiciones de abierto y extraído.

Llevará asociado un relé de protección con curva regulable de característica inversa. El relé deberá ser comunicable y dispondrá de protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquélla cuando no funcionen las últimas.

Dispondrá de pulsadores integrados para la apertura y cierre del interruptor, así como selector local/remoto.

Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

2.3.6.4.5 Salidas alimentación servicios varios cuadros forma 3b/4b

- Interruptor automático tripolar o tetrapolar de ejecución fija, intensidad de cortocircuito s/instalación, bobina de disparo, contactos auxiliares de posición (4NA+4NC), cubre bornas y pantalla de aislamiento. Tipo bastidor abierto para $I_n > 630A$, caja moldeada para $I_n > 63A$ e interruptor modular para $I_n \leq 63A$. Intensidad s/ esquemas.

Llevará asociado un relé de protección con curva regulable de característica inversa. El relé dispondrá de protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

Para $I_n \leq 63A$, se incluirán interruptores diferenciales modulares, clase A o AC.

Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

2.3.6.4.6 Salidas alimentación a motores cuadro forma 3b/4b

- Interruptor protector de motor tripolar, con disparo magnetotérmico regulable y mando manual, contactor integrado o independiente. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición (2NA+2NC) y contacto de actuado.

La coordinación entre el interruptor y el contactor será del tipo 2, según la norma IEC 60.947-4-1. El contactor será del tipo AC3.

Si el motor a alimentar requiere marcha directa e inversa, el interruptor contará con función de inversión de giro.

Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

- En caso de que la instalación existente a remodelar disponga de pulsadores de mando, se instalarán nuevos equipos siguiendo la misma filosofía de operación.
- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

2.3.6.4.7 Salidas alimentación a motores con arrancador estático o variador cuadro forma 3b/4b

- Interruptor automático IV de ejecución fija, intensidad de cortocircuito s/instalación, bobina de disparo, contactos auxiliares de posición (4NA+4NC), cubre bornas y pantalla de aislamiento. Tipo caja moldeada. Intensidad s/ esquemas.

Llevará asociado un relé de protección con curva regulable de característica inversa. El relé dispondrá de protecciones de sobrecarga y cortocircuito.

Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

Fabricante Siemens, Schneider o similar

- Relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado.

Modelo RGU de Circutor u otro tipo de similares características.

- Equipo arrancador estático o variador de velocidad según se describe en los apartados "Arrancadores Estáticos" y "Variadores".
- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.
- Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

Cuadros tipo 1/2b

2.3.6.4.8 Acometida general CDBT/CCM (ETAP Venta Alta, EDAR Galindo, EDARs, ETAPS, e instalaciones de cierta entidad como: Bombeos, Tanques de tormentas, ...)

Como criterio general este tipo de acometidas se instalarán en cuadros de baja tensión de instalaciones de interior y que además sean de cierta entidad, bien por potencia instalada, bien por criticidad de la instalación.

Se instalará siempre este tipo de acometidas en instalaciones donde existe personal de explotación, bien diariamente, a jornada completa, bien esporádicamente como es el caso de ETAPs y EDARs, y otro tipo de instalaciones como bombeos y tanques de tormentas.

Estará equipada con:

- Protectores de sobretensión adecuados en la entrada. Para redes tipo TT, clase de exigencia C, Tipo 2, clase II N/PE, 4 polos y con aviso remoto. Estará protegido mediante fusibles.
- El interruptor automático IV de llegada será de caja moldeada y ejecución fija, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, mando motorizado a 24 Vcc, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, contacto de relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado cubre bornas y pantalla de aislamiento. Intensidad s/ esquemas

Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

Se instalarán todos los enclavamientos mecánicos y eléctricos precisos entre las distintas acometidas.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- En caso necesario, relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado. Tipo RGU.

Fabricación Circutor u otro tipo de similares características.

- Analizadores. En las acometidas se dispondrán de equipos trifásicos para las medidas eléctricas, montaje en panel. medida en dos cuadrantes, entradas de corriente aisladas, comunicación Ethernet.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Relé trifásico de vigilancia de tensión que detectará desequilibrio de tensiones, mínima y máxima tensión, secuencia de fases incorrecta. Se cableará al PLC. Tendrán posibilidad de temporización, bien por el propio relé o bien por relé temporizado externo.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- En aquellos casos en los que se considere necesario, se dejará previsto un interruptor automático para conexión de un grupo portátil de emergencia. Este interruptor será de las mismas características que el de la acometida general y llevará todos los enclavamientos reglamentarios, mecánicos y eléctricos precisos, con el interruptor general.
- En aquellos casos en los que se considere necesario, se suministrará condensadores fijos para la compensación de las pérdidas inductivas del transformador. Estos condensadores irán protegidos mediante un interruptor automático tripolar, de intensidad de cortocircuito 50 kA a 400V, contactos auxiliares de posición, y contacto de magnetotérmico actuado.
Fbr. Siemens, Schneider, ABB o similar.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

2.3.6.4.9 Acoplamiento de barras CDBT/CCM (ETAP Venta Alta, EDAR Galindo, EDARs, ETAPS, e instalaciones de cierta entidad como: Bombeos, Tanques de tormentas, ...)

Estará equipada con:

- El interruptor automático IV será de caja moldeada y ejecución fija, intensidad de cortocircuito s/instalación y como mínimo 50 kA a 400 V, mando motorizado a 24 Vcc, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, contacto de relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado cubre bornas y pantalla de aislamiento. Intensidad s/ esquemas
Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.
Fabricante Siemens, Schneider, o similar
- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.
Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

2.3.6.4.10 Acometida general para pequeñas instalaciones (Bombeos, depósitos, aliviaderos, etc...)

Estará equipada con:

- Protectores de sobretensión adecuados en la entrada. Para redes tipo TT, clase de exigencia C, Tipo 2, clase II N/PE, 4 polos y con aviso remoto. Estará protegido mediante fusibles.
- El interruptor automático IV de llegada será de caja moldeada y ejecución fija, intensidad de cortocircuito de servicio 50 kA. o 36 kA (según Icc definida para el cuadro) a 400 V, mando motorizado a 24Vcc, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, contacto relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado, cubre bornas y pantalla de aislamiento.
Intensidad según lista de consumidores o unifilares.
Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

Se instalarán todos los enclavamientos mecánicos y eléctricos precisos entre las distintas acometidas.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable en Ethernet. Con funciones de supervisión y control del interruptor de entrada y de analizador de redes.

Este controlador será de la misma marca que el resto del hardware que compone la solución de control de la instalación (Simocode de Siemens o TesysT de Schneider).

Deberá ser capaz de transmitir las siguientes informaciones: Intensidad de las tres fases, tensión de las tres fases (incluyendo sobretensión, subtenión y secuencia de fases), Potencia activa, Potencia reactiva, Factor de potencia, energía activa y energía reactiva.

Para ello incluirá todos los módulos necesarios que podrán variar en función de los distintos fabricantes pero que de modo general serán: módulo base, y módulo de medida de intensidad y tensión.

La alimentación auxiliar del controlador será 24 Vcc.

Tendrá cableadas las siguientes entradas/salidas físicas:

- Interruptor de red en servicio
- Interruptor de red armado (según modelo de interruptor)
- Interruptor de red magnético/térmico armado (según modelo de interruptor)
- Orden de rearmar interruptor de red (según modelo de interruptor)
- Orden de cerrar interruptor de red (según modelo de interruptor)
- Fallo de tensión (Avisador telefónico)

En caso de necesitar módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

Fabricante Siemens o Schneider.

- En aquellos casos en los que se considere necesario, se dispondrá de analizadores trifásicos para las medidas eléctricas, montaje en panel, medida en dos cuadrantes, entradas de corriente aisladas, comunicación Ethernet.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

2.3.6.4.11 Acometida general para pequeñas instalaciones (Bombeos, depósitos, aliviaderos, etc...) con Grupo Electrónico sin Conmutación Automática.

Este tipo de acometidas se instalarán siempre en los cuadros de intemperie. En el caso de instalaciones de interior, se instalarán en instalaciones de pequeña potencia y baja criticidad

y que además no cuenten habitualmente con personal in situ, sólo por rutinas específicas y averías y/o mantenimiento.

Estará equipada con

- Protectores de sobretensión adecuados en la entrada. Para redes tipo TT, clase de exigencia C, Tipo 2, clase II N/PE, 4 polos y con aviso remoto. Estará protegido mediante fusibles.
- El interruptor automático IV de red será de caja moldeada y ejecución fija, intensidad de cortocircuito de servicio 50 kA. o 36 kA (según Icc definida para el cuadro) a 400 V, mando motorizado a 24Vcc, bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, contacto relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado, cubre bornas y pantalla de aislamiento, embellecedor en puerta.

Intensidad según lista de consumidores o unifilares.

Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

Se instalarán todos los enclavamientos mecánicos y eléctricos precisos entre las distintas acometidas.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- El interruptor automático IV de grupo será de caja moldeada y ejecución fija, intensidad de cortocircuito de servicio 50 kA. o 36 kA (según Icc definida para el cuadro) a 400 V, contactos auxiliares de posición, contacto relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado, cubre bornas y pantalla de aislamiento, embellecedor en puerta.

Intensidad según lista de consumidores o unifilares.

Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

Existirá selectividad entre la entrada y las salidas, de forma que sólo dispare aquella cuando no funcionen las últimas.

Se instalarán todos los enclavamientos mecánicos y eléctricos precisos entre las distintas acometidas.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Relé trifásico de vigilancia de tensión que detectará desequilibrio de tensiones, mínima y máxima tensión, secuencia de fases incorrecta. Tendrán posibilidad de temporización, bien por el propio relé o bien por relé temporizado externo

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 V ca, dos contactos NC y uno NO, Clase A súper inmunizado. Tipo RGU.

Fabricación Circutor u otro tipo de similares características.

- Contactor, categoría AC-3, de potencia adecuada, tensión de la bobina 230 V AC 50 Hz, un contacto NA y NC. Fabricante Siemens, Schneider, o similar.
- Para $I \leq 63A$: base de conexión hembra bi-tensión 230/400V – 3P+N+T, con enclavamiento, para la conexión del grupo electrógeno al cuadro de fuerza; instalada en caja con grado de protección IP67 y cierre con llave. Fabricante Marechal o similar.
- Para $I \geq 50A$: caja tipo CGP con bornas de conexión adecuadas a la sección de acometida de grupo, con grado de protección IP67 y cierre con llave.

- Controlador electrónico comunicable en Ethernet. Con funciones de supervisión y control del interruptor de entrada y de analizador de redes.

Este controlador será de la misma marca que el resto del hardware que compone la solución de control de la instalación (Simocode de Siemens o TesysT de Schneider).

Deberá ser capaz de transmitir las siguientes informaciones: Intensidad de las tres fases, tensión de las tres fases (incluyendo sobretensión, subtenión y secuencia de fases), Potencia activa, Potencia reactiva, Factor de potencia, Energía activa y Energía reactiva.

Para ello incluirá todos los módulos necesarios que podrán variar en función de los distintos fabricantes pero que de modo general serán: módulo base, y módulo de medida de intensidad y tensión.

La alimentación auxiliar del controlador será 24 Vcc.

Tendrá cableadas las siguientes entradas/salidas físicas:

- Interruptor de red en servicio
- Interruptor de red armado (según modelo de interruptor)
- Interruptor de red magnético/térmico armado (según modelo de interruptor)
- Interruptor grupo electrógeno en servicio
- Interruptor grupo electrógeno armado
- Orden de rearmar interruptor de red (según modelo de interruptor)
- Orden de cerrar interruptor de red (según modelo de interruptor)
- Fallo de tensión (Avisador telefónico)

En caso de necesitar módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

Fabricante Siemens o Schneider.

- En aquellos casos en los que se considere necesario, se dispondrá de analizadores trifásicos para las medidas eléctricas, montaje en panel, medida en dos cuadrantes, entradas de corriente aisladas, comunicación Ethernet.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Se suministrarán e instalarán los interruptores automáticos magnetotérmicos bipolares o tripolares necesarios según los esquemas tipo definidos con contactos auxiliares de posición.

Fabricante Siemens, Schneider, ABB o similar.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

2.3.6.4.12 Salidas

En función del tipo de salida a la que alimentan se han especificado distintos típicos de salida:

- Típico 1 A – 1 A0 - Arranque directo a motor $P < 9 \text{ kW}$ - Arranque directo bomba de achique
- Típico 1 B - Arranque con variador de frecuencia $P < 5 \text{ kW}$
- Típico 1 C - Arranque directo a motor $P < 9 \text{ kW}$ con inversión de giro
- Típico 2 - Arranque con inversor $P < 5 \text{ kW}$ (válvulas y compuertas)
- Típico 3A - Arranque con arrancador estático $9 \text{ kW} < P < 55 \text{ kW}$
- Típico 3B - Arranque con variador de frecuencia $5 \text{ kW} < P < 55 \text{ kW}$

- Típico 3C - Arranque con arrancador estático $9 \text{ kW} < P < 55 \text{ kW}$ con inversión giro
- Típico 4A - Arranque con arrancador estático $55 \text{ kW} < P < 150 \text{ kW}$
- Típico 4B - Arranque con variador de frecuencia $55 \text{ kW} < P < 150 \text{ kW}$
- Típico 5A - Alimentación servicios varios tetrapolar o tripolar
- Típico 5B - Alimentación servicios varios bipolar

Las salidas estarán protegidas por interruptores automáticos en caja moldeada o interruptores protectores de motor en función de la intensidad del motor.

La intensidad, potencia y esquema de los arrancadores se definirán en la "Lista de consumidores" que incluirá cada proyecto, en los "Esquemas típicos" o en los particulares que se definan de cada armario.

Estarán compuestos por interruptor, contactor, y controlador de motor electrónico.

Los contactores cumplirán con la normativa IEC 60.947 y dispondrán de un poder de corte superior a la intensidad de corta duración admisible que debe ser capaz de soportar el cuadro de distribución de Baja Tensión.

La coordinación entre el interruptor y el contactor será del tipo 2, según la IEC 60.947-4.1. El contactor será del tipo AC3.

Los controladores de motor, para todos los tipos de salida, serán electrónicos comunicables en Ethernet con funciones de mando integradas, de forma que lleven a cabo las funciones de protección, medida y supervisión de los motores del centro de control de motores. Tensión de alimentación auxiliar 230 Vca.

Estos controladores de motor siempre serán de la misma marca que el resto del hardware que compone la solución de control de la instalación (Simocode de Siemens o TesysT de Schneider).

Incorporarán las siguientes funciones:

Funciones de protección

- Protección electrónica de sobrecarga
- Protección contra desequilibrio de fases y pérdida de fase
- Protección de motor por termistor (para motores de potencia $> X \text{ kW}$)
- Rotor bloqueado
- Arranques largos
- Inversión de fases
- Fallo de corriente de fuga a tierra

Funciones de medida

- Medida de la corriente entre fases
- Medida de la corriente de fuga a tierra
- Medida de la temperatura del motor

Funciones de control

- Arranque de motores directo
- Arranque directo/inversor

Funciones de estadística y diagnóstico

Podrán ser Simocode PROV de Siemens, o TeSys T de Schneider.

- **Salida tipo 1A – 1A0: Arranque directo $P \leq 9 \text{ kW}$ – Arranque directo bomba de achique**

Arrancador tripolar, de arranque directo para motores de potencia menor o igual a 9 kW. Estará compuesto de forma general por:

- Interruptor protector de motor, protección magnética con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, contacto de actuado.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Contactor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de la bobina 230 VAC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableadas las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 1A:

- ~ Interruptor en servicio
- ~ Interruptor armado
- ~ Enclavamiento externo
- ~ Marcha/paro sin PLC
- ~ Orden de marcha
- ~ Termistancia (en caso de que aplique)

En caso de necesitar relés auxiliares para las ordenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico
- Interruptor automático magnetotérmico bipolar (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 VAC)
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

• **Salida tipo 1B: Arranque con Variador de frecuencia $P \leq 5$ kW**

Arrancador tripolar con variador de frecuencia para motores de potencia menor o igual a 5 kW estará compuesto por:

- Interruptor protector de motor, protección magnética con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, contacto de actuado.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Contactor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de la bobina 230 VAC 50 Hz, 1 contacto NA y NC

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 1B:

- * Interruptor en servicio
- * Interruptor armado
- * Enclavamiento externo
- * Marcha/paro sin PLC
- * Orden de cierre contactor

- * Orden de marcha al variador
- * Orden de reset al variador
- * Variador OK
- * Confirmación de marcha variador
- * Termistancia (en caso de que aplique)

En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmico bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 VAC).
- Equipo variador de velocidad según se describe en "Variadores".
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

• **Salida tipo 1C: Arranque directo $P \leq 9$ kW con inversión de giro**

Arrancador tripolar con inversión de giro, de arranque directo para motores de potencia menor o igual a 9 kW. Estará compuesto de forma general por:

- Interruptor protector de motor, protección magnética con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, contacto de actuado.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Contactor inversor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de las bobinas 230 V AC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 1C:

- ~ Interruptor en servicio
- ~ Interruptor armado
- ~ Enclavamiento externo
- ~ Marcha/paro sin PLC
- ~ Orden de marcha directa
- ~ Orden de marcha inversa
- ~ Termistancia (en caso de que aplique)

En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (220 V AC).
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.

- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 2: Arranque inversor $P \leq 5$ kW**

Arrancador tripolar inversor para motores de potencia menor o igual a 5 kW. Formado por:

- Interruptor protector de motor, protección magnética con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, contacto de actuado.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Contactor inversor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de la bobina 230 V AC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 2:

- ~ Interruptor en servicio
- ~ Interruptor armado
- ~ Enclavamiento externo
- ~ Marcha/paro sin PLC (sin aplica)
- ~ Final de carrera 1
- ~ Final de carrera 2
- ~ Limitación par 1
- ~ Limitación par 2
- ~ Orden de marcha 1
- ~ Orden de marcha 2
- ~ Termistancia (en caso de que aplique)

En caso de necesitar módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (220 V AC).
- Interruptor automático magnetotérmico bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición o fusible electrónico con contacto auxiliar de armado, para protección de la alimentación auxiliar del módulo auxiliar del controlador en caso necesario (24V CC).
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador canaletas, etiquetas, cualquier módulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 3A: Arranque con Arrancador estático $9 \text{ kW} < P \leq 55 \text{ kW}$**

Arrancador tripolar con arrancador estático para motores de potencias entre 9 y 55 kW estará compuesto por:

- Interruptor automático con protección magnética regulable. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, y contacto de actuado.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Contactor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de la bobina 230 V AC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 3A:

- ~ Interruptor en servicio
- ~ Interruptor armado
- ~ Enclavamiento externo
- ~ Marcha/paro sin PLC
- ~ Equipo OK
- ~ Confirmación marcha arrancador
- ~ No humedad motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- ~ No alta temperatura motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- ~ Orden de marcha al arrancador
- ~ Orden de reset al arrancador
- ~ Orden de reset relé motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- ~ Orden de cierre contactor

En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 V AC).
- Equipo arrancador estático según se describe en "Arrancadores Estáticos".
- Un relé de control de temperatura / humedad por medio de termistancias, rearmable a distancia, tipo MiniCAS II, fabricación Flygt u otro tipo de protección asociada a los accionamientos alimentados por esta salida tipo.
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

• Salida tipo 3B: Arranque con Variador de frecuencia 5 kW < P ≤ 55 kW

Arrancador tripolar con variador de frecuencia para motores de potencias entre 5 y 55 kW estará compuesto por:

- Interruptor automático con protección magnética regulable. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, y contacto de actuado.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Contactor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de la bobina 230 V AC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 3B:

- ~ Interruptor en servicio
- ~ Interruptor armado
- ~ Enclavamiento externo
- ~ Marcha/paro sin PLC
- ~ Equipo OK
- ~ Confirmación de marcha variador
- ~ No humedad motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- ~ No alta temperatura motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- ~ Orden de marcha al variador
- ~ Orden de reset al variador
- ~ Orden de reset relé motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- ~ Orden de cierre contactor

En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 V AC)
- Equipo variador de velocidad según se describe en "Variadores".
- Un relé de control de temperatura / humedad por medio de termistancias, rearmable a distancia, tipo MiniCAS II, fabricación Flygt u otro tipo de protección asociada a los accionamientos alimentados por esta salida tipo.
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 3C: Arranque con Arrancador estático 9 kW < P ≤ 55 kW, con inversión de giro**

Arrancador tripolar con arrancador estático, e inversión de giro para motores de potencias entre 9 y 55 kW estará compuesto por:

- Interruptor automático con protección magnética regulable. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, contactos auxiliares de posición, y contacto de actuado.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Contactor inversor, categoría AC-3, potencia adecuada al motor, tensión de las bobinas 230 V AC 50 Hz, 1 contacto NA y NC.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 3C:

- ~ Interruptor en servicio

- ~ Interruptor armado
 - ~ Enclavamiento externo
 - ~ Marcha/paro sin PLC
 - ~ Equipo OK
 - ~ Confirmación de marcha
 - ~ No humedad motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
 - ~ No alta temperatura motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
 - ~ Orden de marcha al arrancador
 - ~ Orden de reset al arrancador
 - ~ Orden de reset relé motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
 - ~ Orden de cierre contactor marcha directa
 - ~ Orden de cierre contactor marcha inversa
- En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.
 - Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico
 - Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (220 V AC)
 - Equipo arrancador estático según se describe en "Arrancadores Estáticos".
 - Un relé de control de temperatura / humedad por medio de termistancias, rearmable a distancia, tipo MiniCAS II, fabricación Flygt u otro tipo de protección asociada a los accionamientos alimentados por esta salida tipo.
 - En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
 - Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

• **Salida tipo 4A: Arranque con arrancador estático 55 kW < P ≤ 150 kW**

Arrancador tripolar con arrancador estático para motores de potencias entre 55 kW y 150 kW estará compuesto por:

- Interruptor automático con protección magnética regulable. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, mando motorizado a 230 Vca, bobinas de disparo, apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, y contacto de actuado.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar.

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableada las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 4A:
 - ~ Interruptor en servicio
 - ~ Interruptor armado
 - ~ Enclavamiento externo
 - ~ Marcha/paro sin PLC
 - ~ Equipo OK
 - ~ Confirmación de marcha
 - ~ No humedad motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
 - ~ No alta temperatura motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
 - ~ Orden de marcha al arrancador
 - ~ Orden de reset al arrancador

- ~ Orden de reset relé motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
- ~ Orden de disparo interruptor

En caso de necesitar relés auxiliares para las órdenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico.
- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 V AC)
- Equipo arrancador estático según se describe en "Arrancadores Estáticos".
- Un relé de control de temperatura / Humedad por medio de termistancias y/o PT100 y sensores de filtración, rearmable a distancia, tipo MAS711 y MRM 01, fabricación Flygt u otro tipo de protección asociada a los accionamientos alimentados por esta salida tipo.
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

• **Salida tipo 4B: Arranque con variador de frecuencia 55 kW < P ≤ 150 kW**

Arrancador tripolar con variador de frecuencia para motores de potencias entre 55 y 150kW estará compuesto por:

- Interruptor automático con protección magnética regulable. Con capacidad de corte adecuada a la intensidad de cortocircuito definida para el cuadro, mando motorizado a 230 V, bobinas de disparo, apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, y contacto de actuado.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- Controlador electrónico comunicable de las características definidas anteriormente. Tendrá cableadas las siguientes entradas/salidas físicas según se refleja en el esquema tipo 4B:
 - ~ Interruptor en servicio
 - ~ Interruptor armado
 - ~ Enclavamiento externo
 - ~ Marcha/paro sin PLC,
 - ~ Equipo OK
 - ~ Confirmación de marcha variador
 - ~ No humedad motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
 - ~ No alta temperatura motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)
 - ~ Orden de marcha al variador
 - ~ Orden de reset al variador
 - ~ Orden de disparo interruptor
 - ~ Orden de reset relé motor (podrán variar según las protecciones de cada motor)

En caso de necesitar relés auxiliares para las ordenes, o módulos adicionales de entradas digitales, o cualquier otro tipo de accesorio en función de los distintos fabricantes se tendrán en cuenta incluyendo bases, contactos auxiliares, etc.

- Toroidal homopolar para conectar a módulo de defecto a tierra del controlador electrónico

- Interruptor automático magnetotérmicos bipolares (2P) de 6A, con contactos auxiliares de posición para protección de la alimentación al controlador (230 V AC)
- Equipo variador de velocidad según se describe en "Variadores".
- Un relé de control de temperatura / Humedad por medio de termistancias y/o PT100 y sensores de filtración, rearmable a distancia, tipo MAS711 y MRM 01, fabricación Flygt u otro tipo de similares características. (Bombas Saneamiento)
- En caso de que el motor este dotado de resistencia de calefacción se deberá prever su alimentación y protección por medio de magnetotérmico y diferencial.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, cables de conexión de los distintos módulos del controlador, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo arrancador convencional**

Para aquellos consumidores de potencias menores de 300 W, cuyo funcionamiento no forme parte del proceso y no tengan que tener funcionamiento sin PLC, siempre que sea validado por el CABB/BBUP, el arranque podrá ser convencional (sin controlador electrónico), formado por interruptor protector de motor, contactor, coordinación tipo 3, bloque de contactos auxiliares y diferencial.

- **Salida tipo 5A: Alimentación tripolar/tetrapolar servicios varios**

Estará compuesto por:

- Interruptor automático magnetotérmico IV del calibre adecuado, capacidad de corte adecuada según cuadro, con contactos auxiliares de posición y disparo, curva C.
Fabricante Schneider, Siemens, o similar.
- Interruptor diferencial tetrapolar de corte en polos, con contacto auxiliar de posición y montaje en carril DIN. Se tendrá en cuenta el tipo de carga a proteger al definir el tipo de diferencial a instalar.
Fabricante Schneider, Siemens, o similar.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo 5B: Alimentación bipolar servicios varios**

Estará compuesto por:

- Interruptor automático magnetotérmico II del calibre adecuado, capacidad de corte adecuada según cuadro, con contactos auxiliares de posición y disparo, curva C
Fabricante Schneider, Siemens o similar.
- Interruptor diferencial bipolar de corte en polos, con contacto auxiliar de posición y montaje en carril DIN, tipo multi 9. Se tendrá en cuenta el tipo de carga a proteger al definir el tipo de diferencial a instalar.
Fabricante Schneider, Siemens o similar.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

- **Salida tipo Feeder: Alimentación tetrapolar/tripolar**

Estará compuesto por:

- Interruptor automático tetrapolar de caja moldeada y ejecución fija, mando motorizado (24 Vcc o 230 Vca), bobinas de apertura y cierre, contactos auxiliares de posición, contacto de relé magnético actuado, contacto relé térmico actuado, cubre bornas y pantalla de aislamiento. Intensidad s/ esquemas.

Llevará asociado además un relé electrónico con curva regulable de característica inversa.

Fabricante Siemens, Schneider, o similar

- En caso necesario, relé diferencial regulable en sensibilidad y tiempo, con toroidal asociado y cable de conexión apantallado, para protección homopolar, alimentación auxiliar a 230 Vca, rearmable a distancia y contactos NC y NO, Clase A súper inmunizado o clase AC según carga. Tipo RGU, fabricación Circutor u otro tipo de similares características.
- Incluyendo bornas de fuerza y control, cables, canaletas, etiquetas, cualquier modulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

2.3.6.4.13 Variadores

A continuación, se indican las principales características que deben de cumplir los variadores:

- Tensión alimentación (la de la red), preferentemente 3x400 Vac y -20% a + 10% – 6 pulsos
- Rendimiento mínimo: 96%
- Frecuencia de modulación de 3,3 kHz sin desclasificación
- En función de las condiciones de instalación (cuadros intemperie, cuadros de interior...) y en función de la aplicación (par variable, par constante, carga pesada, carga normal...) se definirá:
 - Potencia del equipo definida para una temperatura de operación de 40°C, y frecuencia de modulación mínima de 3,3 kHz sin desclasificación y sobrecarga 110% durante aproximadamente 1 minuto cada 5 minutos (todo a la vez, 40°C, sobrecarga, 3,3 kHz en la frecuencia de conmutación – tiene que subir y bajar automáticamente).
 - Potencia del equipo definida para una temperatura de operación de 50°C, y frecuencia de modulación de 3,3 kHz sin desclasificación y sobrecarga 150% durante aproximadamente 1 minuto cada 5 minutos (todo a la vez, 50°C, sobrecarga y 3,3 kHz en la frecuencia de conmutación).
- Con bobinas (dv/dt) a la salida cuando el cable de alimentación al motor tenga una longitud superior a 50 m (apantallado) o 100 m (sin apantallar), o siempre con motores de más de 37 kW. (Máxima dv/dt alcanzada con filtro 500 V/μs, medidos en un lugar próximo a bornas del motor, para cualquier régimen de funcionamiento del motor).
- Con funciones de protección, funciones de diálogo analógico y digital y comunicación Ethernet.
- Máxima tensión de pico (medidos en un lugar próximo a bornas del motor) entre fases 1400 V.
- IP 20 para equipos dentro de envolventes de IP54 (armarios eléctricos) e IP54 para equipos fuera de envolventes.
- Tarjetas de control tropicalizadas para ambientes con ácido sulfhídrico o cloro (cualquiera de ellos). De acuerdo con la norma UNE-EN 61086-3-1:2004, u otra norma internacional equivalente de reconocido prestigio. O también según la norma IEC 60720-3-3 con una clase mínima de 3C2 o superior.
- Todos los accesorios y filtros para el cumplimiento con las normas de compatibilidad electromagnética. Concretamente, tanto el variador y sus accesorios como la instalación propuestos deben cumplir en su "conjunto" con la norma IEC 61.800-3. Y concretamente para instalaciones donde la potencia contratada sea inferior a 100 kW será de primer entorno y límite 2; y para el resto de segundo entorno (industrial) y límite 3 ó 4 (según la corriente de entrada inferior o superior a 100 A o las condiciones particulares de la instalación, a concretar).

- Deben suministrarse los cables para el variador siguiendo las prescripciones del fabricante (para su alimentación y salida hasta el motor).
 - Protecciones del motor integradas en el variador de frecuencia:
 - Adaptación de la limitación de corriente en función de la velocidad
 - Rotor bloqueado
 - Imagen térmica del motor.
 - Alta temperatura motor, mediante sondas PTC del motor (si el motor lo dispone).
 - Desequilibrio de intensidad del motor.
 - Protección contra Subcarga
 - Límite de arranques/hora (si aplica)
 - Protecciones del variador integradas en el variador de frecuencia:
 - Límite de corriente de salida.
 - Sobrecorriente.
 - Modelo térmico del variador.
 - Fallo a tierra.
 - Pérdida de fase de entrada.
 - Certificación RoHSRoSh (Cumplimiento con la Directiva europea RoHS) del equipo y todos sus accesorios.
 - Refrigeración por circulación de aire forzado. Debe incorporar los ventiladores.
 - Kit de display gráfico para montaje en puerta (si es solicitado).
 - Servicio de asistencia técnica 24 horas.
 - En instalaciones con problemas de armónicos o cuándo se vayan a instalar más de 30% de potencia instalada con variadores, o instalaciones alimentadas con grupo de emergencia se deberá adecuar la solución para el correcto dimensionamiento eléctrico y funcional de la instalación.
 - En obra nueva, los motores se suministrarán con sondas PTC cuándo estén alimentados a través de variadores de frecuencia y deberán de ser específicos para funcionar con variadores.
 - Para motores > 37 kW, deberá disponer de los siguientes accesorios:
 - Fusibles rápidos para protección de los semiconductores aguas arriba del rectificador (incorporados en el variador preferentemente)
 - Filtro EMC.
 - Inductancia de Línea.
 - Para motores > 37 kW, máxima tasa de distorsión armónica en corriente en la entrada trifásica de variador del 40% medidas para los valores nominales del variador. Para las pruebas se verificará que el valor de los armónicos no supera en magnitud (en vez de porcentaje) los valores indicados para el punto de prueba. Se probará con la carga más baja del equipo (a velocidad mínima).
- Fabricación Siemens, Schneider, ABB, Power Electronics o Emotron.

2.3.6.4.14 Arrancadores Estáticos

A continuación, se indican las principales características que deben de cumplir los arrancadores:

- Con control en las tres fases.
- Límite de corriente de 2 a 5 veces I_n .
- Con contactor de by-pass incluido (a ser posible interno).

- En función de las condiciones de instalación (cuadros intemperie, cuadros de interior...) y en función de la aplicación (carga pesada, carga normal...) y la temperatura máxima de trabajo (50°C) se definirá el arrancador a instalar.
- Ajuste (según aplicación):
 - Con algoritmo de control de bombas o el accesorio correspondiente, para el paro con control del golpe de ariete.
 - Pulso de par y par inicial para tornillos, tamices y con bombas con atascos frecuentes.
- Protecciones integradas en el arrancador:
 - Subcarga
 - Imagen térmica
 - Inversión de la secuencia de fases (si aplica)
 - Desequilibrio de fases
 - Alta temperatura motor, mediante sondas PTC del motor (si el motor lo dispone)
 - Rotor bloqueado
 - Límite de arranques/hora (si aplica)
- En aplicaciones muy críticas el fallo de un tiristor no debe dejar fuera de servicio el arrancador.
- IP 20 para equipos dentro de envolventes de IP54 (armarios eléctricos) e IP54 para equipos fuera de envolventes.
- Deberá disponer de pantalla con indicación de las medidas eléctricas más importantes (U, I, P, fdp).
- Certificación RoHS (Cumplimiento con la Directiva europea RoHS) del equipo y todos sus accesorios.
- Refrigeración por circulación de aire forzado. Debe incorporar los ventiladores.
- Comunicación Ethernet.
- Servicio de asistencia técnica 24 horas.
- En instalaciones con potencias de motores de más de un 20% en relación con la potencia del trafo, realizar el cálculo de la caída de tensión en el arranque. En función de este cálculo se deberá dimensionar la instalación eléctrica para el correcto funcionamiento.
- En función del servicio alimentado, deberá disponer de un limitador de par electrónico.
Fabricación Siemens, Schneider, Power Electronics o Emotron.

2.3.6.4.15 Varios

Para alimentación de los circuitos de mando de los conjuntos que dispongan de más de un arrancador de motor y/o más de 2 dispositivos de mando (relés, temporizadores, etc.) debe utilizarse obligatoriamente transformadores separadores.

Se incluirán transformadores de mando de seguridad, cumplirán con la norma EN 61.558, serán trifásicos (o monofásicos en función de la potencia) de 400/230 Vca, de 230/230 Vca en los Racks de comunicaciones de los Sistemas de Securización y 400/24 Vca para los circuitos eléctricos que representan las lógicas de funcionamiento en caso de fallo de PLC (antialivios en instalaciones de saneamiento...) y serán encapsulados en resina epoxi. Protegidos mediante interruptor automático de la potencia adecuada y curva D.

Es obligatorio el uso de un sistema de seguridad en los circuitos secundarios de mando para evitar las conexiones o desconexiones involuntarias de las máquinas ante la aparición de derivaciones a masa en puntos distintos del circuito, por lo que aguas abajo del trafo de mando de 230V c.a. se instalará relé diferencial con función de rearme automático.

Dentro del propio cuadro se disponen de una serie de cargas, tales como: iluminación, ventilación y una toma de corriente monofásica (Schuko de 16 A). Dichas cargas dispondrán

de interruptores automáticos con protección en las fases. El poder de corte de los interruptores automáticos debe ser adecuado al punto de conexión.

Transformadores de medida y protección

Los transformadores de medida cumplirán con lo establecido en la normativa IEC 61.869.

Los transformadores de intensidad para medida en las entradas tendrán una relación de transformación $x/5A$, potencia de precisión 5 VA en clase 0,5s, factor de saturación 5.

Los valores de intensidad térmica y dinámica se ajustarán a los propios del punto de la instalación y deberán ser capaces de soportar el esfuerzo térmico correspondiente a la intensidad de cortocircuito durante 1 segundo.

La salida de los TI se conectará a los indicadores y relés mediante los dispositivos adecuados de corte, protección y aislamiento.

Los transformadores de medida de tensión tendrán una relación de transformación $400:\sqrt{3}/110:\sqrt{3}$ y potencia de precisión 15 VA, cl. 0,5.

El factor de sobretensión será 1,2 veces la tensión nominal de modo permanente para todos los transformadores.

Será responsabilidad del suministrador el correcto dimensionamiento de las potencias de los transformadores de tensión de forma que mejor se ajuste a las necesidades.

Los transformadores toroidales de protección tendrán la relación de transformación, potencia y clase de precisión adecuada para alcanzar la sensibilidad necesaria, de acuerdo con el relé electrónico al que esté asociado. Tendrán además un diámetro suficiente para abarcar los cables o pletinas necesarias.

En todos los casos estarán contruidos con aislamiento seco de resina epoxi.

Bornas

Las bornas serán de paso 6 mm para cables de control y de al menos 8 mm para el resto. Serán seccionables para circuitos de control y de tensión. Para los circuitos de intensidad serán puenteables.

Los regleteros estarán convenientemente identificados y separados por tensión y función. Se separarán las alimentaciones, los circuitos de intensidad, de tensión y las bornas de entradas y salidas digitales, así como las analógicas.

2.3.6.4.16 Módulos de seguridad

En caso de equipos que dispongan de setas de parada de emergencia, se añadirá a las salidas típicas un módulo de seguridad para el control de esta parada. Serán alimentados a 24 V AC/DC y dispondrán de salidas para control de dos o cuatro equipos, según necesidades.

Podrán ser de los fabricantes Siemens (ref: 3SK1111-1AB30 para control de dos equipos y ref. 3SK111-1AB30 + 3SK1211-1BB00/3SK1211-1BB40 para control de cuatro equipos) o Schneider Electric (ref: XPSAF5130 para control de dos equipos y ref. XPSAF5130 + XPSECME5131P para control de cuatro equipos) y se cableará una salida para el enclavamiento del controlador electrónico (si aplica) o PLC en el caso de aparellaje convencional, tal y como se especifica en los esquemas típicos.

2.3.7 Sistemas de alimentación ininterrumpida

2.3.7.1 Características generales

El sistema de alimentación segura deberá tener las siguientes características técnicas:

- Trifásicos:
 - Parámetros de entrada: 400 Vac $\pm 10\%$ - (3F+N), frecuencia: 50 Hz $\pm 5\%$
 - Parámetros de salida: 400 Vac $\pm 4\%$ - (3F+N), frecuencia: 50 Hz $\pm 5\%$
- Monofásicos:
 - Parámetros de entrada: 230 Vac $\pm 10\%$ - (F+N), frecuencia: 50 Hz $\pm 5\%$
 - Parámetros de salida: 230 Vac $\pm 4\%$ - (F+N), frecuencia: 50 Hz $\pm 5\%$
- Potencia:
 - EDAR/ETAP: mínima 3 kVA (con reserva del 50 %)
 - Racks Comunicaciones: mínima 1,5 kVA (con reserva del 50 %)
- Autonomía: 1 hora
- Carga máxima: 50%
- Factor de potencia $> 0,98$
- Rendimiento $> 92\%$
- Configuración single
- Baterías con 10 años de vida útil
- Diseño compacto y ligero
- Rectificadores y onduladores de alta frecuencia
- Arranque suave en rampa
- Nivel de ruido < 52 dB(A) a 1 m
- Panel de control integrado
- Tecnología online de doble conversión cuando se alimentan servidores o interactivo si no las hay

Todos los equipos irán incluidos en uno o dos armarios y su disposición en el interior permitirá acceder con facilidad a cada elemento. Todos los armarios deberán suministrarse completamente cableados hasta las regletas de bornas terminales donde se harán las conexiones externas.

El equipo deberá ser capaz de proporcionar una protección segura en condiciones extremas de alimentación eléctrica (con variaciones de tensión, frecuencia, ruidos eléctricos, cortes).

Cualquiera que sea el tipo de carga a proteger, estos equipos estarán preparados para asegurar la calidad y continuidad en el suministro eléctrico.

2.3.7.2 Diseño y construcción

Se describen a continuación las características y requisitos técnicos exigidos a todos los equipos:

- Rectificadores – Cargador de baterías

Los equipos cargadores deben diseñarse de forma que se evite la descarga de la batería a través de los mismos por cualquier causa.

Los cargadores de baterías serán de regulación automática, evaluando permanentemente el estado de las baterías, su temperatura y otros parámetros del sistema, para garantizar una tensión estable y limitación de intensidad durante el funcionamiento.

Los rectificadores deberán estar equipados con elementos de protección contra sobretensiones debidas a conexiones, desconexiones y conmutaciones. Igualmente estarán protegidos frente a cortocircuitos externos e internos y frente a sobrecarga

El rectificador será un puente trifásico a IGBTs que convierte la tensión AC en DC absorbiendo una corriente senoidal, cargando las baterías a corriente y tensión constante.

- Onduladores – Inversores DC-AC

El ondulator será de alta frecuencia mediante transistores IGBTs, controlado por procesador de señales digitales, y se encargará de transformar la tensión de DC a AC proporcionando una salida senoidal alterna, estabilizada en tensión y frecuencia, apta para alimentar las cargas conectadas a la salida.

En caso de fallo de red, el grupo de baterías suministrará la energía necesaria para alimentar el inversor, por lo que éste continuaría funcionando normalmente sin apreciar la falta de la red y la autonomía del equipo dependerá únicamente de la capacidad del grupo de baterías.

Deberán estar equipados con todos los elementos de protección contra sobretensiones debidas a transitorios o de origen cíclico, sobrecargas y cortocircuitos externos e internos.

Cuando la tensión de las baterías llega al final de su autonomía, el control bloquea la salida como protección contra la descarga profunda de baterías. Al retornar la red y pasados los primeros segundos de análisis, la UPS vuelve a funcionar normalmente.

- Baterías de acumuladores

Las baterías del tipo Pb-Ca estarán dimensionadas para suministrar la energía requerida por el inversor en caso de fallo de red.

La tensión mínima de descarga se medirá en bornes terminales de la batería. Las baterías se dimensionarán de forma tal que al final de la descarga o en periodos de descargas transitorias con puntas muy bruscas, la tensión no baje del valor especificado.

La corriente de cortocircuito a considerar tendrá en cuenta la resistencia de los conexiones, así como se referirá al conjunto de todos los elementos es decir en bornes terminales de la batería en las condiciones de batería cargada y batería al final de la carga.

- Sistema de bypass estático

El conmutador de bypass estático conectará la carga de salida directamente a la red de bypass en circunstancias especiales, tales como sobrecarga o sobretemperatura, y la reconectará de nuevo al inversor cuando se restablecen las condiciones normales.

- Interface de comunicación y monitorización

Los sistemas de tensión segura deberán tener un sistema de monitorización para poder conocer en cualquier momento el estado del equipo, así como su comportamiento funcional de sus elementos, eventos y previsiones para mantenimiento.

Dicho sistema permitirá el envío de correos electrónicos de avisos, alarmas y eventos, visualización de histórico de alarmas y eventos, monitorización vía SNMP, visualización de datos históricos, estado del equipo en tiempo real, gestión de usuarios, programación de eventos periódicos, sincronización horaria, configuración de red, ... Así mismo, dicha tarjeta estará dotada de toma de red y comunicación Modbus TCP/IP para su integración en el SCADA correspondiente y visualización de los datos en tiempo real.

Este sistema podrá no estar integrado en el propio equipo y podrá ser externo al equipo a través de una única tarjeta, la cual se alimentará a través de la propia SAI. No se permitirán fuentes de alimentación externas.

El interface o panel de control nos dará la información en relación al estado del sistema de bypass, estado del ondulator, equipo funcionando desde baterías o no, valor de la tensión de entrada, etc.

- Alarmas de fin de vida útil

El equipo vendrá con las alarmas/avisos de fin de vida útil de baterías, ventiladores o similar desactivados.

- Cuadro de distribución

El cuadro de distribución deberá cumplir los requisitos indicados en el apartado Cuadros eléctricos de interior.

La aparamenta a instalar será acorde a lo indicado en el esquema típico. Se incluirá protección magnetotérmica de curva Z y diferencial superinmunizado en cabecera, además de un circuito de bypass para la unidad SAI.

No se usará una entrada independiente para el circuito de bypass.

- Placa de características

Se incluirá una placa de características con todos los datos principales de identificación del sistema de tensión segura de manera visible.

- Seguridad y medidas de protección

Los sistemas de tensión segura dispondrán de unas condiciones estructurales que aseguren la protección de personas contra los contactos directos. Se dispondrá de barreras metálicas que eviten la posibilidad de tocar partes en tensión al ir a realizar una maniobra sobre un dispositivo de protección o control.

2.3.8 Sistemas de corriente continua

2.3.8.1 Características generales

El sistema de corriente continua de 48 Vcc deberá tener las siguientes características técnicas:

- Tensión de alimentación (Red): 400/230 V $\pm 10\%$
- Frecuencia: 50Hz $\pm 5\%$
- Tensión de salida: 48 Vcc $\pm 15\%$
- Autonomía de las baterías: 5h
- Vida media de batería > 3 años
- Vida operativa de rectificador > 20 años
- Rendimiento del rectificador > 90%
- Máxima corriente de entrada: 5In
- Nivel de rizado: $\pm 20\text{mVpp}$
- Tiempo medio entre fallos (MTBF) > 60.000h
- Diseño compacto y ligero
- Fuentes de alimentación reguladas
- Temperatura de operación 0 - 40°C
- Protección permanente frente a cortocircuitos
- Nivel de ruido < 40 dB(A) a 1 m

Estará formado por los siguientes elementos principales:

- Interruptor magnetotérmico para la entrada del sistema de tipo caja moldeada, dimensionado correctamente
- Módulo rectificador con tecnología de fuente de alimentación conmutada
- Elemento de protección de la batería
- Sistema de baterías de capacidad autónoma suficiente
- Panel de control que indique información de los diferentes parámetros del sistema
- Interruptor magnetotérmico bipolar (48Vcc) para la salida del rectificador
- Sistemas de protección contra descargas, uno a la entrada y otro a la salida del sistema rectificador-cargador
- Cuadro de distribución de corriente continua de 48 Vcc, con las salidas y las protecciones necesarias

2.3.8.2 Diseño y construcción

Todos los equipos irán incluidos en un solo armario y su disposición en el interior permitirá acceder con facilidad a cada elemento. Todos los armarios deberán suministrarse completamente cableados hasta las regletas de bornas terminales donde se harán las conexiones externas.

El armario estará equipado con los elementos necesarios para la refrigeración de los equipos.

Se describen a continuación las características y requisitos técnicos exigidos a todos los equipos:

- Elementos de maniobra y protección

El sistema de corriente continua estará protegido por interruptores magnetotérmico, tanto a la entrada como a la salida.

Cumplirán con la normativa IEC 60947 y dispondrán de un poder de corte superior a la intensidad de corta duración admisible. Llevarán mínimamente un grupo de contactos 2 NA + 2 NC instalados en el interruptor que actuarán siempre que lo haga éste.

De igual manera, contará con sistemas de protección contra descargas, tanto a la entrada como a la salida del rectificador.

- Módulo rectificador

El módulo rectificador transformará la tensión de entrada, previamente acondicionada mediante un filtro de línea, en una tensión continua, filtrada y controlada.

Cada módulo rectificador con tecnología de fuente de alimentación conmutada. La potencia del sistema se alcanzará cuando el sistema está trabajando a tensión de flotación en su salida.

El puente rectificador deberá disponer de un arranque suave, de forma que se evite cualquier punta de corriente cuando el rectificador arranque, y así los condensadores de filtraje incluidos internamente se precargarán de una forma progresiva en lugar de hacerlo rápidamente.

La tensión de salida se empleará tanto para recargar las baterías como para alimentar al cuadro de distribución. Este sistema dispondrá de tres estados diferentes de funcionamiento:

- Modo normal: las cargas están alimentadas directamente de los módulos rectificadores, es decir se toma la energía de la red eléctrica AC, y se transforma en energía continua de 48 Vcc, que alimenta las cargas. En esta situación las baterías se mantienen en estado de flotación.

- Modo emergencia: en el caso de fallo de red, las cargas conectadas al sistema seguirán estando alimentadas, pero desde las baterías, no desde el rectificador. El paso de transferencia del modo manual al de emergencia, no deberá suponer una interrupción de alimentación de las cargas.
- Modo de recarga: cuando la red eléctrica sea restaurada, el rectificador arrancará automáticamente, recargará las baterías y alimentará las cargas al mismo tiempo.

- Baterías

Las baterías serán del tipo Ni-Cd de alta temperatura, libres de mantenimiento y sin desprendimiento de gases, dimensionadas para ser capaces de soportar las descargas requeridas. Estarán protegidas contra descargas profundas.

Las baterías estarán situadas en el propio armario, sobre bandejas fijas o móviles, de tal manera que sea fácil su reemplazo o el rellenado de electrolito (NiCd).

La polaridad de cada uno de los bloques estará etiquetada de manera permanente. Y cada una de ellas llevará una placa de características con sus principales características.

Dispondrán de indicación de nivel máximo y mínimo de la disolución, de forma que sean fácilmente visibles una vez instaladas.

Los recipientes serán cerrados y dispondrán de tapa hermética. Existirán orificios de llenado, para ventilación y para toma de temperaturas y densidades.

Las baterías se cargarán según los siguientes modos:

- Carga de igualación: en caso de fallo de la red, y una vez que se restablece la tensión, se realizará una carga de igualación que estará en función de los siguientes parámetros:
 - ~ Factor de carga (energía que debe recargarse a la batería, después de una descarga de la misma)
 - ~ Mínima corriente de carga (corriente a la cual se parará la carga)
 - ~ Mínimo tiempo de carga (mínimo tiempo de carga para el modo de carga de igualación)
- Carga periódica; consiste en realizar una carga de igualación, pero repetitiva en el tiempo. Con ello es posible ajustar la tensión máxima, el tiempo máximo de recarga y la periodicidad. Sólo se llevará a cabo cuando el sistema no ha realizado ninguna carga de igualación durante un periodo marcado.
- Carga manual; sólo se podrá activar de manera manual, y se podrá configurar los parámetros de máxima tensión y tiempo de recarga.

- Panel de control

Esta unidad controlará todo el funcionamiento del sistema, almacenará todos los parámetros y calibraciones y gestionará los datos de entrada y salida del módulo rectificador y de las baterías y en él se programarán todos los parámetros necesarios.

Este módulo hará de interface entre el usuario y el sistema, y además deberá tener un display para consultar, ajustar y calibrar cualquier parámetro necesario y alarmas necesarias: tensión de red, tensión de salida de rectificador, tensión de utilización, intensidad de salida de rectificador, intensidad de batería, intensidad de utilización, tiempo restante de carga rápida, etc.

- Protección contra sobretensiones

A la entrada y salida del rectificador se incluirán unos sistemas de protección contra sobretensiones que eviten la rotura de los equipos por una sobretensión.

- Cuadros de distribución de 48Vcc

El cuadro de distribución deberá cumplir los requisitos indicados en el apartado Cuadros eléctricos de interior para los cuadros de forma 1.

Todas las alimentaciones a los distintos servicios contarán con interruptores automáticos del tipo modular magnetotérmicos bipolares de capacidad adecuada a la potencia de la carga y a las características de la instalación.

- Placa de características

Se incluirá una placa de características en el sistema rectificador con todos los datos principales de identificación situada en el frontal del armario.

Las baterías también llevarán una placa de características en un lugar visible.

2.3.9 Instrumentación

A continuación, se describe la instrumentación más habitual utilizada en las instalaciones del CABB/BBUP. No es viable la especificación de toda la instrumentación dada la gran variedad de instrumentos y equipos existentes y dada la variedad de necesidades particulares que se dan en cada instalación. Por lo tanto, será necesario prestar especial atención a este apartado con el fin de analizar detalladamente la instrumentación a instalar en cada caso particular.

En cualquier caso, se deben suministrar e instalar con todos los materiales auxiliares que sean necesarios para su correcta instalación (cables de interconexión con sondas y controladores, soportes, bridas, cadenas, lastres, cables, tarjetas de comunicaciones...) y deberán de ser de un material adecuado para soportar los posibles agentes externos que puedan atacarles en cada instalación (gases, corrosiones...).

Todos los equipos instalados deberán alimentar desde protecciones independientes desde el cuadro de la instalación.

Cuando así se requiera, también se deberá incluir la puesta en marcha de los equipos por parte del fabricante de estos.

2.3.9.1 Estaciones Saneamiento

Cumplirán con lo establecido en las normas UNE 61326-1:2006, UNE 61010-1:2001.

La instrumentación precisa en este tipo de instalaciones es la siguiente:

2.3.9.1.1 Medición en continuo de nivel

- **Medición en continuo de nivel (Hidrostático)**

Serán equipos provistos de una celda de medida con membrana cerámica resistente. La presión hidrostática del proceso provoca una variación de la capacidad dentro de la celda de medida a través de la membrana. Esta variación es transformada en una señal de salida correspondiente.

Las principales características de esta celda de medida serán las siguientes:

- Resistencia de sobre carga muy elevada.
- Buena resistencia a la corrosión.
- Muy buena resistencia a la abrasión
- Ninguna histéresis.

Características técnicas:

Rango de medición:	+0,1.....60 bar
Rango de medición mínimo	0,1 bar
Temperatura de proceso	-20.....+80 °C
Conexión al proceso	Cable de suspensión de PE
Material Transmisor / Diámetro	Dúplex (1.4462) / 32 mm
Precisión	0.1 %
Fijación /material	Gancho soporte / 1.4301 (304)
Salida de señal	4...20 mA/Hart + 4 hilos PT 100
Grado de protección conexión:	Carcasa con bornes IP66/IP67
Tensión de trabajo	9,6...35 V DC
Fabricante Vega: Tipo VegaWell 52 u otro se similares características	

• **Caja para filtro de compensación de presión**

Serán equipos para la conexión eléctrica y la ventilación de transmisores de presión hidrostáticos. Dispondrá de carcasa de plástico de alta resistencia, bornes integrados y filtro de ventilación.

Características técnicas:

Protección	IP66/IP68
Montaje	pared, riel o tubo
Temperatura ambiente	-20...+70 °C

Fabricante Vega. Tipo: VEGABOX 03 u otro de similares características

• **Sonda Radar**

La función de medición es por impulsos de microondas emitidos por un sistema de antenas sobre el producto a medir. Los impulsos reflejados en el producto son captados nuevamente por el sistema de antenas. El tiempo desde la transmisión hasta la recepción es proporcional al nivel.

Las principales características de este tipo de medición son las siguientes:

- Medición sin contacto
- El principio de medición es independiente de la presión, temperatura, presencia de gases y/o polvo en el proceso.
- Alta precisión
- Alta protección

Características técnicas:

Rango de medición:	
- Sistema de antenas encapsulado	15 m/35m.
- Antena de trompeta plástica	hasta 35 m.
Error de medición:	± 2 mm.
Conexión al proceso	Soporte de montaje 300mm/ 316L
	Rosca ≥ G1½, ≥ 1½ NPT
	Brida ≥ DN80, ≥ 3"
	Estribo de montaje

Presión de proceso	-1...2 bar
Temperatura de proceso	-40 ...+ 80 °C
Tensión de alimentación	9,6...36 V DC
Certificación:	ATEX II 1G, 1/2G, 2G Ex ia IIC T6 Ga, Ga/Gb, Gb
Electrónica	2 hilos 4...20 mA/HART
Carcasa/ protección	Plástico / IP68
Fabricante Vega. Tipo Vegapuls (WL)61 u otro de similares características.	

• **Equipo acondicionador de señal**

Con la "Medición en continuo de nivel (Hidrostático)", la "Medición en continuo de presión" y la "Sonda radar", si se solicita, se deberá instalar un equipo acondicionador de señal.

Será un acondicionador de señal e indicador para alimentar, procesar y mostrar los valores de medición de un sensor 4...20mA/HART. Tendrá la posibilidad de ajuste del valor de medida para adaptarse a las condiciones del proceso. Se mostrarán los valores en un display.

Características técnicas:

Montaje:	En tableros de mando, armarios de conexiones o carcasas
Bornes de conexión:	Terminal elástico enchufable con codificación
Sección máx. de conexión:	2,5 mm ²
Grado de protección:	IP20
Temperatura de trabajo:	-20...60 °C
Tensión de alimentación:	20...253V AC/ DC, 50/60Hz
Consumo máx. de potencia:	7 VA, 3 W
Entradas de sensor	1x4-20 mA
Tipo de entrada	Activa/pasiva (seleccionable)
Salidas de relé	3 x relés de trabajo, 1 x relé de fallo, ≤ 250 V AC/DC
Salidas de corriente	1x0/4...20 mA, 500 Ω
Medio de transmisión de la medida:	Digital para los sensores HART Analógica para los sensores 4-20 mA
Indicación del valor de medición:	Pantalla de cristal líquido (65x32 mm) Indicación digital y casi-analógica Rango máx.: -99999...99999

Fabricante Vega. Tipo Vegamet 391 u otro de características similares.

2.3.9.1.2 Medición discreta de nivel

• **Zona Húmeda (boyas pozo de bombeo y alivio)**

Se utilizarán interruptores flotadores detectores de nivel para el control de seguridad de bombas y alarmas. Serán específicos para líquidos que contienen gases inflamables (Zonas 0-1-2). Deberán ir asociados a un relé de seguridad intrínseca.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Sin mantenimiento.
- Amplio ángulo de conmutación.
- Apto para áreas con riesgo de explosión

Características técnicas:

Elemento de conmutación	Micro interruptor
Conexión al proceso	Cable de suspensión
Salida	Contacto inversor 24 VAC/DC – 10mA 12 VAC/DC – 100 mA
Presión máx.	5 bar
Temperatura	-20...70 °C
Densidad del fluido	0,8 a 1,1
Longitud del cable	Según necesidad
Material boya	Copolímero de polipropileno + HR HY (Hypalon).
Aislamiento del cable	Hypalon (3x1 mm2)
Lastre	275 g en resina
Grado de protección:	IP68
Ángulo de conmutación	25º

Incluirá gancho para colgar en INOX.

Fabricante Vega. Tipo VEGAFLO SL1C Ex u otro de características similares.

• Zona Seca (boyas cubeto achique)

Se utilizarán interruptores flotadores detectores de nivel para el control de seguridad de bombas y alarmas. No precisaran certificación.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Sin mantenimiento.
- Amplio ángulo de conmutación.

Características técnicas:

Elemento de conmutación	Micro interruptor
Conexión al proceso	Cable de suspensión
Salida	Contacto inversor 20 (8) A, 250 VAC
Presión máx.	5 bar
Temperatura	85 °C
Densidad del fluido	0,7 a 1,5
Longitud del cable	Según necesidad
Material boya	Copolímero de polipropileno
Aislamiento del cable	Neopreno (3x1 mm2)
Lastre	250 g en resina
Grado de protección:	IP68
Ángulo de conmutación	110º

Incluirá gancho para colgar en INOX.

Fabricante Vega. Tipo VEGAFLO SL1C u otro de características similares.

2.3.9.1.3 Medición discreta de nivel. Detector de alivio y Detector de inundación.

Se utilizarán interruptores vibratorios de nivel para detectar desbordamientos o inundaciones. El principio de funcionamiento del sensor es el accionamiento de vibración que excita una horquilla vibratoria a su frecuencia de resonancia. En el caso de recubrimiento de la horquilla con producto, la frecuencia de vibración se reduce. El cambio de frecuencia es evaluado por la electrónica y convertido en una señal de conmutación.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Detección segura y exacta del nivel límite.
- Apto para uso en agua potable.
- **Dispositivo modular**, el cual admite piezas de recambio y reparaciones.
- El propio dispositivo permite una **salida directa con relé**. No se admitirá salida PNP + relé adicional.
- La carcasa hace las veces de caja de bornas, realizándose la conexión eléctrica por prensaestopas (no se admitirá conector M12x1).
- Al ser modular, el dispositivo permite la adaptación a todo tipo de temperatura, presión, conexión mecánica, productos a detectar, electrónica, etc.
- Presión, temperatura, formación de espuma, viscosidad y composición del líquido no tienen influencia alguna sobre la exactitud de conmutación.

Características técnicas:

Presión de proceso:	-1...+64 bar/ -100...+6400kPa
Temperatura de proceso	-50...+250 °C (-58...+482 °F)
Viscosidad – dinámica	0,1...10000 mPa s
Densidad	0,7...2,5 g/cm ³ (0.025...0.09 lbs/in ³); 0,47...2,5 g/cm ³ (0.0163...0.09 lbs/in ³)
Salida de señal	Mediante conmutación
Temperatura ambiente	-40...+70 °C (-40...+158 °F)
Histéresis	Apróx. 2 mm (0.08 in) con montaje vertical
Conexión a proceso	Rosca a partir de G ³ / ₄ , ³ / ₄ NPT, bridas a partir De DN 25, 1", conexiones higiénicas
Tensión de trabajo	20...253 V AC, 50/60 Hz; 20...72 V DC
Consumo de potencia	1...8 VA (AC), 1,5 W (DC)
Tensión de activación	mín. 10 mV, máx. 253 V AC; 253 V DC
Corriente de conmutación	mín. 10 µA/ max. 3 A AC, 1 A DC
Potencia de ruptura	mín. 50 mW, máx 750 VA AC, 54 W DC
Material	Aluminio
Grado de protección	IP68
Incluirá soporte extensible de fijación a pared en INOX 316L	

Fabricante Vega. Tipo Vegaswing 61 u otro tipo de similares características.

2.3.9.1.4 Medición en continuo de caudal

Serán equipos de medición por inducción electromagnética y montaje por separado del caudalímetro y el transmisor.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Alta precisión a bajo caudal.
- Apto para uso en agua potable.

Características técnicas del caudalímetro:

Diámetro nominal	Adecuado para cada aplicación
Caudal máximo	Adecuado para cada aplicación
Principio de medición	Inducción electromagnética
Conexión al proceso	Bridas EN1092-1
Presión nominal	PN16
Tª ambiente	-40...+ 100 °C
Tª fluido	-10...+70 °C
Protección ambiental	IP68

Materiales:

• Tubo de medida	Acero inoxidable AISI 304
• Carcasa y bridas	Acero al carbono ASTM A 105 con pintura Epoxy
• Revestimiento	EPDM
• Electrodo	Hastelloy C276
• Electrodos puesta a tierra	Hastelloy C276
• Caja de bornes	Poliamida reforzada con fibra de vidrio

Fabricante Siemens; tipo MAG 5100W u otro de similares características

Características técnicas del transmisor:

Convertidor para la medida del caudal, magnético-inductivo, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor.

Precisión medida:	0,4% ± 1 mm/s
Ajuste del cero:	Automático
Indicación tubo vacío:	Automático (Incluido)
Señal de salida	De 0/4 a 20 mA/Pulsos
Comunicación	Sin/ Profibus PA-DP
Pantalla:	Retroalimentación con texto alfanumérico
Protección ambiental	IP 67
Tª ambiente	De -20 °C a +50 °C
Longitud cable	Según necesidad
Alimentación	220 V ca o 24 Vcc

Incluido el cable de conexión del sensor electromagnético al transmisor, juego de piezas para montaje en pared, anillo de puesta a tierra en Hastelloy C22, cable comunicaciones del transmisor al concentrador Profibus PA/DP, y cualquier otro elemento accesorio necesario.

Fabricante Siemens; tipo MAG 5000/MAG 6000 u otro de similares características.

2.3.9.1.5 Medición en continuo de conductividad

Serán equipos de medición basados en un procedimiento de medición inductivo sin contacto, con dos bobinas (primaria y secundaria) completamente aisladas del medio; la principal crea una corriente en el líquido a través de un campo magnético y la segunda determina la corriente recibida por el movimiento iónico dentro del líquido, con lo que es capaz de determinar la conductividad de este.

Debe ser apto para Zonas Atex y aguas residuales.

Las principales características de estos equipos serán las siguientes:

- Sensor inductivo para medios muy contaminados.
- Alta resistencia mecánica y química.
- Sin polarización para aumentar el rango de medición.
- Con medición de temperatura

Características técnicas

Principio de medida:	Inductivo
Rango:	250 μ S/cm ... 2,5 S/cm
Precisión de medición	$\pm 1,0\%$ del valor de medición indicado o bien $\pm 0,004$ mS/cm
Tiempo de respuesta	< 15 s; T90
Sensor de temperatura	PT100
Precisión de medición T ^a	± 0.2 °C
Tiempo de respuesta T ^a	< 2 min; T90
Reproducibilidad	< 0,2 %
Sensibilidad	$\pm 0,5$ % del valor final del rango de medición
Presión máxima	2 bar
Temperatura de medición	-5 °C ... 50 °C
Potencia del sensor	< 7 W
Protección	IP 68
Velocidad máx. del flujo	4 m/s
Montaje	En inmersión (soporte, pértiga o cadena)
Materiales	Cuerpo en acero inoxidable y sensor en PEEK

Incluido set de autolimpieza.

Fabricante Hach Lang. Tipo 3798-S SC (LXV428) u otro de características similares.

Características técnicas controlador:

Convertidor para la medida de turbidez, con auto diagnóstico para conectar los sensores de medida. Montaje separado del sensor. Medición continua. Procesamiento de la variable de perturbación.

Display	Matriz gráfica LCD, retroiluminado
Entradas	1 ó 2 canales de entrada para sensores digitales o analógicos
Salidas analógicas	Dos; 0-20 mA o 4-20 mA. Impedancia máxima de 500 ohm.
Relés	Cuatro relés, contacto SPDT, configurables.
Temperatura de Operación	-20 a 60 °C - 95% de humedad relativa no condensable.
Conexión de bus de campo	Sin/PROFIBUS-DP/Modbus RS232-RS485/HART
Protección	NEMA 4X/IP66
Tensión de alimentación	100-230 V ac $\pm 10\%$, 50/60 Hz; 24 V cc
Material	Policarbonato Aluminio (recubrimiento contra el polvo) Acero inoxidable
Montaje	En pared / En cuadro eléctrico
Fabricante Hach Lang. Tipo SC200 (LXV404) u otro de similares características.	

2.3.9.2 Protecciones

2.3.9.2.1 Equipo protector contra sobretensiones

Como norma general, todas las sondas de medida se deberán proteger con un protector de sobre tensiones, sobre todo cuando la sonda se encuentra en el exterior.

Características técnicas:

Características	12...36Vcc
Montaje	Carril o en dispositivo de campo
Grado de protección:	IP20
Incluido bornas de fuerza y control, relés auxiliares, cables, canaletas, etiquetas, cualquier módulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.	
Fabr. Vega, Ref.: B 62-36 G o similar.	

2.3.9.2.2 Equipo separador galvánico

Cuando la tarjeta de entradas analógicas del PLC no disponga de separación galvánica, se deberá suministrar uno de manera independiente.

Se utilizarán equipos de separación galvánica en los cables de señal 4...20mA/HART. La fuente de alimentación independiente asegura una fiabilidad en la transmisión de valores medidos.

Características técnicas:

Características	12...36Vcc
Montaje	Carril o en dispositivo de campo

Grado de protección: IP20

Entrada 1 x 4 ... 20 mA entrada de sensor

Salida 1 x 4 ... 20 mA/24 V

Incluido bornas de fuerza y control, relés auxiliares, cables, canaletas, etiquetas, cualquier módulo necesario para la conexión de los distintos componentes, etc.

Fabr. Vega, Ref.: Vegatrenn 149A, Vegatrenn 141 o similar.

2.3.9.3 Toma de muestra para instrumentación de medida de calidad de agua

La toma de muestra para los analizadores de calidad de agua estará formada por:

- Picaje 1/2" y con válvula de corte.
- Tubería de acero al carbono galvanizado 1/2"
- Tubería de PVC
- Tubería PE
- Válvula de aislamiento, filtro Y, rotámetro, válvula reguladora de presión y válvula de aguja
- Accesorios: "Ts", codos, reductores, adaptadores de materiales, manómetros, soportes, etc.
- Bomba toma muestra (230Vca 50 Hz) para las tomas de muestra en la salida de los depósitos de las características adecuadas para tomar y recircular la muestra al depósito. Se instala la bomba, cuando en la salida del depósito cumpla las siguientes condiciones:
 - Instalaciones de sistemas deficitarios
 - Aquellos en los que el recurso bombeado al Depósito no es muy superior a la muestra perdida 1/20
 - Cuando por cotas no se garantice presión mínima en el analizador para el rango de carrera habitual del Depósito.
 - Las características de la bomba de toma muestra son:

- Material de cuerpo	Fundición
- Alimentación	220-230V 50Hz
- Potencia	0.37KW
- Caudal	5-40 l/min
- Altura manométrica metros	38-5 m
- Temperatura máxima	60°C

Incluidos todos los accesorios necesarios para su instalación, montaje y retorno de la muestra al depósito (Válvulas, reductores, bancada, etc.)

2.3.10 Cables

2.3.10.1 Cables de baja tensión para zonas no clasificadas

2.3.10.1.1 Cables de Fuerza

Los cables de fuerza utilizados en instalaciones eléctricas de baja tensión serán, tipo flexible, con aislamiento nominal 0,6/1kV y libre de halógenos.

Los utilizados para acometidas (s/ITC, BT-015) y los utilizados en canalizaciones subterráneas y sobre bandeja serán tipo RZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) y libre de halógenos.

En aquellas instalaciones que se indique expresamente los cables serán armados, libres de halógenos, tipo RZ1MZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) para multipolares y RZ1MAZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) para unipolares. Generalmente en instalaciones de Saneamiento los cables serán armados, y en instalaciones de Abastecimiento no.

Los conductores de cables aislados cumplirán la norma UNE – EN 60.228 sobre formación y resistencia de los mismos.

Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011-2.

Los conductores serán siempre de cobre recocido y la sección mínima a utilizar de 2,5 mm².

Los cables llevarán impresas las características siguientes:

- Tipo constructivo.
- Tensión nominal del cable en kilovoltios.
- Número, sección nominal, naturaleza y forma de los conductores.
- Identificación de la clase CPR en el cable

Además, los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente al fabricante, su designación completa y las dos últimas cifras del año de fabricación.

El embalaje deberá disponer del marcado CE. El fabricante deberá disponer de la Declaración de Prestaciones (DoP).

Se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayo de rigidez dieléctrica de los aislamientos.
- Medida de la resistencia del aislamiento.
- Medida de la resistencia eléctrica de los conductores.

La tensión de prueba de los cables de 0,6/1kV de aislamiento será de 1.000Vcc - 1 min y la resistencia mínima de aislamiento, a la tensión de prueba será de 2MΩ.

La identificación de los conductores se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.089.

Se deberán etiquetar las mangueras, indicando el circuito al cual pertenecen, con idéntica nomenclatura a la utilizada en los esquemas eléctricos desarrollados de la instalación.

La conexión a los equipos se realizará mediante prensaestopas y con varias vueltas de coca de cable.

Los cables de los variadores cumplirán las especificaciones indicadas por los fabricantes de los variadores en cada caso particular y deberán de ser aprobados por el CABB/BBUP antes de su compra.

2.3.10.1.2 Cables de Control e Instrumentación

Para interconexión con campo se utilizarán cables de cobre, no propagadores de la llama, ni de incendio, libres de halógenos, tipo RZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) 0,6/1 kV.

Las composiciones que se van a utilizar serán:

- 4x1,5 mm²; 7x1,5 mm²; 12x1,5 mm² y 19x1,5 mm²;
- 4x2,5 mm²; 7x2,5 mm²; 12x2,5 mm²;
- 4x4 mm²;
- 4x6 mm²;

Para las señales analógicas se utilizará cable de cobre, con aislamiento nominal 0,6/1 kV, libre de halógenos, con pantalla de trenza de hilos de cobre desnudo tipo RC4Z1-K, de composición 2x1 y 4x1 mm², con pantalla por cada par de hilos y al conjunto.

2.3.10.2 Cables de baja tensión para zonas clasificadas.

2.3.10.2.1 Cables de Fuerza

Los cables de fuerza utilizados en instalaciones eléctricas de baja tensión serán de tipo flexible de tensiones de aislamiento 0,6/1 kV y libres de halógenos.

Los utilizados para acometidas (s/ITC, BT-015) serán libres de halógenos del tipo RZ1-K (Cca-sb1, d1, a1), y los utilizados en canalizaciones subterráneas y sobre bandeja serán tipo armados y libres de halógenos, tipo RZ1MZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) para multipolares y RZ1MAZ1-K (Cca-sb1, d1, a1) para unipolares, con aislamiento nominal 0,6/1kV.

Los conductores de cables aislados cumplirán la norma UNE – EN 60.228 sobre formación y resistencia de los mismos.

Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011-2.

Los conductores serán siempre de cobre recocido y la sección mínima a utilizar de 2,5 mm².

Los cables llevarán impresas las características siguientes:

- Tipo constructivo.
- Tensión nominal del cable en kilovoltios.
- Número, sección nominal, naturaleza y forma de los conductores.
- Identificación de la clase CPR en el cable

Además, los cables llevarán una marca indeleble que identifique claramente al fabricante, su designación completa y las dos últimas cifras del año de fabricación.

El embalaje deberá disponer del marcado CE. El fabricante deberá disponer de la Declaración de Prestaciones (DoP).

Se realizarán los siguientes ensayos:

- Ensayo de rigidez dieléctrica de los aislamientos.
- Medida de la resistencia del aislamiento.

La tensión de prueba de los cables de 0,6/1kV de aislamiento será de 1.000Vcc - 1 min y la resistencia mínima de aislamiento, a la tensión de prueba será de 2MΩ.

La identificación de los conductores se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.089.

Se deberán etiquetar las mangueras, indicando el circuito al cual pertenecen, con idéntica nomenclatura a la utilizada en los esquemas eléctricos desarrollados de la instalación.

La conexión a los equipos se realizará mediante prensaestopas y con varias vueltas de coca de cable.

Los cables de los variadores cumplirán las especificaciones indicadas por los fabricantes de los variadores en cada caso particular y deberán de ser aprobados por el CABB/BBUP antes de su compra.

2.3.10.2.2 Cables de Control e Instrumentación

Para interconexión con campo se utilizarán cables de cobre, no propagadores de la llama, ni de incendio, libres de halógenos, tipo RZ1MZ1K (Cca-sb1, d1, a1) 0,6/1 kV.

Las composiciones que se van a utilizar serán:

- 4x1,5 mm²; 7x1,5 mm²; 12x1,5 mm² y 19x1,5 mm²;

- 4x2,5 mm²; 7x2,5 mm²; 12x2,5 mm²;
- 4x4 mm²;
- 4x6 mm²;

Para las señales analógicas se utilizará cable de cobre, con aislamiento nominal 0,6/1 kV, libre de halógenos, con pantalla por cada par de hilos y al conjunto, y armadura tipo Z1HOZ1MZ1.

2.3.10.3 Cables para aplicaciones especiales

Este tipo de cable podrá ser requerido en situaciones con riesgo de abrasión, presencia de aceites, grasas e hidrocarburos, alto grado de humedad, agua, etc.

- Designación:
 - Servicios fijos: DN-K
 - Servicios móviles: DN-F
- Tensión nominal de aislamiento: 0,6 kV a 1 kV
- Tensión de ensayo de aislamiento: 3.500 V
- Conductores:
 - DN-K: conductores de cobre recocido Clase V, s/ UNE-EN 60.228
 - DN-F: Conductores de cobre pulido flexible Clase V, s/ UNE-EN 60.228
- Aislamiento en goma EPR (etilenopropileno)
- Cubierta exterior PCP (neopreno) o goma tipo SE1
- Temperatura en servicio permanente: 90 °C y 250 °C en condiciones de cortocircuito
- Color de la cubierta: negro
- Otras características: no propagador de llama, UNE-EN 60.332-1, resistencia a grasas, aceites y agentes químicos

2.3.10.4 Cables de Fibra Óptica

El cable de fibra óptica a instalar tendrá las siguientes características, tanto en zonas clasificadas como en no clasificadas:

Tipo:	Multimodo 62,5/125 µm, 12 fibras
	Multimodo 52/125 µm, 12 fibras (anillo principal EDAR Galindo)
	Monomodo 9/125 µm, 12 fibras
Protección secundaria:	Tubo holgado de PBT
Relleno:	Gel hidrófugo atóxico ni irritante
Cubierta interior:	Termoplástico no propagador de la llama, cero halógenos y baja emisión humos
Armadura:	Fleje de acero con capa de copolímero corrugado
Cubierta exterior:	Termoplástico no propagador de la llama, cero halógenos y baja emisión de humos.
Máxima tracción	1500 N en operación, 2700 N en instalación
Máximo aplastamiento	2000 N/10cm
Impacto	5J

2.3.10.5 Cables de Bus de Campo

Se utilizarán los siguientes tipos de cable:

- Cable Ethernet: cable apantallado categoría 5e, 4x2x0,26mm²
- Cable Serie: cable apantallado 4x0,5mm²
- Cable Profibus FC a 2 hilos

2.3.11 Canalizaciones

2.3.11.1 Zanjas

Las canalizaciones estarán constituidas por tubos de plástico, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de la tubular. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en casos que lo requieran, como mínimo cada 40m. En la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Deberán respetarse de igual manera los radios mínimos de curvatura especificados por el fabricante conforme a la norma UNE-EN 61.386-24. Los ángulos en los cambios de dirección serán de apertura mayor que 120º.

Las zanjas no se excavarán hasta que vaya a efectuarse la colocación de los tubos protectores. Se tomarán las medidas oportunas para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones con objeto de evitar accidentes. Si la causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas las zanjas amenazasen derrumbarse, deberán ser entibadas, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso en que penetrase agua en las zanjas, ésta deberá ser achicada antes de iniciar el relleno.

Los laterales de la zanja han de ser compactos y no desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además deberá permitir las operaciones de tendido de los tubos y cumplir con las condiciones de paralelismo, cuando la haya.

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,60 m en acera o tierra, ni de 0,80 m en calzada. Si la canalización se realizara con medios manuales, debe aplicarse la normativa vigente sobre riesgos laborales para permitir desarrollar el trabajo de las personas en el interior de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena con espesor de 0,10 m sobre el tubo o tubos más cercanos a la superficie y envolviéndolos completamente. Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de polietileno a todo lo largo del trazado del cable, para la señalización de la existencia de cables eléctricos subterráneos. Cuando el número de líneas sea mayor se colocarán más cintas señalización de tal manera que se cubra la proyección en planta de los tubos.

Los cables de control, red multimedia, etc. se tenderán en un ducto (multitubo con designación MTT 4x40). Este se instalará por encima de los tubos, mediante un conjunto abrazadera /soporte, ambos fabricados en material plástico. A este ducto se le dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control incluido en paso por las arquetas y calas de tiro, si las hubiera.

El relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este relleno se utilizará todo-uno, zahorra o arena. En caso de reutilizar productos de la excavación, se compactará hasta un próctor modificado del 95%. Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón no estructural H 125 y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tubos en canalizaciones enterradas serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 61.386-24, y sus características mínimas serán las indicadas en la tabla 8 de la ITC-BT-21 del REBT.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. Al objeto de impedir la entrada de agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos deberán estar sellados. Los tubos que se coloquen como reserva deberán estar provistos de los tapones que les correspondan.

En cruzamientos de calzada se preverá como mínimo un tubo de reserva.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

La disposición y distancias de separación de los tubos y otros elementos de las canalizaciones se representan en los planos típicos de detalle de canalizaciones.

Conversiones aéreo-subterráneas

Las tres fases del cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irán protegidas con un tubo de acero galvanizado, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas. El interior del tubo será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable averiado.

El tubo de acero de galvanizado se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua, y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno 2,5 m mínimo. El diámetro del tubo será como mínimo de 1,5 veces el diámetro de la terna de cables.

Derivaciones

No se admitirán derivaciones en T ni en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

Cruzamientos

- Calles, caminos y carreteras

En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado anterior relativas a la disposición, anchura y profundidad para canalizaciones entubadas. Los tubos de la canalización deberán estar hormigonados en toda su longitud. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

- Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurren por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0,25 m (alta tensión), o 0,10 m (sólo baja tensión). Cuando no pueda respetarse esa distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubos de resistencia a la compresión de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía de 40 J.

La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.

- Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.

- Canalizaciones de agua y gas

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones.

Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.

En los cruces de líneas subterráneas de AT con canalizaciones de gas deberá mantenerse una distancia mínima de 0,4 m para presiones superiores a 4 bar, y 0,2 m para el resto de los casos. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria (hasta 0,25 m para >4 bar y 0,1 m en el resto de casos). Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). y garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger.

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

- Conducciones de alcantarillado

Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior, aunque si se puede incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos) siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

- Depósitos de carburante

Los cables se dispondrán dentro de tubos de suficiente resistencia siempre que cumplan con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten, para el diámetro de 160 mm, un impacto de energía de 40 J y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- Otros cables de energía

Los cables de alta y baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m (alta tensión), o 0,10 m (sólo baja tensión). En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

- Cables de telecomunicación

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

- Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.

- Canalizaciones de gas

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,25 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá mediante tubos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, resistencia a la compresión mínima de 450 N, y que los tubos soporten, para el diámetro de 160mm, un impacto de energía mínimo de 40 J.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal. Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos.

- Depósitos de carburantes

Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m por cada extremo.

2.3.11.2 Arquetas de registro

2.3.11.2.1 Arquetas prefabricadas

Las arquetas serán de dimensiones normalizadas, dejando como fondo la tierra original a fin de facilitar el drenaje.

Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán como máximo cada 40 m, y por cada columna instalada para las luminarias de los viales.

Se instalarán arquetas registrables modulares prefabricadas de hormigón, compuestas por módulos enlazables tipo C, E2, ET y tapa metálica M2/T2 (jardín) o M3/T3 (calzada) según normativa de compañía eléctrica, con fondo de arena y totalmente acabadas.

Se tomarán las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las arquetas con el objeto de evitar accidentes.

Se deberán sellar las bocas de los tubos de plástico ocupados con cable para evitar la entrada de roedores y de agua. La espuma de poliuretano a utilizar tendrá las siguientes características:

- Resistente a la penetración
- Estabilidad térmica hasta 80 °C
- Temperatura mínima de aplicación 5 °C
- Los conductos no ocupados por cables serán obturados mediante tapones.

2.3.11.2.2 Arquetas de obra

Para la fabricación de la envolvente se utilizará hormigón armado, con una resistencia a la compresión, a los 28 días de su fabricación, de 35 N/mm².

Las armaduras serán barras corrugadas de alta adherencia, AEH 500 S o similar, de límite elástico mínimo 500 N/mm².

Para el cálculo de las armaduras se partirá de una "sobrecarga de uso" correspondiente a calzadas y garajes con paso de camiones según MV-101 que equivale a 1 t/m², a la que se afectará de un coeficiente de impacto de valor 1,4.

Los marcos y tapas se construirán siguiendo lo establecido en la norma UNE-EN 124 y en lo que a continuación se indica:

- Las tapas y marcos se fabricarán con fundición de grafito esferoidal tipo FGE 50-7 según UNE-EN 1563 cuyas características mecánicas principales son las siguientes:
 - Resistencia a la tracción: 500 N/mm²
 - Límite elástico: 345 N/mm²
 - Alargamiento: 7%
 - Dureza Brinell: 170 ÷ 240 HB
- Las piezas deberán estar libres de cualquier defecto, como grietas, poros, rebabas, etc., que pueda perjudicar las características de las piezas y su buena presentación.
- Las tapas y marcos se suministrarán con un acabado de pintura bituminosa negra.

Características constructivas

En general las características constructivas serán las indicadas en la norma UNE-EN 124, con las puntualizaciones siguientes:

- Todas las tapas dispondrán de orificios pasantes para permitir su izado de las marcas y facilitar la ventilación de las arquetas
- Los marcos deberán disponer de pestañas en su perímetro, con el fin de dar mayor sujeción al mismo sobre el pavimento
- La cota de entrada de hombre en los marcos será de 600 mm
- En los tramos rectos se instalarán arquetas con una separación máxima de 40 m

Marcas

Todas las tapas y marcos llevarán inscritas de forma legible e indeleble las marcas siguientes:

- Nombre del fabricante o marca de fabricación
- Referencia a la norma UNE-EN 124
- Dos últimas cifras del año de fabricación
- Clase correspondiente
- Referencia del fabricante

2.3.11.3 Bandejas aislantes de interior

Tendrán que cumplir con las siguientes características:

- Bandeja perforada
- Material aislante según UNE-EN 60.243-1
- Rigidez dieléctrica mínima 18 ± 5 kV/mm
- Materia prima base PC + ABS sin halógenos – RoHS
- Grado de protección IP2X
- Protección contra daños mecánicos IK10 (con anclaje tapa IK10) según UNE-EN 62.262
- Color RAL 7038
- No propagadoras de la llama s/ UNE-EN 61.537

Deberá soportar unas cargas para temperatura de servicio a 40°C y ensayo tipo I según UNE-EN 61.537 (la unión entre dos tramos de bandeja puede quedar situada en cualquier posición entre dos soportes). El sistema de bandejas y soportes deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible. La distancia máxima entre soportes será de 1,5 m.

Toda la tornillería será como mínimo de Acero Inoxidable AISI 316. Todos los soportes que no sean del mismo material que la propia canaleta serán como mínimo AISI 316.

Las curvas y enlaces se realizarán con piezas especiales fabricadas para tal fin.

Se exigirá un correcto acabado de sus superficies y nivelado de canalización y elementos.

Las uniones entre tramos deberán ser de espesor igual o superior al de las bandejas a unir.

Las bandejas dispondrán como mínimo de un 25% de espacio libre. El tamaño máximo de la bandeja será 100x600mm.

Se utilizarán conducciones distintas para alta tensión, baja tensión, e instrumentación y control. En caso contrario, dispondrán de un tabique separador para dividir la canalización en zonas dependiendo de la naturaleza de los circuitos que contenga.

2.3.11.4 Bandejas aislantes de exterior

Tendrán que cumplir con las siguientes características:

- Bandeja perforada (no se admite tipo panel de abeja)
- Material aislante según UNE EN 60.243-1
- Rigidez dieléctrica mínima 18 ± 5 kV/mm
- Materia prima base PVC – RoHS
- Grado de protección IP2X
- Protección contra daños mecánicos IK10 (con anclaje tapa IK10) según UNE-EN 62.262
- Color RAL 7035
- No propagadoras de la llama s/ UNE-EN 61.537 y ausencia de goteo incandescente
- Inflamabilidad de materiales plásticos ANSI/UL 94 clase UL94:V0. Reacción al fuego UNE 23.727 M1 (No inflamable).

Deberá soportar unas cargas para temperatura de servicio de -20 a 60°C y ensayo tipo I según UNE-EN 61.537 (la unión entre dos tramos de bandeja puede quedar situada en cualquier posición entre dos soportes). El sistema de bandejas y soportes deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible. La distancia máxima entre soportes será de 1 m.

Toda la tornillería será como mínimo de Acero Inoxidable AISI 316. Todos los soportes que no sean del mismo material que la propia canaleta serán como mínimo AISI 316.

Los accesorios que no sean del mismo fabricante que las bandejas deberán contar con la aprobación del CABB-BUPP.

Las curvas y enlaces se realizarán con piezas especiales fabricadas para tal fin.

Se exigirá un correcto acabado de sus superficies y nivelado de canalización y elementos.

Las uniones entre tramos deberán ser de espesor igual o superior al de las bandejas a unir.

Las bandejas dispondrán como mínimo de un 25% de espacio libre. El tamaño máximo de la bandeja será 100x600mm.

Se utilizarán conducciones distintas para alta tensión, baja tensión, e instrumentación y control. En caso contrario, dispondrán de un tabique separador para dividir la canalización en zonas dependiendo de la naturaleza de los circuitos que contenga.

Se requerirá marca de calidad del producto por organismo reconocido que garantice la aptitud frente a los UV en aplicación exterior. Constará de un informe de ensayo no basado en un ensayo puntual sino cubriendo toda la producción. Contemplará la baja temperatura de -20°C (que incluye ensayos a impacto a esa temperatura s/ norma de bandejas UNE-EN 61.537).

2.3.11.5 Bandejas metálicas

Se utilizarán para el cableado de datos y señales débiles, y en falsos suelos de salas eléctricas para la canalización de las mangueras.

Cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 61.537.

Las bandejas serán de tipo rejilla, de acero AISI-304, de 100 mm de ala, en anchuras normalizadas adecuadas, preferiblemente 600, 400 y 200 mm.

Estarán formadas por varilla de acero electrosoldada de 4,5 mm de diámetro, formando una rejilla. El acabado será galvanizado por inmersión en baño de zinc a 450-460°C según norma UNE-EN ISO 1461. En caso necesario, en ambientes corrosivos se aplicará recubrimiento de alta resistencia en base a zinc, cromo trivalente y sellado con más de 1000 horas de resistencia a niebla salina según UNE-EN ISO 10.289.

Las uniones serán de tipo atornillado, asegurando una correcta unión lineal y rigidez adecuada. Los soportes, tornillería y auxiliares serán de acero AISI-316 y su número será tal que no se produzcan pandeos en el recorrido de las bandejas.

Las curvas y cambios de nivel se podrán realizar mediante corte adecuado de las varillas uniendo éstas por medio de tornillos y grapas del mismo material que la bandeja.

Estarán convenientemente soportadas con una separación máxima entre soportes de 1,5 m. En bandejas horizontales de instalación exterior, la bandeja superior deberá tener tapa. Las bandejas verticales tendrán tapa hasta una altura de 2 metros.

No se podrán realizar cambios de nivel y sentido con ángulos pronunciados.

Deberán estar puestas a tierra en todo su recorrido.

Las bandejas con cableado de datos y señales se colocarán separada de los circuitos de corriente 50 cm en los tramos rectos y 25 cm en los cruces.

2.3.11.6 Tubos rígidos

Deberán ser no inflamables y no propagadores de la llama, libres de halógenos, serán estancos y estables hasta 60°C, debiendo soportar esa temperatura sin deformación alguna.

El grado de protección contra daños mecánicos será de 3 a 5, tanto los de pared gruesa como extragruesa.

Serán inalterables a los ambientes húmedos y corrosivos, y resistentes al contacto directo de grasas y aceites.

Todos los tubos cumplirán con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como con las normas UNE-EN 61.386-1, UNE 53.027, y UNE 53.315.

Cada tubo llevará impreso las siguientes especificaciones:

- Nombre del fabricante y símbolos de identificación.
- Diámetro nominal.
- Espesor.

Se exigirá que el fabricante tenga las tuercas y contratuercas para su unión a las cajas y piezas de acoplamiento y unión entre dos tramos siendo esta unión estanca.

Los conductos aislantes y compuestos deben ser marcados según un código de tres cifras, la primera cifra indicando las características mecánicas, la segunda y la tercera indicando su resistencia a las temperaturas.

El código debe estar conforme a las tablas de la norma UNE-EN 61.386-1.

Si al tubo se le pide cualquier otra aptitud de las especificadas en la norma UNE-EN 61.386-1 será colocada inmediatamente después de las tres primeras cifras indicadas anteriormente y separadas por un trazo oblicuo.

Los diámetros exteriores y las roscas deben cumplir lo indicado en la norma UNE-EN 60.423.

Todos los tubos que vayan a ser utilizados en ambientes húmedos o en locales que requieran algún tipo de seguridad y vayan vistos, serán roscados.

Se podrán utilizar tubos de aislamiento tipo PVC cuando discurren en canalizaciones enterradas o empotradas en obra civil. Cumplirán lo mismo que lo indicado anteriormente, excepto las condiciones contra incendios.

2.3.11.7 Tubos flexibles

Deberán ser no inflamables y no propagadores de la llama, libres de halógenos, serán estancos y estables hasta 60 ° C, debiendo soportar esa temperatura sin deformación alguna.

El grado de protección contra daños mecánicos será de 3 a 5.

No deberán ser afectados por las lejías, sales, álcalis, disolventes ni petróleo.

Para las canalizaciones de red de voz y datos se utilizarán tubos flexibles de PVC y AFUMEX.

Cumplirán con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

2.3.11.8 Pasamuros

En todos los pasos de edificio a exterior, bien sea una arqueta o un tubo, o de cámara seca a húmeda en los que pueda existir un problema de filtrado de agua se instalarán pasamuros. Éstos garantizarán la seguridad, eficacia y fiabilidad de funcionamiento a largo plazo, proporcionando un grado de protección IP67 contra agua y polvo, un grado EI120 contra fuego e impidiendo la entrada de roedores y otros animales. Todos los componentes del sistema serán no inflamables, no propagadores de llama y libres de halógenos.

El sistema será adaptable a los diferentes diámetros de cable a emplear y se garantizará un espacio libre de reserva (20-30%) para posibles cambios y futuras ampliaciones en las instalaciones.

La instalación de los pasamuros constará de 2 etapas. En una primera etapa se instalará el marco correspondiente al pasamuros calculado durante el proceso de la obra civil y siempre antes de la instalación del cableado. En una segunda etapa y con los cables ya instalados se procederá a sellar el pasamuros con los cubos asignados para cada cable, permitiendo una perfecta adaptación al mismo y sellando el pasamuros.

2.3.11.9 Bridas

Las bridas se utilizarán para la fijación de cables y tubos, y tendrán las siguientes características técnicas:

- Aislantes, sin halógenos y apta para instalaciones interiores y exteriores
- Anchura mínima: 8mm
- Materia prima: Poliamida 6.6 estabilizada a la intemperie
- Color: Negro
- Inflamabilidad: V2
- Resistencia a la intemperie: PA 0192 s/ASTM D 6779:2007
- Temperatura mínima de instalación: -30 °C
- Temperatura de servicio: -40 °C a +85 °C
- Resistencia mínima a la tracción: 8,16 kg
- Marcas de calidad: AENOR, NF y VDE
- Características de producto acabado conforme a RoHS y con contenido de silicona máximo 0,025 %
- Homologaciones: Bureau Veritas, Underwriter Laboratories y Germanischer Lloyds
- Marcado CE y conformidad con la norma UNE-EN 62.275

Gama Bridas 22, tipo PA 6.6W del fabricante Unex, u otra de similares características.

2.3.12 Barras blindadas

Las barras blindadas deberán estar diseñadas según UNE-EN 61.439-6 y con un alto nivel de seguridad, cumpliendo con los siguientes requisitos:

- Conductor de cobre o aluminio
- Aislamiento en poliéster en la totalidad de la barra y envolvente de chapa en acero galvanizado IP55
 - En ambientes agresivos, conductores encapsulados en resina epoxi, grado de protección IP68
- Sistema antirretardante de llama
- Autoextinguible
- Resistente al arco interno
- Resistente a un alto rango de cortocircuito

Las barras estarán formadas por conductores rígidos, aislados y protegidos por una carcasa que impida cualquier contacto.

La barra blindada llevará el conductor PE a lo largo de toda su longitud, teniendo una protección segura e independiente.

Las barras blindadas deberán estar dimensionadas para asegurar una transmisión fiable de energía aún en las condiciones más adversas, con humedad del aire, atmosferas corrosivas, sin conseguir dañar la carcasa. Para el correcto dimensionamiento de las barras se tendrá en cuenta el espacio entre conductores, las pérdidas de calor, la capacidad de soportar el cortocircuito del material, y la temperatura máxima y mínima de trabajo permitida.

El diseño, la construcción y sus accesorios serán adecuados para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos en condiciones normales y condiciones de cortocircuito, sin sufrir ningún daño en los materiales de la barra.

Las barras deberán ser del tipo modular, por lo que se irán enlazando los diferentes módulos, y todos los accesorios necesarios (sistemas de transición, puntos de unión, ramificaciones, sistemas de dilatación, conectores, codos, etc.), hasta conseguir el recorrido total requerido. Se montarán en posición vertical u horizontal, en interiores, según sea necesario.

Se suministrarán las barras blindadas de unión, incluyendo cabezas de conexión a los armarios, codos, tramos rectos estándar, cabezas de conexión a transformador, pletinas flexibles para la conexión entre transformador y cabeza de canalización y los soportes necesarios para implementar el recorrido, así como el material necesario para la correcta instalación de la canalización.

La conexión entre el embarrado y las palas del transformador se realizará mediante una malla de cobre flexible. En caso de conductores de aluminio se tomarán las medidas necesarias para evitar los pares galvánicos (uniones estañadas o plateadas).

Se incluirán los elementos de unión para adaptar el recorrido del embarrado a los obstáculos y factores que pudieran presentarse.

Se incluirán los elementos de dilatación necesarios para compensar la dilatación que se pueda dar debido al calor.

Se incluirán los accesorios necesarios (agentes desmoldeadores, moldes con pasta, sets de conexiones a transformadores, sets de sujeción...), para el correcto anclaje y fijación de todos los elementos incluidos en el embarrado.

Al atravesar el embarrado una pared o techo, se instalará una barrera cortafuegos.

El montaje se realizará de la forma más sencilla para no interferir con otros elementos de la instalación. Se montará con enganches colgada del techo, pegada a la pared o con soportes, según sea necesario.

2.3.13 Puesta a tierra

Se deberá cumplir lo indicado en el REBT-18 y en el ITC-RAT13 (en caso de que aplique) sobre la puesta a tierra de instalaciones.

Todo el sistema de puesta a tierra estará dimensionado de forma que, para la máxima corriente de fallo, las tensiones estén dentro de los límites admisibles por el vigente reglamento.

Para conseguir la equipotencialidad de todas las masas metálicas de la instalación, que no estén en tensión, se deberá garantizar la conexión a la red general de tierra los siguientes equipos y estructuras:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra
- Las envolventes de los conjuntos de armarios metálicos
- Las puertas metálicas de los locales que puedan ponerse en tensión a consecuencia de averías, accidentes o sobretensiones
- Las estructuras y armaduras metálicas del edificio
- Los blindajes metálicos de los cables
- Racks y bandejas de cables
- Las carcasas de los transformadores
- Los neutros de B.T. de los transformadores
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra
- Los pararrayos para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas

Picas de acero cobrizado

Las picas serán de acero cobrizado de diámetro 14,6 mm con rosca M 16 x 2, o 18,3 mm con rosca M 20 x 2,5 con longitudes de 1.500, 2.000 o 2.500 mm, midiéndose el diámetro de la pica sobre la capa de cobre, admitiéndose una tolerancia de + 0,2 mm y - 0,1 mm.

La capa protectora de cobre será, como mínimo, de 0,3 mm y en ningún punto el espesor efectivo será inferior a 0,270 mm, siendo el cobre el definido en la norma UNE 20.003.

Las picas de acero cobrizado cumplirán con la norma UNE 21.056 y la recomendación UNESA 6.501 E.

Las picas llevarán grabado de forma indeleble y fácilmente legible, el nombre o marca del fabricante, seguido de su longitud expresada en metros y de las siglas UNE 21.056. Las marcas se colocarán en la parte superior de la pica.

La sección de un electrodo no debe ser inferior a un cuarto de la sección del conductor que constituye la línea principal de tierra.

La tornillería y piezas desmontables de conexión de tierra de protección a equipos y/o estructuras serán de bronce o latón cadmiado de alta resistencia mecánica y apriete asegurado.

Los manguitos serán cilíndricos, con diámetros exteriores de 22,0 mm o de 27,0 mm dependiendo del tipo de rosca que tengan las picas. Los manguitos estarán roscados en toda su longitud y serán de Cu Al 8, según UNE-EN 12.165.

La sufridera será un tornillo normal de cabeza hexagonal con rosca M 16 x 2 o M 20 x 2,5 según corresponda.

El alma de la pica será un acero fino al carbono de una dureza Brinell comprendida entre 130 y 200 U.

Se procurará utilizar capas de tierra más conductoras, haciéndose la colocación de las picas con el mayor cuidado posible en cuanto a la compactación del terreno.

Se deberá tener presente la influencia de las heladas para determinar la profundidad de la instalación.

Líneas de tierra

Para la realización de la red de tierras se utilizará cable de cobre desnudo de sección adecuada según los cálculos correspondientes.

El cable llegará a obra en forma de rollos o en bobina. Se tenderá a lo largo de las zanjas de forma que no se produzcan ángulos rectos ni dobleces.

Los conductores de las líneas de tierra deberán instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio. Se intentará que los conductores desnudos queden instalados al exterior de forma visible. En el caso de que fuese necesario realizar una instalación cubierta, deberá serlo de forma que pueda comprobarse el mantenimiento de sus características.

En las líneas de tierra no podrán insertarse fusibles ni interruptores.

Uniones

Las soldaduras a realizar para la ejecución de la red de tierras serán de tipo aluminotérmico (unión molecular).

Estas uniones corresponden a:

- Cable-cable: unión continua
- Cable-cable: unión en T
- Cable-cable: unión en X
- Cable-pica
- Cable-estructura metálica edificio

Para la realización de estas uniones se utilizará el molde y material de fusión adecuado. Se utilizará el molde de grafito específico para cada tipo de unión. El material de aporte para la realización de la soldadura será óxido de cobre y aluminio.

Estas conexiones incluirán sin limitación toda unión de cable. Se seguirán los procedimientos indicados en las instrucciones del fabricante de equipo de soldadura y los moldes no se modificarán en obra. Todos los materiales utilizados en la soldadura serán del mismo fabricante.

Antes de realizar una soldadura se realizará la limpieza de las superficies de unión mediante cepillado.

La unión entre cables o entre cable y pica se podrá realizar mediante grapas, de aleación de latón rica en cobre, formadas por dos cuerpos estampados en caliente, y con tornillería de acero inoxidable. Las dimensiones se adecuarán a la sección del cable de tierra.

2.3.14 Baterías de condensadores

2.3.14.1 Características generales

Los condensadores cumplirán la norma IEC 60.831 -1 /2, con capacidad de autocatrización. Se cumplirán las condiciones de instalación adecuadas para los mismos, distancias, temperaturas, ventilación adecuada, etc.

- 470 Vac de tensión máxima admisible en permanencia 24/24 h
- Tensión permanente admisible: 1,18 Un (24/24 h)
- Corriente admisible: 1,5 In
- Clase de temperatura D (+55°C máxima, media sobre 24 horas 45°C)
- Doble aislamiento o clase II
- Resistencia 1 minuto a 50 Hz: 6 kV
- Resistencia a onda de choque 1,2/50 µs: 25 kV
- Condensador seco encapsulado en resina de poliuretano autoextinguible
- Resistencia interna de descarga incorporada (50 V/1 min)
- Pérdidas inferiores a 0,5 W/kVAr (incluyendo resistencias de descarga)
- Bobinas encapsuladas al vacío
- Envolvente plástica autoextinguible
- Tapa cubrebornas incluida
- Protección eléctrica interna para cada bobina:
 - Capa de polipropileno metalizada de zinc autorregenerativa
 - Fusible APR
 - Dispositivo de desconexión en caso de sobrepresión

- Factor de pérdida: consumo total menor de 0,3 W por kVAr, incluyendo las resistencias de descarga
- Capacidad: Tolerancia sobre el valor de capacidad: -5 / +10 %

Fabricante: Siemens, Schneider, ABB, Legrand o similar.

2.3.14.2 Baterías automáticas

Las baterías de condensadores serán reguladas automáticamente, formadas por los escalones necesarios, los cuales entrarán automáticamente a medida que se vayan conectando las diferentes cargas. Cada una de las baterías estará asociada al cuadro de interior del que se alimentan y estarán dimensionadas para compensar la energía reactiva de las cargas que se alimenten del cuadro de interior. El conjunto de botes, así como los correspondientes equipos de maniobra y protección, se instalarán en un armario el cual tendrá las siguientes características:

- Grado de protección IP 54
- Equipo con llave y cerradura
- Dispondrán de un interruptor magnetotérmico a la entrada y protección independiente para cada uno de los botes de condensadores
- Condensadores conectados en triángulo, fabricados en polipropileno metalizado de bajas pérdidas dieléctricas, libres de PCB
- Vida útil del condensador > 100.000 h
- Autotransformador 400/230V integrado para > 200kVAr
- Protección contra contactos directos incluso con la puerta abierta
- Contactores apropiados para la conexión de los condensadores equipados con inductancias de preinserción y resistencias de descarga rápida
- Con regulador tipo NRC de Schneider o similar y con protección de temperatura ambiente, máxima y mínima tensión, mínima intensidad, THD, ...

En caso necesario se dispondrá de filtro de rechazo sintonizados a 189 o 215 Hz (en función de la instalación) para protección de armónicos presentes en la red y evitar fenómenos de resonancia con armónicos de orden 5 o superior. Se estudiará particularmente cada instalación.

Cada una de las baterías estará protegida en su alimentación desde el cuadro de interior con un interruptor automático con poder de corte adecuado más protección diferencial (tipo F).

Siempre que sea posible la batería de condensadores automática se instalará en una sala independiente y refrigerada, bien sea por ventilación natural o aire acondicionado.

2.3.14.3 Baterías fijas

Las baterías de condensadores fijas, estará protegidas mediante un interruptor automático tripolar, de intensidad de cortocircuito adecuada, 400V, contactos auxiliares de posición, y contacto de magnetotérmico actuado, así como de interruptor diferencial superinmunizado.

Los condensadores se instalarán en el interior del CCM correspondiente. Se cumplirán las condiciones de instalación adecuadas para los mismos, distancias, temperaturas, ventilación adecuada, etc. En el caso de que no sea posible cumplir estas condiciones, se instalarán en un armario independiente.

2.3.15 Sistema de control, comunicaciones y visualización

2.3.15.1 Generalidades

El objeto de este apartado es sentar las bases técnicas para el suministro, instalación, programación, pruebas y puesta en marcha de los equipos de control locales de las instalaciones, de las comunicaciones y de los sistemas de supervisión y control locales (panel de operación local, PCs (clientes Wonderware – Intouch View) y puesto de control estación – PCE) y remoto (Puesto de control central - PCC).

De manera sencilla se puede decir que los componentes de un sistema de control son los **PLCs, las comunicaciones** y los sistemas de supervisión o **SCADAs**.

El **PLC** recoge la información de los actuadores y sensores mediante entradas físicas y/o lógicas, ejecuta el programa de control y activa las salidas físicas y/o lógicas, comandando los actuadores.

2.3.15.1.1 PLCs y comunicaciones en Instalaciones telemandadas

Los PLCs actualmente homologados por el CABB/BBUP para las instalaciones son Siemens (S7 300/400/1500) y Schneider (Modicon M580), bien para instalaciones telemandadas como para Front Ends.

En caso de autómatas Siemens, de manera general se instalarán S7-1500 en instalaciones nuevas, a no ser que la instalación tenga comunicaciones de proceso con instalaciones existentes con autómatas S7-300/400 (por ejemplo: bombeo – depósito), caso en el cual se mantendrá la gama de PLCs existente en el sistema.

El CABB/BBUP dispone de medios de comunicaciones propios como son el cable de cobre, la fibra óptica, el radio enlace, etc...y también se sirve de estructuras de comunicaciones de terceros, como es la estructura de comunicaciones ADSL/GPRS/WIMAX (operador Euskaltel/Vodafone) y la estructura de comunicaciones TETRA (operador Itelazpi). La tendencia actual es que las instalaciones remotas o periféricas comuniquen con un protocolo de telemando a través de canales de comunicación redundantes con una serie de PLCs Front End situados en los Puestos de Control Centrales, que hacen de intermediarios entre las instalaciones remotas y las infraestructuras SCADA de los PCCs. El número de Front End instalados es bastante dinámico ya que según se van integrando más instalaciones remotas en los SCADAs de los PCCs, se van instalando nuevos Front Ends (si así lo especifica el CABB/BBUP). A continuación, se describe las infraestructuras de PLCs (a la cual se le han podido añadir más Front End):

• Puesto de control central Redes Saneamiento (instalaciones telemandadas)

El Puesto de Control Central (los AOS del SCADA) de redes de saneamiento situado en la EDAR de Galindo (Saneamiento) comunica con las instalaciones telemandadas a través de unos Front End de comunicaciones (un S7-400 de Siemens, dos S7-300 y un Quantum de Schneider) los cuales están conectados a los diferentes medios de comunicación que dispone la red de comunicaciones de Saneamiento del CABB/BBUP, a través de tarjetas de comunicación ethernet. En función de la marca y el protocolo de comunicaciones que disponga la instalación remota, estos datos llegarán a uno u otro Front End.

Front End "Sinaut – S7400" de Siemens. Es un PLC S7-400, dotado con dos tarjetas de comunicaciones Ethernet, se encarga de gestionar la redundancia de comunicaciones con un grupo de instalaciones remotas con PLCs de la marca Siemens, vía protocolo Sinaut.

- Primera tarjeta: Se utiliza para con el SCADA del puesto de control central.

- Segunda tarjeta: Esta tarjeta de comunicaciones es la encargada de transmitir y recibir información de las instalaciones remotas dotadas con comunicaciones Sinaut. Para ello esta tarjeta está conectada a un PLC S7300 el cual dispone de un TIM 3V-IE Advanced para comunicar aguas arriba con el Front End y dos TIM 4R-IE para comunicar aguas abajo con las instalaciones remotas. Estos TIM 4R-IE a su vez, disponen de dos bocas Ethernet cada uno, para los diferentes medios de comunicación que dispone la red de comunicaciones Sinaut de Saneamiento del CABB/BBUP:
 - ~ La primera boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones ADSL / GPRS / WIMAX / SHDSL.
 - ~ La segunda boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones TETRA.

Los TIM 4R-IE son los encargados de gestionar la redundancia de comunicaciones entre los diferentes medios de comunicaciones disponibles para el protocolo Sinaut.

Front Ends "Periféricas" de Siemens. Son dos PLCs S7-300, dotados con una tarjeta Ethernet para comunicar aguas arriba con el SCADA y un TIM 4R-IE para comunicar aguas abajo con un grupo de instalaciones remotas con PLCs de la marca Siemens cada uno, vía protocolo Sinaut. Estos TIM 4R-IE a su vez, disponen de dos bocas Ethernet cada uno, para los diferentes medios de comunicación que dispone la red de comunicaciones Sinaut de Saneamiento del CABB/BBUP:

- La primera boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones ADSL / GPRS / WIMAX / SHDSL.
- La segunda boca de cada TIM 4R-IE -> Comunicaciones TETRA.

Front End de Schneider. Es un PLC Front End de Schneider Quantum dotado con una boca Ethernet en la CPU y con tres tarjetas de comunicación Ethernet encargadas de transmitir y recibir información de las instalaciones remotas con PLCs de la marca Schneider.

- Primer puerto de la CPU: Se utiliza para comunicar con las instalaciones vía Tetra.
- Primera tarjeta: Se utiliza para comunicar con las instalaciones vía SHDSL.
- Segunda tarjeta: Se utiliza para comunicar con las instalaciones vía ADSL/GPRS/WIMAX.
- Tercera tarjeta: Se utiliza para comunicar con el SCADA.

Los datos de los contadores conectados a PLCs Schneider que disponen de protocolo de comunicaciones con "redundancia de comunicaciones Schneider" deberán de llegar a este Front End.

2.3.15.1.2 PLCs y comunicaciones en la ETAP Venta Alta y la EDAR Galindo

En el caso de la ETAP Venta Alta los PLCs, actualmente homologados por el CABB son Siemens S7-1500 y **excepcionalmente y con aprobación del CABB/BUPP (ICOM)** los PLCs Siemens S7 -300/400.

En el caso de la EDAR Galindo, y con respecto a los PLCs de proceso, los PLCs actualmente homologados por el CABB son Siemens S7 1500 y **excepcionalmente y con aprobación del CABB/BUPP (ICOM)** los PLCs Siemens S7 -300/400. En la EDAR Galindo y en el caso del sistema de Alta Tensión, los PLCs actualmente homologados son Schneider M580

En la ETAP Venta Alta y la EDAR Galindo el CABB/BUPP dispone de medios de comunicación propios como es el cable de fibra óptica, monomodo en la ETAP de Venta Alta y multimodo en la EDAR Galindo en configuración anillo. A través de Switchs Industrial Ethernet los PLCs se conectan con los Puestos de Control Central (SCADA)

En el caso de la ETAP de Venta Alta y la EDAR de Galindo, la comunicación entre los PLCs y los SCADAs se realiza de manera directa a través del anillo de fibra óptica **sin pasar por**

ningún tipo de Front End ni redundancia de comunicaciones, utilizando un driver de comunicaciones Ethernet estándar (**no de telemando**).

2.3.15.1.3 Scada

El sistema de Supervisión o SCADA es una solución Wonderware; denominado System Platform 2014 R2. Es un sistema basado en tecnología Archastra (Galaxias), con una programación orientada a Objetos, donde incluso la información gráfica esta embebida en el objeto de programación.

Actualmente el CABB/BBUP tiene cuatro Galaxias, dos para las estaciones de Saneamiento, situados en la EDAR de Galindo y otros dos para las estaciones de Abastecimiento situados en la ETAP de Venta Alta. Concretamente:

- ETAP de Venta Alta: desde donde se controla toda la planta de Venta Alta.
- Redes de Abastecimiento (instalaciones telemandadas): desde donde se controlan todas las demás instalaciones de abastecimiento como ETAPs, presas, bombeos, depósitos, salas de válvulas, etc.
- EDAR de Galindo: desde donde se controla toda la planta de Galindo.
- Redes de Saneamiento (instalaciones telemandadas): desde donde se controlan el resto de las instalaciones de Saneamiento como EDARs, bombeos, aliviaderos, pozos, tanques de tormentas, etc.

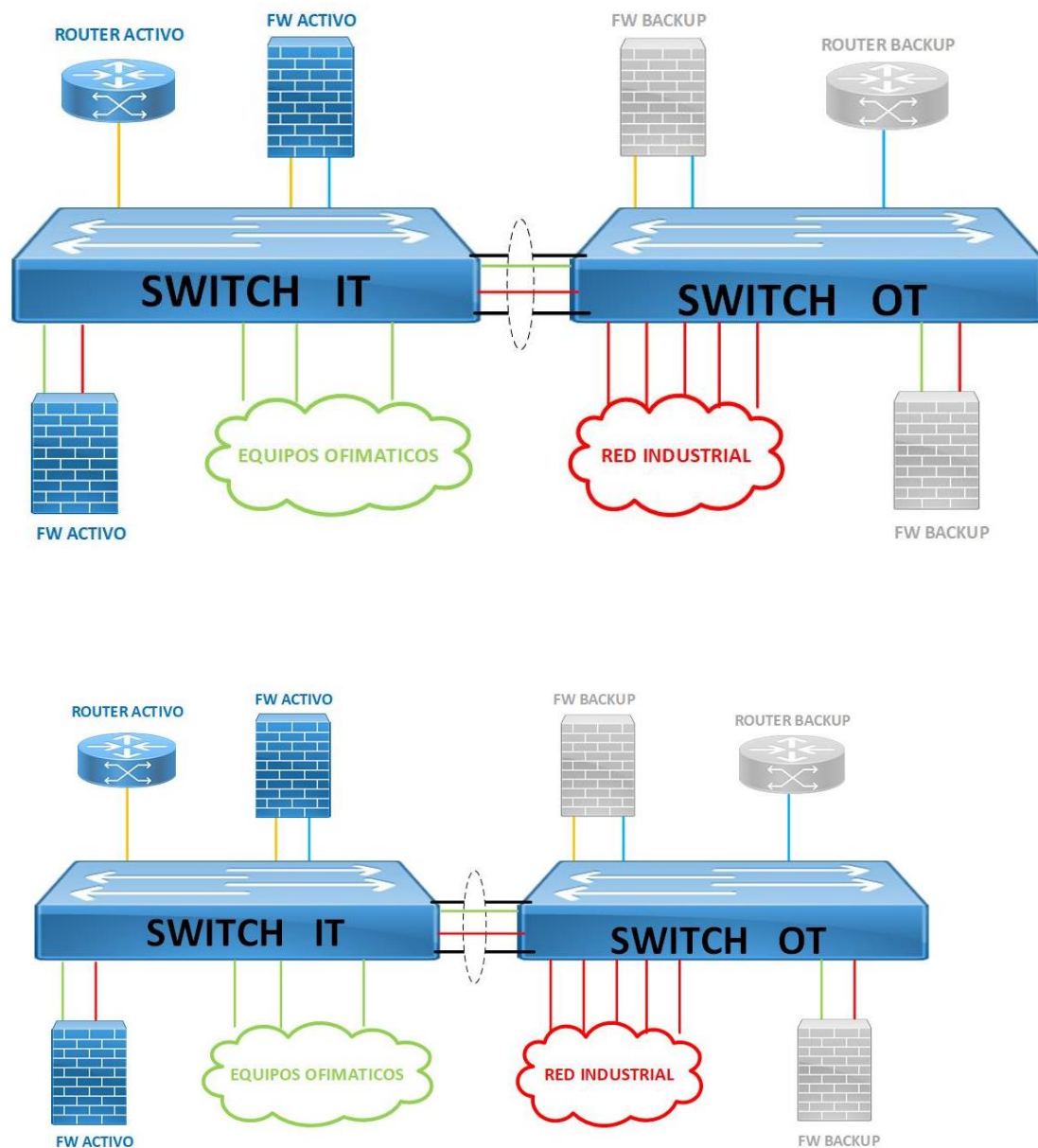
Hay instalaciones telemandadas que, por su entidad, disponen de un puesto de supervisión y control local (aparte del panel de operación local (OP). Estos puestos de supervisión y control (Puesto de Control Estación - PCE) también se encuentran integrados dentro de la infraestructura de los puestos de control centrales (Galaxia de redes de Abastecimiento/Saneamiento).

El autómata programable se definirá y dimensionará para el control local de toda la instalación definida. La instalación será gobernada localmente (mando Estación) a través de un panel de operador táctil OP (excepto en la EDAR de Galindo que no se dispone de paneles de operador, sino PCs - clientes Wonderware, en cada edificio de control) y remotamente desde el SCADA instalado en el PCE (Instalaciones destacadas como EDARs, ETAPs, ...) y/o desde el PCC (EDAR Galindo, ETAP Venta Alta e instalaciones telemandadas).

En el caso de tratarse de remodelaciones de instalaciones existentes las cuales supongan una ampliación de las infraestructuras de supervisión y control (y no la sustitución total de las mismas), se acordará con GA (Gestión de activos) las excepciones permitidas sobre las siguientes prescripciones técnicas.

2.3.15.1.4 Sistema de Securización

Los Sistemas de Securización existentes en las instalaciones (ETAPs, EDARS) del CABB responden al esquema inicial de alto nivel mostrado a continuación:



Están constituidos por el siguiente equipamiento:

- **Rack de comunicaciones**

Las características técnicas del rack de comunicaciones y los diferentes equipamientos (peines, patchs panel, sonda de temperatura, etc...) que deberán incorporarse se describen en el apartado **Cuadros eléctricos de interior** del presente Pliego de Prescripciones Técnicas particulares.

Cada uno de los elementos electrónicos que constituyen el sistema de securización deberá estar protegido con diferenciales superinmunizados con contactos auxiliares de posición.

Toda electrónica de red deberá llevar tierras independientes y el conjunto del rack de comunicaciones deberá cumplir con lo indicado en el apartado **Puesta a tierra** para conseguir la equipotencialidad del Sistema de Securización.

- **Firewalls**

El sistema de securización constará de dos (2) firewall en cluster. Las características y requisitos técnicos de los mismos se describen en el apartado **Hardware**.

- **Switch OT**

Serán switches Industrial Ethernet compactos para topologías eléctricas u ópticas en línea, en anillo y en estrella con velocidades de transferencia de 10/100/1000 Mbits/s. Las características y requisitos técnicos se describen en el apartado **Hardware**.

- **Switch IT**

Las características y requisitos técnicos de los Switch IT se describen en el apartado Hardware.

2.3.15.2 Hardware

En todo momento se evitará el suministro de equipos electromecánicos y equipos de control con control local o autónomo. Se pretende evitar así equipos que no permitan ser controlados y supervisados desde los PLCs de las instalaciones, o que obliguen a ser manipulados única y exclusivamente por el fabricante, o que no permitan la flexibilidad de control necesaria para adaptarla a las necesidades de explotación de la instalación, o que requieran un mantenimiento especial diferente al habitual del CABB/BBUP (cajas negras) ...

Si en algún caso fuera inevitable suministro de algún material con estas características, el CABB/BBUP deberá ser informado de las características del mismo antes de su compra para poder analizar la viabilidad del mismo dentro de sus instalaciones y su aprobación explícita.

2.3.15.2.1 Fuentes de alimentación y protecciones.

Todos los autómatas deberán ir alimentados con tensión segura provenientes de una red de SAI segura. Generalmente irán alimentados a 24 Vcc, excepto en instalaciones que por su peculiaridad dispongan de tensión segura a 220 Vca que en este caso los autómatas (S7 400) podrán ir alimentados a 220 Vca. previa aprobación explícita del CABB/BBUP. Las SAIs de tensión segura a se encuentran descritas en el apartado Sistemas de alimentación ininterrumpida.

Las instalaciones con PLCs Siemens S7 400 y SCADA y las instalaciones con SCADA (normalmente serán las EDAR, ETAP) deberán llevar siempre SAIs de tensión segura. Las características de las SAIs están descritas en el apartado Sistemas de alimentación ininterrumpida.

El rack de comunicaciones para el sistema de securización incorporará dos (2) SAIs para alimentar a las dobles fuentes independientes de los equipos que dispongan y para alimentar a las fuentes de los elementos que no dispongan, con una SAI diferente, de forma que se garantice la máxima disponibilidad y fiabilidad del sistema. Las características de las SAIs están descritas en el apartado Sistemas de alimentación ininterrumpida.

A continuación, se describen las diferentes fuentes de alimentación, en función de cada solución, que se deberán de suministrar:

En el caso de soluciones de control Schneider, cada bastidor del PLC llevará su propia fuente de alimentación. Estas fuentes de alimentación estarán dimensionadas con un 25 % de reserva sobre el consumo previsto. Las fuentes de alimentación en bastidor serán:

- Fuente de alimentación para racks BMEXBP como racks BMXXBP tensión de entrada 24 Vcc y salida 24 Vcc/2,5 A ó 4,5 A (Ref. BMXCPS2010 o BMXCPS3020. En función de la potencia necesaria).

En el caso de soluciones de control Siemens S7-400, cada bastidor del PLC y bastidores de expansión llevará su propia fuente de alimentación. Estas fuentes de alimentación estarán dimensionadas con un 25 % de reserva sobre el consumo previsto.

En instalaciones con tensión segura a 220Vca las fuentes de alimentación en bastidor serán:

- Bastidor principal: SIMATIC S7-400, Fuente de alimentación con rango ampliado, tensión de entrada 120/230 Vac y salida 5 Vcc/10 A ó 20 A (Ref. 6ES7407-0RA02-0AA0 o 6ES7407-0KA02-0AA0). En función de la potencia necesaria.
- Bastidores de expansión: Además de las fuentes antes descritas, si la potencia exigida incluyendo los márgenes de reserva lo permiten se podrá instalar una Fuente de alimentación con rango ampliado, tensión de entrada 120/230 Vac y salida 5 Vcc/4 A (Ref. 6ES7407-0DA02-0AA0).

En instalaciones sin tensión segura a 220Vca, las fuentes de alimentación en bastidor serán:

- Bastidor principal: SIMATIC S7-400, Fuente de alimentación con rango ampliado, tensión de entrada 24 Vcc y salida 5 Vcc/10 A ó 20 A (Ref. 6ES7405-0RA02-0AA0 o 6ES7405-0KA02-0AA0). En función de la potencia necesaria.
- Bastidores de expansión: Además de las fuentes antes descritas, si la potencia exigida incluyendo los márgenes de reserva lo permiten se podrá instalar una Fuente de alimentación con rango ampliado, tensión de entrada 24 Vcc y salida 5 Vcc/4 A (Ref. 6ES7405-0DA02-0AA0).

En el caso de soluciones de control Siemens S7-1500, se deberán suministrar los módulos de potencia necesarios en función del número y tipo de tarjetas instaladas en cada bastidor. Estos módulos de potencia estarán dimensionados con un 25 % de reserva sobre el consumo previsto y serán:

- Alimentación de sistema SIMATIC S7-1500 PS 25W 24V DC, alimenta del bus en backplane del S7-1500 con tensión de servicio (REF. 6ES7505-0KA00-0AB0).

Todas las soluciones de control que no dispongan de tensión segura a 220 Vca (incluidas las que disponen fuente de alimentación en cada bastidor) dispondrán de fuente de alimentación 230 V / 24 Vcc, respaldada a su vez por una SAI, para alimentación del PLC y sus las tarjetas, paneles de operación, equipos de comunicaciones, instrumentación, avisador telefónico, aisladores galvánicos, apartamento comunicable de la acometida, tarjetas adicionales de apartamento comunicable... dimensionada en cada caso con un margen sobre la intensidad nominal de un 25%.

En el caso de Siemens:

- Estaciones a telemandar y Front End: Sitop Power, tensión de entrada 230 Vac (desde embarrado) y salida 24 Vcc/10 A ó 20 A (Ref. 6EP1334-3BA10 o 6EP1336-3BA10. En función de la potencia necesaria); módulo de unidad de carga y conmutación (UCC) DC-SAI 24V / 20 A; Entrada 24 Vdc, salida 24 Vdc / 20 A (Tipo Sitop UPS1600 Modulo SAI de 20 A Ref. 6EP4136-3AB00-0AY0); módulo de batería con acumuladores de plomo-gel sellado, 24 V/ 12 Ah, libres de mantenimiento, para SITOP módulo DC SAI Tipo Sitop UPS1100 (Ref. 6EP4135-0GB00-0AY0).
- En instalaciones muy pequeñas, y previa validación por parte del CABB/BBUP se podrán instalar fuentes de tensión de entrada 230 Vac y salida 24 Vcc/5 A. (Ref. 6EP1333-3BA10).

En el caso de Schneider:

- Estaciones a telemandar: fuente de alimentación conmutada, tensión de entrada 230 Vac (desde embarrado), salida: DC 24 V / 10 o 20 A (Ref. ABL8RPS24100 o ABL8RPM24200. En función de la potencia necesaria); módulo de unidad de carga y conmutación DC-SAI 24V / 20 A; Entrada 24 Vdc, salida 24 Vdc / 20 A (Sin interface) (Ref. ABL8BBU24200); batería con acumuladores de plomo cerrados 24 V/ 12 Ah, libres de mantenimiento (Ref. ABL8BPK24A12)
- En instalaciones muy pequeñas, y previa validación por parte del CABB/BBUP se podrán instalar fuentes de tensión de entrada 230 Vac y salida 24 Vcc/5 A. (Ref. ABL8RPS24050).

En el caso de que la instalación disponga de alimentación segura de 230Vca (SAI), se podrán alimentar las fuentes de alimentación desde estas SAIs evitando el suministro de las unidades de carga y conmutación y de las baterías.

Los racks de comunicaciones de los Sistemas de Securización estarán protegidos mediante **protector de sobretensiones transitorias** adecuado en la entrada para redes tipo TT o TN-S, clase de exigencia C, Tipo 2, clase II N/PE, 2 polos y con aviso remoto. Este protector estará protegido mediante fusibles.

Referencia: Schneider, Siemens u otro de similares características.

Los equipos electrónicos alimentados a 24 Vcc se protegerán de manera individual (PLC, cada una de las tarjetas del PLC, paneles de operación, equipos de comunicaciones, instrumentación, aisladores galvánicos, apartamenta comunicable de la acometida, tarjetas adicionales de apartamenta comunicable, electroválvulas...). Para ello se instalarán **fusibles electrónicos** o módulos de corte selectivos de entrada 24 Vcc e intensidad de salida ajustable. El PLC deberá disponer de una señal de estado (diagnóstico) por canal de alimentación. Si el fusible da una señal por cada canal, estas se cablearán, en el caso de canales de alimentación de tarjetas de entradas digitales, a la primera entrada digital de cada tarjeta. En el caso de que alimenten a tarjetas de salidas digitales, entradas analógicas o salidas analógicas, llevarán un contacto auxiliar que se cableará cada uno a una entrada digital para el control desde los sistemas de supervisión. Si el PLC admite diagnóstico por software de cada canal de alimentación del fusible electrónico, se prescindirá de los contactos auxiliares, y se realizará el diagnóstico de los canales de alimentación por programación.

En el caso de Siemens:

- SITOP PSE200U, módulo de corte selectivo, empleo 24 Vcc, cuatro canales con intensidad ajustable adecuado para los elementos a proteger, con salida de señal de estado por canal (Ref. 6EP1961-2BA31 o 6EP1961-2BA41. En función de la corriente de salida necesaria)
- En caso de problemas de espacio en los armarios también se podrán suministrar SITOP SEL1200, módulo de corte selectivo, empleo 24 Vcc, ocho canales con intensidad ajustable de 2-10 A, con salida de señal de estado por canal (Ref. 6EP4438-7FB00-3DX0).

En el caso de Schneider:

- PHASEO, módulo de protección electrónica, empleo 24 Vcc, cuatro canales con intensidad ajustable adecuado para los elementos a proteger, con salida de señal de estado por canal (Ref. ABL8PRP24100)

Otros:

- MICO, módulo de protección inteligente, empleo 24 Vcc, cuatro canales con intensidad ajustable adecuado para los elementos a proteger, con salida de señal de estado por canal (Ref. 9000-41034-XXXXXXX, Murr Elektronik. X-En función de la corriente de salida necesaria)
- MaxGUARD, módulo de protección electrónica, empleo 24 Vcc, cuatro canales con intensidad ajustable adecuado para los elementos a proteger, con salida de señal de

estado por canal (Ref. AMG-ELM- XXXXXX, WEIDMULLER. X-En función de la corriente de salida necesaria)

NOTA: En infraestructuras con hardware Siemens que dispongan TIMs de comunicaciones, el TIM y la CPU del PLC se deberán alimentar desde la misma salida del fusible electrónico.

2.3.15.2.2 PLC

Los materiales que conforman el PLC podrán ser del fabricante Siemens o Schneider Electric. A continuación, se especifican las series de cada fabricante.

Los autómatas serán de la serie S7-300/400/1500 de Siemens o Modicon M580 de Schneider Electric.

En el caso de Siemens generalmente la gama de autómatas a utilizar será la de S7-1500, **excepto en el caso de ampliaciones o modificaciones de sistemas existentes en los que haya comunicaciones o dependencias con S7-300/400**, casos en los que se mantendrá la gama de PLCs existente.

A la hora de ofertar **arquitecturas de control con PLCs S7-1500 se deberá comprobar que la arquitectura propuesta no tiene comunicaciones u otras singularidades que no hayan sido testadas y validadas por le CABB previamente y, se deberá verificar que no haya incompatibilidades con el resto de los elementos del sistema.**

No se admitirán propuestas que no proporcionen la misma garantía que soluciones con PLCs de las gamas S7-400 y S7-300.

En situaciones excepcionales **que deberán ser validadas explícitamente por el CABB/BBUP (ICOM)** que podrán utilizar autómatas de la gama S7-300/400 (ETAP de Venta Alta y EDAR de Galindo...).

Cada PLC llevará su correspondiente **bastidor o bastidores**. El número de bastidores se dimensionarán de tal manera que a la finalización de los trabajos quede una reserva mínima como para alojar dos tarjetas más.

En el caso de Siemens:

- S7-300: Ref. 6ES7390-1AE80-0AA0 - Longitud=480 mm o 6ES7390-1AF30-0AA0 - Longitud=530 mm.
- S7-400: Para el bastidor central o de ampliación UR1 con 18 Slots conectables, apto para 2 Fuentes de alimentación Redundantes - Ref. 6ES7390-1AE80-0AA0.
- O Para el bastidor de ampliación ER1 con 18 Slots, solamente para módulos de señales, apto para 2 Fuentes de alimentación Redundantes - Ref. 6ES7390-1AE80-0AA0.
- S7-1500: Como mínimo será un bastidor de 530 mm de longitud (Ref. 6ES7590-1AF30-0AA0).

En el caso de Schneider:

- M580: BMEXBP0400 – Rack con 4 posiciones, Ref. BMEXBP0800 – Rack con 8 posiciones o BMEXBP1200 – Rack con 12 posiciones.

El autómata se ofertará con una CPU de capacidad adecuada, de manera que una vez instalado el programa quede memoria de reserva suficiente, como mínimo de un 25 %, para futuras modificaciones, y siempre con memoria no volátil (EPROM, SD...) ante una caída de tensión principal y de respaldo (Pila, SAI...), y de capacidad suficiente para contener el programa con los comentarios incluidos.

En el caso de Siemens S7-300:

- Instalaciones pequeñas y medianas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas...: La CPU mínima a instalar será una CPU Compacta, S7-314C-2 PN/DP (Ref. 6ES7314-6EH04-0AB0) con memoria principal de 192Kb (que incorpora 24 E/D, 16 S/D, 4 E/A, 2SA, 1PT100, 4 contadores rápidos...). Estas deberán cumplir con el mismo ratio de reservas que el que se especifica para el caso de tarjetas de entradas y salidas independientes de la CPU, por lo que si la CPU no cumple con dicho ratio se deberán añadir más tarjetas de entradas/salidas.

NOTA: En el caso de utilizar las entradas/salidas analógicas integradas en la CPU compacta se deben poner aisladores galvánicos en las medidas analógicas (Ref. Vegatrenn 149A, Vegatrenn 141 o Similar).

- Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, o que por su tamaño no se puedan cubrir con las especificaciones para instalaciones pequeñas, y en la EDAR Galindo y en la ETAP Venta Alta: Como mínimo será una CPU S7-315 2PN/DP, con memoria principal de 384 Kb (Ref. 6ES7315-2EH14-0AB0).
- Front Ends: Como mínimo será una CPU S7-317 PN/DP, con memoria principal de 1Mb (Ref. 6ES7317-2EK14-0AB0).

En el caso de Siemens S7-400:

- Instalaciones que requieran la utilización de PLCs de la Gama S7-400 (EDAR Galindo, ETAP Venta Alta...): Serán con puerto integrado profinet y como mínimo será una CPU S7-412-2 PN, con memoria principal de 1 Mb (0,5 MB código y 0,5 MB Datos) (Ref. 6ES7412-2EK07-0AB0).

En el caso de Siemens S7-1500:

- Instalaciones pequeñas a telemandar como depósitos, aliviaderos...: La CPU mínima a instalar será una CPU S7-1500 S7-1511-1 PN, con memoria principal de 150 Kb (Ref. 6ES7511-1AK02-0AB0).
- Instalaciones medianas a telemandar como bombeos, tanques de tormentas...: La CPU mínima a instalar será una CPU S7-1500 S7-1513-1 PN, con memoria principal de 300 Kb (Ref. 6ES7513-1AL02-0AB0).

NOTA: Donde se suministren CPUs CPU S7-1500, S7-1511-1 PN o S7-1513-1 PN, si el PLC dispone de comunicaciones Sinaut, o conexión con una red superior de comunicaciones (anillo de fibra óptica, internet...), se deberá suministrar un procesador de comunicaciones Ethernet de SIMATIC S7-1500 (Ref. 6GK7542-1AX00-0XE0), para la conexión del PLC con el TIM 1531 IRC o las redes superiores de comunicaciones, (dedicado en exclusiva para estas comunicaciones) dejando los puertos integrados de la CPU para la conexión del anillo interno del armario/CCM.

- Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, o que por su tamaño no se puedan cubrir con las especificaciones para instalaciones pequeñas y medianas, y en la EDAR Galindo y en la ETAP Venta Alta: Como mínimo será una CPU S7-1500 S7-1515-2 PN, con memoria principal de 500 Kb (Ref. 6ES7515-2AM01-0AB0).
- Front Ends: Como mínimo será una CPU S7-1500 S7-1516-3 PN/DP, con memoria principal de 1Mb (Ref. 6ES7516-3AN01-0AB0).

NOTA: Donde se suministren CPUs CPU S7-1500 S7-1515-2 PN o S7-1516-3 PN/DP, al disponer éstas 3 puertos Ethernet integrados en dos subredes diferentes, la pareja de puertos que están en la misma subred se deberán utilizar para la conexión del anillo interno del armario/CCM, y el otro puerto perteneciente a la otra subred, para la conexión del PLC a los TIM 1531 IRC de comunicaciones Sinaut o a redes superiores de comunicaciones (anillo de fibra óptica, internet...) dedicado en exclusiva para estas comunicaciones.

En el caso de Schneider:

- Instalaciones pequeñas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas...: La CPU mínima a instalar será una CPU M580 con memoria principal de 4Mb para programa/384Kb para datos. (Ref. BMEP581020).
- Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, o que por su tamaño no se puedan cubrir con las especificaciones para instalaciones pequeñas: Como mínimo será una CPU M580, con memoria principal de 8Mb para programa/768Kb para datos. (Ref. BMEP582040).
- NOTA: En este caso, dado que se quiere mantener la posibilidad de conectar bastidores de ampliación mediante la red eRio (la cual se conecta a dos bocas Ethernet de la CPU), se deberá suministrar una tarjeta de red (NOC 0301 Ref. BMENOC0301) exclusiva para el anillo (DIO) de comunicaciones interno del CCM (TesyS...).
- Front Ends: Como mínimo será una CPU M580, con memoria principal de 64Mb para programa y datos. (Ref. BMEP586040).

El autómata se suministrará con una **tarjeta de memoria** de capacidad adecuada, de manera que una vez instalado el programa definitivo quede memoria de reserva suficiente, como mínimo de un 25 %:

En el caso de Siemens S7-300:

- En instalaciones pequeñas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas...y en instalaciones destacadas a telemandar como EDARs y ETAPs y en la EDAR Galindo y en la ETAP Venta Alta, como mínimo: Micro Memory Card, 3,3 V NFLASCH, 512 Kbyte (Ref. 6ES7953-8LJ31-0AA0).
- Front Ends: Micro Memory Card, 3,3 V NFLASCH, 4 Mb (Ref. 6ES7953-8LM31-0AA0).

En el caso de Siemens S7-400:

- Tarjeta de memoria para S7-400, forma constructiva Larga para S7-400, 5V Flash, con 32 MB de memoria. (Ref. 6ES7952-1KK00-0AA0).

En el caso de Siemens S7-1500:

- En instalaciones pequeñas a telemandar como depósitos, aliviaderos..., como mínimo: Memory Card para CPU S7-1x00, 3,3 V FLASH, 4 Mbyte (Ref. 6ES7954-8LC03-0AA0).
- En instalaciones medianas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas..., y en instalaciones destacadas a telemandar como EDARs y ETAPs y en la EDAR Galindo y en la ETAP Venta Alta, como mínimo: Memory Card para CPU S7-1x00, 3,3 V FLASH, 12 Mbyte (Ref. 6ES7954-8LE03-0AA0).
- Front Ends: Memory Card para CPU S7-1x00, 3,3 V FLASH, 24 Mbyte (Ref. 6ES7954-8LF03-0AA0).

En el caso de Schneider:

- Cualquier tipo de CPU M580...: Tarjeta de memoria flash SD para M580, 4 Gb (Ref. BMXRMS004GPF).

En instalaciones telemandadas que utilizan un protocolo de telemando para comunicar los Front End del puesto de control central y los propios Front End (gama S7-300/1500 de Siemens y M580 de Schneider), los autómatas llevarán un **puerto de comunicaciones Ethernet (configurado en subredes diferentes)** por cada medio de comunicación utilizado para comunicar con el puesto de control central:

En el caso de Siemens, dado que las CPUs no soportan comunicaciones Sinaut, no se pueden utilizar sus puertos para comunicar con los Front Ends del puesto de control central. Estos se utilizarán para la conexión del anillo de comunicaciones interno del CCM (Simocodes, arrancadores, variadores de frecuencia, paneles de operación...), por lo que se deben utilizar las siguientes tarjetas de comunicaciones:

En el caso de Siemens S7-300:

- Estaciones a telemandar con un medio de comunicación: TIM 3V-IE (Ref. 6NH7800-3BA00)
- Estaciones a telemandar con dos medios de comunicación redundantes o Front Ends de comunicaciones: un TIM 4R-IE (Ref. 6NH7800-4BA00) por cada pareja de medios de comunicaciones redundantes entre sí. Por ejemplo, si el Front End va a comunicar con ciertas instalaciones en ADSL con redundancia Tetra y con otras en línea dedicada con redundancia Tetra, se suministrarán dos TIM 4R-IE, uno para cada redundancia a gestionar.

En el caso de Siemens S7-1500:

- En todos los casos (independientemente del tipo de instalación o del número de medios de comunicaciones): un TIM 1531 IRC (Ref. 6GK7543-1MX00-0XE0) por cada pareja de medios de comunicaciones redundantes entre sí. Por ejemplo, si el Front End va a comunicar con ciertas instalaciones en ADSL con redundancia Tetra y con otras en línea dedicada con redundancia Tetra, se suministrarán dos TIM 1531 IRC, uno para cada redundancia a gestionar.

Se deberán suministrar con su tarjeta de memoria correspondiente para el almacenamiento de configuraciones y parámetros.

Generalmente con los autómatas de la gama S7-400 no será necesario comunicar a través de protocolos de telemando (en la **ETAP de Venta Alta y en la EDAR de Galindo no se utiliza Sinaut para comunicar**), pero en caso de que por alguna circunstancia, y bajo aprobación explícita del CABB/BBUP (ICOM), fuera necesario comunicar en Sinaut con un S7-400 desde un Front End de la gama S7-300/400, se deberá suministrar una pasarela de la gama S7-300 con la siguiente composición (a instalar en la instalación remota):

- Un bastidor y una fuente de alimentación, siguiendo las directrices descritas para autómatas de la gama S7-300.
- La CPU mínima a instalar será una CPU 312 (Ref. 6ES7312-1AE14-0AB0) con memoria principal de 32Kb.
- Una tarjeta de memoria micro Memory Card, 3,3 V NFLASCH, 512 Kbyte (Ref. 6ES7953-8LJ31-0AA0).
- Un TIM 3V-IE Advanced (Ref. 6NH7800-3CA00) que permita el intercambio de datos a través del bus trasero del autómata con el TIM 4R-IE.
- Un TIM 4R-IE (Ref. 6NH7800-4BA00) por cada pareja de medios de comunicaciones redundantes entre sí. Por ejemplo, si el Front End va a comunicar con ciertas instalaciones en ADSL con redundancia Tetra y con otras en línea dedicada con redundancia Tetra, se suministrarán dos TIM 4R-IE, uno para cada redundancia a gestionar.

En el caso de que la comunicación del S7-400 deba ser con un Front End de la gama S7-1500 se deberá suministrar un TIM de la gama S7-1500 (a instalar en la instalación remota) TIM 1531 IRC (Ref. 6GK7543-1MX00-0XE0). Se deberán suministrar con su tarjeta de memoria correspondiente para el almacenamiento de configuraciones y parámetros.

Se deberá tener en cuenta que el PLC S7-400 deberá disponer de un puerto Ethernet de 10/100/1000 Mbps para la conexión del TIM al PLC. Este puerto Ethernet deberá de estar en una subred independiente destinada solo para esta conexión, es decir, debe ser en exclusiva para las comunicaciones Sinaut y no puede ser compartido con otras comunicaciones (ni siquiera a través de un Switch).

En ningún caso se instalarán autómatas de la gama S7-400 como Front Ends de comunicaciones.

Cuando los puertos Ethernet integrados en las CPUs no sean suficientes para cubrir las necesidades (cumpliendo las especificaciones) o en el caso de suministrar una CPU de la

gama S7-300/400/1500 (CPUs 1511-1PN, 1513-1PN, solo en casos excepcionales validados por el CABB-ICOM) en la EDAR de Galindo o en la ETAP de Venta Alta, los puertos integrados en la CPU se destinarán para la conexión del anillo de comunicaciones interno del CCM (Simocodes, arrancadores, variadores de frecuencia, paneles de operación...) y se deberá suministrar una tarjeta de comunicaciones aparte para la conexión de dicho CCM al anillo de comunicaciones de la planta:

En el caso de Siemens S7-300, y en función de las necesidades a nivel de protocolos y servicios podrá ser:

- Procesador de comunicaciones para la conexión de SIMATIC S7-300 a Ethernet Industrial, con los siguientes protocolos/características: ISO, TCP/IP y UDP, S7, Send/Receive con y sin RFC1006, Fetch/Write, controlador o dispositivo PN/IO (Profinet), sincronización de CPU vía NTC. (Ref. 6GK7343-1EX30-0XE0)
- Procesador de comunicaciones (LEAN) para la conexión de SIMATIC S7-300 a Ethernet Industrial, con los siguientes protocolos/características: TCP/IP y UDP, S7 (Server), Send/Receive con y sin RFC1006, Fetch/Write, dispositivo PN/IO (Profinet). (Ref. 6GK7343-1CX10-0XE0).

En el caso de Siemens S7-400:

- Procesador de comunicaciones para la conexión de SIMATIC S7-400 a Ethernet Industrial, mediante ISO, TCP/IP y UDP, S7, controlador PN/IO (Profinet). (Ref. 6GK7443-1EX30-0XE0).

En el caso de Siemens S7-1500:

- Procesador de comunicaciones para la conexión de SIMATIC S7-1500 a Ethernet Industrial, con los siguientes protocolos/características: IO-Controller: TCP/IP, ISO-ON-TCP, UDP, S7, IP-Broadcast/ Multicast, SNMPV1, DHCP, sincronización horaria vía NTP (Ref. 6GK7542-1AX00-0XE0).

En el caso de Schneider, dado que las CPUs disponen de 3 puertos de comunicaciones Ethernet, el puerto de servicio de esta se utilizará para la conexión con el canal principal de comunicaciones con el puesto de control central.

- Por lo tanto, en estaciones a telemandar con un medio de comunicación no será necesario suministrar tarjetas de comunicaciones adicionales.
- Estaciones a telemandar con dos medios de comunicación redundantes o Front Ends, se deberá suministrar una tarjeta de comunicaciones por cada medio de comunicación diferente al principal que se pretenda utilizar: Tarjeta de comunicaciones ethernet NOC 0301 para PLCs M580 (Ref. BMENOC0301).

En instalaciones pequeñas a telemandar, los otros dos puertos de la CPU (DIO) se utilizarán para la conexión del anillo de comunicaciones interno del CCM (TesysT...). En cambio, en instalaciones destacadas a telemandar, dado que se quiere mantener la posibilidad de conectar bastidores de ampliación mediante la red eRio (la cual se conecta a dos bocas Ethernet de la CPU), se deberá suministrar una tarjeta de red (NOC 0301 Ref. BMENOC0301) exclusiva para el anillo (DIO) de comunicaciones interno del CCM (TesysT...).

Las tarjetas de entrada-salida serán siempre con separación galvánica e **irán rotuladas** con sus direcciones correspondientes. El etiquetado deberá ser realizado de manera informática evitando los textos escritos "a mano".

Las tarjetas de **entradas digitales** serán de 16 ó 32 E/D, con separación galvánica y 24 Vcc:

En el caso de Siemens S7-300:

- Tarjetas de 16 E/D y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. 6ES7321-1BH02-0AA0 + 6ES7392-1AJ00-0AA0).

- Tarjetas 32 E/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7321-1BL00-0AA0 + 6ES7392-1AM00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-400:

- Tarjetas 32 E/D y conector frontal de 48 polos/tornillo (Ref. 6ES7421-1BL01-0AA0 + 6ES7492-1AL00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-1500:

- Tarjetas de 16 E/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7521-1BH00-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0).
- Tarjetas 32 E/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7521-1BL00-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)

En el caso de Schneider:

- Tarjetas de 16 E/D y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. BMXDDI1602 + BMXFTB2000).
- Tarjetas de 32 E/D y conector frontal de 40 polos/precableado (Ref. BMXDDI3202K + precableado según se describe en el apartado "Sistemas de precableado").

Las tarjetas de **salidas digitales** serán de 16 ó 32 S/D, con separación galvánica y 24 Vcc, 0,5A:

En el caso de Siemens S7-300:

- Tarjetas de 16 S/D y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. 6ES7322-1BH01-0AA0 + 6ES7392-1AJ00-0AA0)
- Tarjetas de 32 S/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7322-1BL00-0AA0 + 6ES7392-1AM00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-400:

- Tarjetas de 32 S/D y conector frontal de 48 polos/tornillo (Ref. 6ES7422-1BL00-0AA0 + 6ES7492-1AL00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-1500:

- Tarjetas de 16 S/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7522-1BH01-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)
- Tarjetas de 32 S/D y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7522-1BL01-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)

En el caso de Schneider:

- Tarjetas de 16 S/D y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. BMXDDO1602 + BMXFTB2000).
- Tarjetas de 32 S/D y conector frontal de 40 polos/precableado (Ref. BMXDDO3202K + precableado según se describe en el apartado "Sistemas de precableado").

Las tarjetas de E/S **analógicas** serán de 4...20 mA y con aislamiento galvánico (en casos excepcionales, se admiten tarjetas sin aislamiento galvánico si se colocan aisladores externos). Serán las siguientes:

En el caso de Siemens S7-300:

- Tarjetas 8 E/A, 24 Vcc y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. 6ES7331-7KF02-0AB0 + 6ES7392-1AJ00-0AA0)
- Tarjetas de 8 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7332-5HF00-0AB0 + 6ES7392-1AM00-0AA0)
- Tarjetas de 4 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7332-5HD01-0AB0 + 6ES7392-1AM00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-400:

- Tarjetas 8 E/A, 24 Vcc y conector frontal de 48 polos/tornillo (Ref. 6ES7431-1KF00-0AB0 + 6ES7492-1AL00-0AA0)
- Tarjetas de 8 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 48 polos/tornillo (Ref. 6ES7432-1HF00-0AB0 + 6ES7492-1AL00-0AA0)

En el caso de Siemens S7-1500:

- Tarjetas 8 E/A, 24 Vcc y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7531-7KF00-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)
- Tarjetas de 8 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7532-5HF00-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)
- Tarjetas de 4 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 40 polos/tornillo (Ref. 6ES7532-5HD00-0AB0 + 6ES7592-1AM00-0XB0)

En el caso de Schneider:

- Tarjetas 8 E/A, 24 Vcc y conector frontal de 28 polos/tornillo (Ref. BMXAMI0810 + BMXFTB2800).
- Tarjetas 8 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. BMXAMO0802 + BMXFTB2000)
- Tarjetas 4 S/A, 24 Vcc y conector frontal de 20 polos/tornillo (Ref. BMXAMO0410 + BMXFTB2000)

En todos los casos se dimensionará el número de tarjetas de entradas y salidas, digitales y analógicas, para que cumplan con **una reserva para futuras ampliaciones de un 25%.** **En esta reserva no se tendrán en cuenta las señales libres por acabarse un accionamiento en mitad de una tarjeta, sino serán señales libres al acabar la última señal de la última tarjeta.**

NOTA: En el caso de utilizar las entradas/salidas analógicas sin aislamiento galvánico (concretamente con las entradas analógicas integradas en la CPU de Siemens y con la tarjeta de 8 salidas analógicas de Schneider - BMXAMO0802) se deben instalar aisladores galvánicos externos (Ref. Vegatrenn 149A, Vegatrenn 141 o Similar).

Las tarjetas para la ampliación del rack principal serán las siguientes:

En el caso de Siemens S7-300:

- ET200M con profinet (Ref.6ES7153-4AA01-0XB0).
- Micro Memory Card, 3,3 V NFLASCH, 64 Kbyte (Ref. 6ES7953-8LF31-0AA0).

Esta solución se utilizará para conectar un bastidor de ampliación de la gama S7-300 con cualquier gama de CPUs de Siemens (S7-300/400/1500).

En el caso de Siemens S7-400, si es posible se ampliará utilizando la solución descrita para la gama S7-300/1500, es decir, un bastidor de ampliación ET200M/ET200MP (a validar por el CABB-ICOM) con profinet. En caso de no ser posible esta solución se ampliará utilizando las siguientes tarjetas:

- En el bastidor principal, IM 460-0 Tarjeta interfase emisor para configuración centralizada sin transmisión de alimentación, con bus K (Ref. 6ES7460-0AA01-0AB0).
- En los bastidores de ampliación, IM 461-0 Tarjeta interfase emisor para configuración centralizada sin transmisión de alimentación, con bus K (Ref. 6ES7461-0AA01-0AA0).
- Cable IM con bus K (Ref. 6ES7468-1...0-0AA0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable).

En el caso de Siemens S7-1500:

- ET 200MP IM 155-5 ST con profinet (Ref. 6ES7155-5AA01-0AB0).

En el caso de Schneider:

- Cabecera ethernet eRio (Ref. BMXCRA31200). Al utilizar bastidores eRio para conectar los bastidores de expansión de deben utilizar dos puertos ethernet de la CPU, por lo que en caso necesario se deberá suministrar una tarjeta Ethernet (NOC) aparte para la conexión de la CPU al anillo de comunicaciones interno del cuadro (anillo DIO).

NOTA: Además de las tarjetas y los cables para la ampliación del bastidor principal, se deberán suministrar el resto de los materiales necesarios para hacer efectiva la ampliación (bastidores, fuentes...).

2.3.15.2.3 HMI (Interfaz hombre máquina)

Los HMI podrán ser del fabricante Siemens o Schneider Electric, pero siempre serán de la misma marca que el resto del hardware que compone la solución de control de la instalación. A continuación, se especifican las series de cada fabricante.

Los HMI en instalaciones de interior serán **empotrables** y tendrán unas dimensiones mínimas de 15" para instalaciones pequeñas de interior y 19" para la EDAR/ETAP, de construcción industrial, display TFT, pantalla táctil, resolución mínima de pantalla de 1024x768, 16M de colores, puerto Ethernet integrado, protección IP65 en el la parte frontal e IP20 por el lado posterior, aptos para temperatura ambiente de 0 a 50 °C y 90% de humedad y alimentación 24 Vcc. El panel se instalará a una altura tal que el borde superior de éste quede a 1,70m del suelo.

Los HMI de instalaciones de intemperie tendrán unas dimensiones de 12" o de 15" en función del tamaño de la instalación, serán de construcción industrial, display TFT, pantalla táctil, resolución mínima de pantalla de 1024x768, 16M de colores, puerto Ethernet integrado, protección IP65 integral (frontal y trasera), aptos para temperatura ambiente de 0 a 45 °C y 90% de humedad y alimentación 24 Vcc.

En el caso de Siemens serán paneles de la gama Comfort Panel PRO que ya son fabricados con una envolvente integral lo cual asegura una protección IP65 integral, certificada por el fabricante.

En el caso de Schneider, dado que no se disponen de paneles con envolvente integral, se deberán suministrar HMI empotrables empotrados dentro de una caja metálica (tipo Aluplan AP 103040), cuyo montaje completo garantice el grado de protección IP65.

En ambos casos, la instalación de los HMI en el cuadro de intemperie se deberá realizar a través de un brazo para monitores con fijaciones VESA 100x100mm, fijado a un lateral del armario. Para ello se deberán de realizar las adaptaciones necesarias en los HMI:

- Siemens. Se debe realizar el mecanizado de una chapa metálica de aluminio que permita el soporte del panel y la fijación del brazo. Se adjuntan imágenes de un ejemplo del adaptador en la documentación del proyecto. La entrada de cables deberá quedar por la parte inferior de dicho adaptador a través de unos prensas de métrica adecuada.
- Schneider. Se debe mecanizar la caja metálica para la fijación del brazo. El mecanizado debe incluir los refuerzos necesarios para que la sujeción y unión entre la caja y el brazo sea robusta y firme.

Dentro del alcance de suministro del sistema de sujeción de los HMI estará el brazo de sujeción de los mismos, que debe de cumplir con las siguientes características:

- Vesa 100x100mm.
- Longitud del brazo extendido. Entre 450 y 500mm.
- Soporte de hasta 40Kg.
- Articulado en el punto central.
- Completamente giratorio en horizontal.
- Inclinación horizontal ajustable. +-3 grados.

- Inclinación vertical ajustable. +- 5 grados.
- Profundidad máxima 80mm.

Ref. Perlegear PGMFK6 o similar.

Las características de los equipos descritos a continuación serán los mínimos exigidos.

Como norma general, en la **EDAR de Galindo no se suministrarán paneles de operador** con funciones de mando Estación, ya que cada uno de los diferentes edificios y puestos de control locales ya disponen de clientes de SCADA para la supervisión y control local de las instalaciones.

En el caso de Siemens, en instalaciones de intemperie:

- Instalaciones muy pequeñas a telemandar que requieran la visualización de pequeños sinópticos y/o pocos datos de proceso (Sobre todo en instalaciones con cuadros de intemperie): Simatic TP1200 Comfort Panel Pro 12" para pie de apoyo con tarjeta de memoria MMC de 2GB (Ref. 6AV2124-0MC24-1AX0 + 6AV2181-8XP00-0AX0).
- Instalaciones pequeñas y medianas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas...: Simatic TP1500 Comfort Panel Pro 15" para pie de apoyo con tarjeta de memoria MMC de 2GB (Ref. 6AV2124-0QC24-1AX0 + 6AV2181-8XP00-0AX0).

En el caso de Siemens, en instalaciones de interior:

- Instalaciones muy pequeñas a telemandar que requieran la visualización de pequeños sinópticos y/o pocos datos de proceso (Sobre todo en instalaciones con cuadros de intemperie): Simatic TP1200 Comfort Panel 12" con tarjeta de memoria MMC de 2GB (Ref. 6AV2124-0MC01-0AX0 + 6AV2181-8XP00-0AX0).
- Instalaciones pequeñas y medianas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas...: Simatic TP1500 Comfort Panel 15" con tarjeta de memoria MMC de 2GB (Ref. 6AV2124-0QC02-0AX1 + 6AV2181-8XP00-0AX0).
- Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, ETAP Venta Alta o que por su tamaño o necesidades de explotación requieran un HMI de gran tamaño, Simatic TP1900 Confort panel 19" con tarjeta de memoria MMC de 2GB (Ref. 6AV2124-0UC02-0AX1 + 6AV2181-8XP00-0AX0)
- Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, ETAP Venta Alta, bombeos, tanques de tormentas, etc. con apartamenta comunicable (Simocodes) que requieren comunicaciones directas entre el HMI y dicha apartamenta, en función del número de aparatos con los que sea necesario comunicar (más de 15 Simocodes):
 - Un panel PC, pulgadas en función del tamaño de la instalación (aunque habitualmente será de 19"): Simatic IPC277E 15" (Ref. 6AV7882-0DA20-6BA0) o Simatic IPC277E 19" (Ref. 6AV7882-0EA20-6EA0).
 - Una licencia Simatic WinCC Runtime Advanced para Simatic IPC, en función del número de variables necesarias: Simatic WinCC Runtime 2048 PowerTags (Ref. 6AV2114-2FA04-0AA0) o Simatic WinCC Runtime 4096 PowerTags (Ref. 6AV2114-2HA04-0AA0) o Simatic WinCC Runtime 8192 PowerTags (Ref. 6AV2114-2KA04-0AA0)
 - Una licencia OPC UA Suite para 100 conexiones OPC UA: (Ref. Kepware Suite OPC UA)

En el caso de Schneider:

- Instalaciones muy pequeñas a telemandar que requieran la visualización de pequeños sinópticos y/o pocos datos de proceso (Sobre todo en instalaciones con cuadros de intemperie): Magelis GTU 12" con tarjeta de memoria SD de 1GB (Ref. HMIDT642 + HMIG3U + HMIZSD1GS).

- Instalaciones pequeñas y medianas a telemandar como bombeos, depósitos, aliviaderos, tanques de tormentas...: Magelis GTU 15" con tarjeta de memoria SD de 1GB (Ref. HMIDT732 + HMIG3U + HMIZSD1GS).
- Instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, o que por su tamaño o necesidades de explotación requieran un HMI de gran tamaño:
 - Módulo procesador Open Box GTU (Ref. HMIG5U2) con una tarjeta de memoria sistema SD 1 Gb GTU (Ref. HMIZSD1GS), pantalla 19" FWXGA PCAP SMART DISP. GTU (Ref. HMIDT952) y licencia Runtime de Vijeo Designer (Ref. VJDSNRTMPC)

En instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs... se suministrará (en caso requerido) un HMI **inalámbrico** que permita facilitar las labores de explotación y mantenimiento. Estos equipos tendrán un tamaño mínimo de 10", de construcción industrial (ruggedizado), pantalla táctil, resolución mínima de pantalla de 1024x768, 16M de colores, WIFI 802.11 a/b/c/g integrado, bluetooth, ranura SIM para comunicaciones UMTS (3G/4G) y sistema operativo Windows 7 Ultimate 64 bit SP1 o superior. A continuación, se especifican las series de cada fabricante:

En el caso de Siemens y para la ETAP Venta Alta:

- Simatic ITP1000, 10" Multitouch (1.280 x 800) (Ref. 6AV7880-0AA12-0AA2).
- Estación de carga: Docking Station for Simatic ITP1000 (Ref. 6AV7676-1AB00-0AA0).
- En función de la finalidad solicitada en proyecto que se le vaya a dar al HMI inalámbrico es probable que se deba suministrar una Licencia Simatic WinCC Runtime Advanced, para la ejecución de aplicaciones de HMI. Esta licencia deberá ser seleccionada en función de la necesidad de variables: Simatic WinCC Runtime 2048 PowerTags (Ref. 6AV2114-2FA04-0AA0) o Simatic WinCC Runtime 4096 PowerTags (Ref. 6AV2114-2HA04-0AA0) o Simatic WinCC Runtime 8192 PowerTags (Ref. 6AV2114-2KA04-0AA0)

En el caso de Schneider:

- Getac F110, 11,6" Multitouch (1366 x 768) (Ref. a consultar).
- En función de la finalidad solicitada en proyecto que se le vaya a dar al HMI inalámbrico es probable que se deban suministrar licencias:
 - Licencia Vijeo designer para la conexión a HMIs Magelis y supervisar/controlar la misma desde el equipo.
 - Licencia Vijeo designer Runtime para para la ejecución de aplicaciones de HMI en el propio equipo.

2.3.15.2.4 Sistemas de precableado

Como norma general y a no ser que se especifique lo contrario, en cuadros de EDARs y ETAPs, y otras instalaciones telemandadas y en EDAR Galindo y ETAP Venta Alta siempre se utilizarán sistemas de precableado para la conexión con el PLC.

En armarios de exteriores no se deberán utilizar dado el poco espacio que se suele disponer en los mismos. Cuando se requiera un sistema de precableado (interfaces) entre el PLC, CCM y campo, se eliminarán los conectores especificados en la descripción de las tarjetas de entrada/salida y se suministrarán las referencias de materiales para los PLCs de Siemens y Schneider homologados que se detallan a continuación.

En instalaciones que por su poco espacio para la ubicación de los cuadros de control y con objeto de dejar una reserva suficiente y siempre con autorización de la dirección de obra, se admitirá el uso de sistemas precableados de alta densidad del fabricante Weidmuller, siendo los materiales homologados las referencias concretas que existen para cada referencia concreta de los materiales de Siemens y Schneider que se detallan a continuación.

En el caso de Siemens S7-300:

- Entradas/salidas digitales, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión para cable plano para tarjetas digitales de E/S (Ref. 6ES7921-3AB00-0AA0 para tarjetas de 16 señales o 6ES7921-3AB20-0AA0 para tarjetas de 32 señales).
 - Bloque de bornes de conexión TP3, para conexión a 3 hilos de señales digitales, con led (Ref. 6ES7924-0CA20-0BA0. Uno por cada 8 señales digitales).
 - No se permiten bases de salidas con relés incorporados.
 - Cable de interconexión sin pantalla (Ref. 6ES7923-0B..0-0CB0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable. Uno por cada 8 señales digitales).
- Entradas analógicas, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión para cable plano para tarjetas de 8 entradas analógicas, 20 polos (Ref. 6ES7921-3AG00-0AA0, 20 polos).
 - Bloque de bornes de conexión TPA, para señales analógicas (Ref. 6ES7924-0CC21-0AA0. Uno por cada 4 entradas analógicas).
 - Cable de interconexión con pantalla (Ref. 6ES7923-0B..0-0DB0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable. Uno por cada 4 entradas analógicas).
- Salidas analógicas, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión para cable plano para tarjetas analógicas de 8 salidas analógicas (Ref. 6ES7921-3AG00-0AA0 para tarjetas de 4 salidas o 6ES7921-3AG20-0AA0 para tarjetas de 8 salidas)
 - Bloque de bornes de conexión TPA, para señales analógicas (Ref. 6ES7924-0CC21-0AA0. Uno por cada 2 salidas analógicas).
 - Cable de interconexión con pantalla (Ref. 6ES7923-0B..0-0DB0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable. Uno por cada 2 salidas analógicas).

NOTA: El módulo de 4 entradas analógicas + 2 salidas analógicas + 8 entradas digitales integrado en las CPUs compactas de Siemens necesita un conector especial para sistemas precableados (Ref. 6ES7921-3AM20-0AA0). El resto del sistema precableado (Bloques de bornes y cables) atiende a lo descrito en los apartados anteriores.

En el caso de Siemens S7-400:

- Entradas/salidas digitales, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión para tarjetas digitales de E/S con cable y 4 conectores para TP3 (Ref. 6ES7921-4BC50-0AA1).
 - Bloque de bornes de conexión TP3, para conexión a 3 hilos de señales digitales, con led (Ref. 6ES7924-0CA20-0BA0. Uno por cada 8 señales digitales).
 - No se permiten bases de salidas con relés incorporados.
- Entradas analógicas, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión para tarjetas digitales 8 entradas analógicas con cable y 4 conectores para TPA (Ref. 6ES7921-4BC50-0AA1).
 - Bloque de bornes de conexión TPA, para señales analógicas (Ref. 6ES7924-0CC21-0AA0. Uno por cada 4 entradas analógicas).
- Salidas analógicas, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión para tarjetas digitales 8 salidas analógicas con cable y 4 conectores para TPA (Ref. 6ES7921-4BC50-0AA1).
 - Bloque de bornes de conexión TPA, para señales analógicas (Ref. 6ES7924-0CC21-0AA0. Uno por cada 2 salidas analógicas).

En el caso de Siemens S7-1500:

- Entradas/salidas digitales, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión para cable plano para tarjetas digitales de E/S (Ref. 6ES7921-5AB20-0AA, 4x16 polos).
 - Bloque de bornes de conexión TP3, para conexión a 3 hilos de señales digitales, con led (Ref. 6ES7924-0CA20-0BA0. Uno por cada 8 señales digitales).
 - No se permiten bases de salidas con relés incorporados.
 - Cable de interconexión sin pantalla (Ref. 6ES7923-0B..0-0CB0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable. Uno por cada 8 señales digitales).
- Entradas/salidas analógicas, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión para cable plano para tarjetas analógicas de E/S (Ref. 6ES7921-5AK20-0AA0, 4x16 polos).
 - Bloque de bornes de conexión TPA, para señales analógicas (Ref. 6ES7924-0CC20-0AA0. Uno por cada 2 señales analógicas).
 - Cable de interconexión con pantalla (Ref. 6ES7923-0B..0-0DB0. Esta referencia varía en función de la longitud del cable. Uno por cada 2 señales analógicas).

En el caso de Schneider:

- Entradas/salidas de 16 señales digitales, compuesto por:
 - No se permiten tarjetas de 16 señales digitales con bases precableadas. Se deberán instalar como se describe en el apartado "PLC".
- Entradas/salidas de 32 señales digitales, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión precableado para tarjetas digitales de 32 E/S con un conector terminal de 40 vías y dos conectores HE10 (Ref. BMXFCC..3 Esta referencia varía en función de la longitud del cable).
 - Bloque de bornes de conexión ABE7, para conexión a 3 hilos de 16 señales digitales, con led (Ref. ABE-7H16R31. Uno por cada 16 señales digitales).
 - No se permiten bases de salidas con relés incorporados.
- Entradas analógicas, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión precableado para tarjetas de 8 entradas analógicas con un conector terminal de 28 polos y un conector SUB-D25 (Ref. BMXFTA..0 Esta referencia varía en función de la longitud del cable).
 - Bloque de bornes de conexión ABE7, para entradas analógicas (Ref. ABE-7CPA02. Uno por cada 8 entradas analógicas).
- Salidas analógicas, compuesto por:
 - Modulo frontal de conexión precableado para tarjetas de 4 salidas analógicas con un conector terminal de 20 polos y un conector SUB-D25 (Ref. BMXFCA..0 Esta referencia varía en función de la longitud del cable).
 - Modulo frontal de conexión precableado para tarjetas de 8 salidas analógicas con un conector terminal de 20 polos y un conector SUB-D25 (Ref. BMXFTA..2 Esta referencia varía en función de la longitud del cable).
 - Bloque de bornes de conexión ABE7, para salidas analógicas (Ref. ABE-7CPA21. Uno por cada 4 salidas analógicas).
 - Bloque de bornes de conexión ABE7, para salidas analógicas (Ref. ABE-7CPA02. Uno por cada 8 salidas analógicas).

En ningún caso se admitirá la conexión de una base precableada a un bornero no precableado.

2.3.15.2.5 Medios de Comunicación

Los materiales a utilizar según el medio de comunicación serán:

Medios Propios

Líneas de fibra óptica o cobre Ethernet.

En instalaciones con aparamenta comunicable se deberá realizar un anillo de comunicaciones Ethernet con cable de cobre a nivel interno de los cuadros de la instalación (cuadros de control y CCMs), el cual conecte toda la aparamenta comunicable, el PLC, paneles de operación, switches de comunicaciones y los variadores y arrancadores de la instalación (en caso de que estos dispongan de posibilidad de integración en el anillo). El resto de los equipos con comunicaciones Ethernet que no dispongan de posibilidad de conectarse en anillo, se conectarán en estrella al switch de comunicaciones. En el caso de instalaciones con aparamenta convencional no será necesario realizar un anillo de comunicaciones dentro de los cuadros de la instalación, sino que los equipos con comunicaciones ethernet se conectarán en estrella a un switch de comunicaciones. A continuación, se especifican las referencias de los switches destinados a las comunicaciones internas de los cuadros de cada fabricante:

En el caso de Siemens:

- Switch industrial de comunicaciones Ethernet y Profinet SCALANCE XC208, con 8 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, 1 puerto de consola, gestionable layer 2, alimentación redundante en 24Vcc, montaje en pared, perfil normalizado o rack S7, ranura para C-PLUG, funciones de redundancia, funciones office (RSTP,VLAN...), dispositivo PROFINET IO, conforme con ETHERNET/IP. (Ref. 6GK5208-0BA00-2AC2).

Cada switch instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB10).

En el caso de necesitar una conexión punto a punto de fibra óptica con otro punto de la instalación (que no se trate de una red superior de comunicaciones como un anillo a nivel de planta), y cumpliendo el requisito de dejar dos puertos RJ45 libres, también se podrá suministrar:

- Switch industrial de comunicaciones Ethernet y Profinet SCALANCE XC206-2SFP, con 6 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, 2 bahías SFP 100/1000 Mbit/s, 1 puerto de consola, gestionable layer 2, alimentación redundante en 24Vcc, montaje en pared, perfil normalizado o rack S7, ranura para C-PLUG, funciones de redundancia, funciones office (RSTP,VLAN...), dispositivo PROFINET IO, conforme con ETHERNET/IP. (Ref. 6GK5206-2BS00-2AC2).
- En caso de necesitar puertos en fibra óptica monomodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1LD; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio monomodo hasta máx. 10 Km. (Ref. 6GK5992-1AM00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.
- En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx. 750 metros. (Ref. 6GK5992-1AL00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.
- En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1+; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx. 2000 metros. (Ref. 6GK5992-1AG00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.

Cada switch instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB10).

NOTA: En caso de, por necesidades de distancias o compatibilidades, se deban suministrar SFPs diferentes a los especificados, estos deberán ser aprobados por el CABB (ICOM).

En el caso de Schneider:

- Switch industrial de comunicaciones Ethernet con 8 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, con gestor de redundancia RSTP integrado (Ref. TCSESB083F23F0).

Cuando simplemente sea necesario realizar la conexión punto a punto entre dos instalaciones en fibra óptica (sin necesidad de más puertos), se podrán utilizar conversores de medio como los que se indican a continuación:

En el caso de Siemens:

- SCALANCE X101-1LD, convertidor de medio Industrial Ethernet no gestionable, con 1 puerto RJ45 de 10/100Mbit/s, 1 puerto de 100Mbit/s para fibra óptica monomodo con conectores BFOC, hasta 26Km, LEDs de diagnóstico, contacto de señalización con pulsador de SET, alimentación redundante a 24Vcc. (Ref. 6GK5101-1BC00-2AA3)
- SCALANCE X101-1, convertidor de medio Industrial Ethernet no gestionable, con 1 puerto RJ45 de 10/100Mbit/s, 1 puerto de 100Mbit/s para fibra óptica multimodo, hasta 5 Km, con conectores BFOC, LEDs de diagnóstico, contacto de señalización con pulsador de SET, alimentación redundante a 24Vcc. (Ref. 6GK5101-1BC00-2AA3)

En el caso de Schneider:

- En estudio

Puede darse el caso en ciertas instalaciones que se necesario disponer de más puertos RJ45 o incluso de algún puerto de fibra óptica multimodo/monomodo (para la comunicación con periféricas distribuidas, con PLCs de otras instalaciones...). En ese caso se suministrará un switch con características equivalentes o superiores a los especificados que cubra las necesidades de puertos de la instalación. En cualquier caso, a la finalización de los trabajos en la instalación deberán quedar dos puertos RJ45 libres.

En el caso de que la instalación disponga de más de 36 equipos conectables al anillo se deberán de crear varios anillos dentro del cuadro de la instalación evitando rebasar los límites indicados y se deberá suministrar un switch como el especificado por cada uno de los anillos. Estos anillos de comunicaciones se unirán conectando todos los switches a través de cables de cobre Ethernet.

En instalaciones que tengan más de un CCM distribuido en diferentes edificios, estos deberán de comunicarse a través de un anillo de comunicaciones Ethernet con fibra óptica, destinado a el intercambio de información entre ellos y para darles acceso a los medios de comunicación con el puesto de control central, que habitualmente suelen estar compartidos por todos los CCMs. En estos casos, se deberá de suministrar otro Switch (independiente al destinado a gestionar las comunicaciones internas del CCM) que se encargue de conectar, gestionar y controlar las comunicaciones y el tráfico con el anillo de fibra óptica. A continuación, se especifican las referencias de los Switches y accesorios de cada fabricante:

En el caso de Siemens:

- Switch industrial de comunicaciones Ethernet y Profinet SCALANCE XC216-4C, con 12 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, 4 puertos combo (RJ45 10/100/1000 Mbit/s o SFP 1000 Mbit/s), 1 puerto de consola, gestionable layer 2, alimentación redundante en 24Vcc, montaje en pared, perfil normalizado o rack S7, ranura para C-PLUG, funciones de redundancia, funciones office (RSTP,VLAN...), dispositivo PROFINET IO, conforme con ETHERNET/IP. (Ref. 6GK5216-4BS00-2AC2).
- En caso de necesitar puertos en fibra óptica monomodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1LD; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio monomodo hasta máx. 10 Km. (Ref. 6GK5992-1AM00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.

- En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx.750 metros. (Ref. 6GK5992-1AL00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.
- En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1+; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx. 2000 metros. (Ref. 6GK5992-1AG00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.

Cada switch instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB10).

NOTA: En caso de, por necesidades de distancias o características se deban suministrar SFPs diferentes a los especificados, estos deberán ser aprobados por el CABB (ICOM).

En el caso de Schneider:

- Switch industrial de comunicaciones Ethernet con 6 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, 2 puertos de fibra óptica monomodo 100 Mbit/s, con gestor de redundancia MRP/HRP integrado y gestión de VLANs (Ref. TCSESM083F2CS0).
- Switch industrial de comunicaciones Ethernet con 6 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, 2 puertos de fibra óptica multimodo 100 Mbit/s, con gestor de redundancia MRP/HRP integrado y gestión de VLANs (Ref. TCSESM083F2CU0).

Puede darse el caso en ciertas instalaciones que sea necesario disponer de más puertos RJ45 o de fibra óptica, en tal caso se suministrará un switch con características equivalentes o superiores al especificado que cubra las necesidades de puertos de la instalación. En cualquier caso, a la finalización de los trabajos en la instalación deberán quedar dos puertos RJ45 libres.

En centros de control importantes (EDAR Galindo y ETAP Venta Alta) se suministrará un Switch para rack de 19', de altas prestaciones, con posibilidad de configurar el medio de los puertos (eléctrico u óptico) según las necesidades de la instalación, 24 puertos, 10/100/1000 Mbit/s, funciones avanzadas de gestión/programación/configuración/diagnóstico (CLI, gestión basada en Web, Port Mirroring, Vlan, diagnóstico de puertos, Syslog, Redundancia HRP/MRP, firewall, funciones de seguridad...). En las instalaciones telemandadas tipo EDAR/ETAP se deberá consultar al CABB/BUPP (ICOM) la necesidad de instalar equipos de estas características.

A continuación, se especifican las referencias de los Switches de cada fabricante:

En el caso de Siemens:

- Switch industrial de comunicaciones Ethernet y Profinet SCALANCE XR324-12M para rack de 19", 12 módulos de medios eléctricos u ópticos de 2 puertos 100/1000 Mbits/s, 1 puerto de consola, puertos delanteros, gestionable, alimentación redundante en 24Vcc, funciones de redundancia, funciones office (RSTP, VLAN, IGMP,..), dispositivo PROFINET IO, conforme con ETHERNET/IP. (Ref. 6GK5324-0GG10-1AR2). **Incluye CPLU en el suministro.**
- Por cada unidad o pareja de puertos RJ45 necesarios se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X, módulo de medio MM992-2CUC con 2 puertos RJ45 1000 Mbit/s, eléctricos; con aro de retención. (Ref. 6GK5992-2GA00-8AA0).
- Por cada pareja de puertos de fibra óptica necesarios se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X para puertos SFP, módulo de medio MM992-2SFP con slot para 2 puertos 100/1000Mbit/s para puertos enchufables de tipo SFP. (Ref. 6GK5992-2AS00-8AA0).
- En caso de necesitar puertos en fibra óptica monomodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1LD; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio monomodo hasta máx. 10 Km. (Ref. 6GK5992-1AM00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.

- En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx. 750 metros. (Ref. 6GK5992-1AL00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.
- En caso de necesitar puertos en fibra óptica multimodo se deberá suministrar un accesorio SCALANCE X; SFP992-1+; 1 puerto LC 1000 Mbit/s, óptico; FO de vidrio multimodo hasta máx. 2000 metros. (Ref. 6GK5992-1AG00-8AA0). Uno por cada par de fibra necesario.

NOTA: En caso de, por necesidades de distancias o características se deban suministrar SFPs diferentes a los especificados, estos deberán ser aprobados por el CABB (ICOM).

En el caso de Schneider:

- En estudio

Línea Dedicada SHDSL

En el caso de línea dedicada, será necesaria la utilización de switches industrial Ethernet capaces de transmitir a una velocidad mínima de 192Kb/s a una distancia de 13 km por un cable de pares de cobre de 0,9 mm de diámetro, y que cumpla con las especificaciones del estándar SHDSL. Serán Switches/routers industriales para comunicaciones IP con topología SHDSL por cable de 2 o 4 hilos, con 4 puertos RJ45 10/100 Mbit/s, salida digital parametrizable para informar del estado del equipo, función de by-pass de las líneas de cable en caso de caída de tensión en la instalación, auto-negociación de velocidad de transmisión y auto-cruzamiento de cables. A continuación, se especifican las referencias de cada fabricante:

En el caso de Siemens:

- Router SHDSL para comunicación Ethernet SCALANCE M826-2 (Ref. 6GK5826-2AB00-2AB2). En este caso el by-pass se deberá de realizar con un relé de manera externa al equipo utilizando la salida digital de estado.

Cada Router instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB10).

En el caso de Schneider:

- Switch SHDSL para comunicación Ethernet ETIC XSLAN+ BP2400 (Ref. XSLAN+ BP2400).

En instalaciones donde confluyan más de 2 cables de comunicaciones, se colocarán tantos Switches como sean necesarios (como los especificados) uniéndolos a través de las bocas Ethernet. En estas circunstancias se realizará un análisis de en qué cables interesa más disponer de la función de by-pass.

Siempre que un Switch SHDSL forma parte del suministro de la obra (a no ser que se indique lo contrario o se trate de repuestos), se deberá tener contemplado en el alcance un análisis del estado del cable para poder determinar el estado del mismo, así como las velocidades óptimas de transmisión.

Redes WIFI

En instalaciones destacadas a telemandar como EDARs, ETAPs, y en la EDAR Galindo y la ETAP Venta Alta, donde se solicite el suministro de un HMI **inalámbrico** que permita facilitar las labores de explotación y mantenimiento, o por otro tipo de necesidades de explotación de redes inalámbricas, se deberá realizar la instalación / ampliación de una red WIFI. Se utilizarán puntos de acceso con doble frecuencia de comunicación, para que, en caso de necesitar más de un punto de acceso para cubrir la zona requerida, los puntos de acceso se comuniquen entre ellos con una de las dos frecuencias evitando así el tendido de cables de comunicación hasta todos los puntos de acceso. En instalaciones con múltiples puntos de acceso se deberá analizar cuantos puntos de acceso deben de tener conexión directa a la red de cable de la instalación.

En el caso de que una misma red WIFI requiera más de un punto de acceso para cubrir la zona requerida, todos ellos se configurarán con el mismo nombre de red y claves de tal manera que desde el punto de vista de usuario de la red no se detecten los cambios de punto de acceso a los cuales se conecta el usuario.

A continuación, se especifican los materiales de cada fabricante:

En el caso de Siemens:

- Cable de antena flexible preconfeccionado, conectores N-CON/ R-SMA macho/macho para redes de 2,4GHz/5GHz (Ref. 6XV1875-5C..0 Esta referencia varía en función de la longitud del cable).
- Antena omnidireccional 360º de montaje en pared o mástil, con conector hembra N-CON, de 2,4GHz/5GHz, 5/7 DBI de ganancia e IP65 (Ref. 6GK5795-6MP00-0AA0) para proporcionar cobertura a los usuarios finales.
- Antena omnidireccional de montaje en pared o techo, con conector hembra N-CON, de 2,4GHz/5GHz, 6/8 DBI de ganancia e IP65 (Ref. 6GK5795-6MN10-0AA6), para comunicar entre puntos de acceso.
- Fuente de alimentación 230 Vca / 18 Vcc, 10W, IP65, para equipos SCALANCE W786 (Ref. 6GK5791-2AC00-0AA0).
- Punto de acceso SCALANCE W786-2, con una interface RJ45 100/1000 Mbit/s, 2 interfaces de radio, 6 conexiones de antena R-SMA, de 2,4GHz/5GHz, IP 65, para IEEE 802.11b/g/a/h/n y WPA2/802.11i/e (Ref. 6GK5786-2FC00-0AA0).

Cada punto de acceso instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB10).

En el caso de Schneider (no aplica a la ETAP Venta Alta ni a la EDAR Galindo):

- Bajo consulta.

Medios de terceros

A continuación, se indican los materiales a suministrar y/o instalar para la utilización de medios de comunicaciones de terceros en el consorcio de aguas:

- ADSL - GPRS/3G/UMTS/GSM - WIMAX. Estos router son suministrados por el CABB/BBUP por lo que el contratista deberá consultar en cada caso al CABB/BBUP el router que se va a suministrar para tenerlo en cuenta en la construcción de los cuadros (tamaño, fijación, alimentación...).

En la instalación y puesta en servicios de los routers 3G-4G se deberá realizar/verificar las siguientes actuaciones:

- El equipo debe disponer de dos antenas que se deberán dejar orientadas a 90º una de la otra.
- Se deberá verificar en el interface de gestión del equipo el nivel de señal WAN, debiéndose verificar que este es bueno en cada una de las bandas. (Los propios routers indican el nivel con un "Quality").
- En el caso de comunicaciones inalámbricas, si con una antena interior la cobertura es mala, se deberá suministrar un mástil y una antena exterior para mejorar dicha cobertura.
- Tetra. En este caso se instalará un router Tetra de 3W 410 – 470 MHz homologado para la red Tetra de Itelazpi y antena magnética, de pared o mástil (en función de la cobertura y las posibilidades de instalación) (Ref. DCM-300 de Thaummat).

En los cuadros eléctricos de interior se incluirá un pasamuros con prensaestopas para sacar el cableado del router al punto de instalación de la antena que será en el exterior del cuadro eléctrico y en el punto más adecuado de la instalación.

En los cuadros eléctricos de intemperie sólo se instalará la antena del router en el exterior en los casos estrictamente necesarios, instalando un pasamuros y prensaestopas adecuados para este tipo de armarios y para el cableado a conducir por el mismo.

Siempre que se suministre un router Tetra, se deberá tener contemplado dentro del alcance la realización de un estudio de cobertura para determinar el tipo de antena a instalar.

Además, se realizará una serie de pruebas de aceptación de estos sistemas que consistirán en:

- Prueba de conectividad extremo a extremo mediante ping o procedimiento habitual.
- Verificación del nivel de señal recibida en el emplazamiento de la estación base (RSSI)
 - Verificar que el nivel de señal recibido en el emplazamiento es bueno y comparar con el medido en el replanteo.

NIVELES DE SEÑAL (RSSI)	
RSSI < -105 dBm	Cobertura inexistente
-105dBm < RSSI < -96dBm	Cobertura insuficiente
-95dBm < RSSI < -86 dBm	Cobertura escasa
-85dBm < RSSI < -70dBm	Cobertura suficiente
RSSI > -69 dBm	Cobertura excelente

- Revisar la instalación del cableado, antenas y router. Comprobar el correcto estado del router.
- Comprobar la correcta orientación de la antena:
 - Las antenas magnéticas se deben instalar siempre en un plano vertical, bien mirando hacia arriba o hacia abajo.
 - Las antenas directivas Yagi se deben orientar apuntando hacia la instalación base.
- En caso de no obtener buena cobertura en la instalación del equipo y la antena (definida según replanteo) se deberá de:
 - Antenas interiores: instalar una de mayor ganancia o instalar una antena directiva de mayor ganancia en el exterior, en poste o pared, siempre a una altura fuera del alcance de la mano humana.

A nivel funcional, el router Tetra a instalar estará homologado para la red Tetra de Itelazpi. Es un equipo compacto, integrando todas las prestaciones de captura, proceso y comunicación de datos vía Tetra específico para entornos de telemedida, telemando, telecontrol y gestión remota de equipos eléctricos/electrónicos.

Dispone de la posibilidad de configuración remota de las funciones de router tcp/ip.

Dispone de funciones de router TCP/IP transparente para el enrutamiento WAN entre subredes TCP/IP a través de TETRA utilizando para ello, el encapsulamiento y la compresión del protocolo TCP/IP sobre paquetes SDS TETRA.

Igualmente, y a efectos de escalabilidad, la solución de la base (Servidor/Maestra TETRA instalado en el PCC) deberá estar basada en conexión directa a la infraestructura TETRA de Itelazpi sin la utilización de módems balanceados. En esta maestra también deberá de existir

una herramienta central para monitorizar el estado operativo de los distintos routers instalados.

NOTA: Todos los materiales suministrados deberán cumplir con las especificaciones y los % de reserva especificados, por lo que si alguno de los materiales especificados no cumpliera con dichos requisitos deberán suministrarse los materiales de la gama necesaria para poder cumplirlos.

2.3.15.2.6 PCs y Licencias

En instalaciones grandes a telemandar (EDARs, ETAPs...), con uno o varios CCMs, donde se realice una migración y/o desarrollo completo del sistema de supervisión y control de la instalación (SCADA PCE – puesto de control estación) o en el caso de la EDAR Galindo (PCs Clientes Wonderware – Intouch View) se suministrará un PC (en las obras en las que así se requiera) donde residirá todo el software necesario.

Este PC se deberá suministrar completamente instalado, con todo el software necesario (según las necesidades indicadas en cada obra), las licencias originales y la aplicación de SCADA.

También deberán quedar correctamente configurados los accesos a los diferentes recursos compartidos que disponga la instalación y que se consideren necesarios por parte de la propiedad (impresoras, discos duros de red, cámaras de vigilancia, servidores...) así como toda la configuración de red, gestión de usuarios y de dominios que sean necesarios en cada caso particular.

Además del PC, se deberá suministrar, instalar y dejar completamente operativos el resto de periféricos que se concreten en cada caso (monitores, teclado, ratón, extensores de teclado y ratón...).

Los monitores serán TFT, panorámicos, con un tamaño mínimo de 23" y resolución mínima de 1280 x 1024. HP o similar.

Las características mínimas del PC a suministrar para este tipo de casos serán:

- Procesador: Quad-Core 3.5GHz
- RAM: 8 GB
- SO: Windows Server 2012 Standar R2 Edition
- Disco Duro: 1 TB SSD
- 2 Tarjetas de red Ethernet 100/1000 Gbit/s
- Lector y grabadores de DVD
- Puertos USB
- Modelo: HP Z440 Workstation o similar.
- Tarjeta Gráfica: Especial para multi-monitores. NVIDIA NS510 o similar.

Las licencias mínimas a suministrar e instalar serán:

- Sistema Operativo Windows Server 2012 Standar R2 Edition
- Microsoft Office. Microsoft Office 2013 Profesional (Versión de 32 bits)
- InTouch for SysPlatform 2014R2 w/ HistClient
- Device Integration Server 2014R2 (no es preciso en los PCs de la EDAR Galindo)
- Wonderware Customer First

Antes de la instalación de cualquier software diferente al sistema operativo, el PC deberá ser entregado al departamento de informática de CABB/BBUP para la instalación del antivirus corporativo y la configuración del dominio de red en el equipo. Realizadas estas labores se procederá a la instalación del resto de software necesario por parte del contratista.

2.3.15.2.7 Dataloggers

En caso de que la instalación no disponga de acometida eléctrica se suministrará un equipo registrador (Datalogger) a batería, como sistema de control, de las siguientes características:

- Envolvente (caja): IP67, Envolvente (conectores) IP68.
- Temperatura 20º C a + 60ºC.
- Pila de litio interna: Autonomía mínima 5 años.
- Módem GSM/GPRS/SMS integrado y alimentado por la batería de equipo.
- Antena corta integrada y posibilidad de extensión de antena.
- Dos (2) entradas analógicas 4–20mA (en caso de ser necesario), cuatro (4) entradas digitales.
- Variables internas: Reloj interno para sincronizar tareas y etiquetar históricos.
- Supervisión remota de tensión de pila, Supervisión remota de carga batería (%), Supervisión remota de nivel de señal GSM/GPRS.
- Memoria no volátil de mínimo 35.000 registros y ampliable. Volcado de datos al puesto central por programación horaria o por evento. Posibilidad de configuración de alarmas y eventos, con envío inmediato SMS y mensajes variables.
- Leds de actividad, comunicación y estado.
- Gestión de datos de campo en una base de datos Microsoft SQL Server.
- Aptos para instalaciones de saneamiento y abastecimiento.
- Tipo Sofrel, Microcom o WIT.

Este equipo Datalogger deberá comunicar con un servidor en el puesto de control central vía GSM/GPRS de tal manera que la información de la instalación quede a disposición de los sistemas de supervisión y control del PCC.

2.3.15.2.8 Firewalls

Cada sistema de securización constará de dos (2) Firewall en cluster. Mínimo cumplirán con las características y funcionalidades de los siguientes tipos: Fortigate 61E, Fortigate Rugged 90D, fortianalyzer 1000E y fortimanager 200F.

Deben ser capaces de funcionar con todas las funcionalidades habilitadas sin verse afectado el rendimiento de los equipos de manera que pueda verse mermada la calidad del servicio (CPU <20% y memoria <40%).

Los firewalls deberán enracarse ocupando 1RU del rack de comunicaciones. En caso de que el equipo tenga unas dimensiones menores, deberá venir acompañado por una bandeja adicional, preferiblemente propia del fabricante para ocupar 1RU del armario.

Los equipos deberán de ser además administrados por una consola de gestión centralizada (con acceso por interfaz web y por CLI) que permita la distribución simultánea de políticas a diferentes equipos y la creación de una base de datos de objetos común para todos los dispositivos administrados (ver apartado **Plataforma de configuración centralizada**).

Además de la gestión centralizada de configuraciones será necesario que la solución disponga un servidor centralizado de logs (con acceso por interfaz web y por CLI) a donde los equipos puedan enviar todos sus logs de tráfico en tiempo real y ser almacenados por un periodo mínimo de entre 3-6 meses para su posterior exportación a un servidor externo. También será necesario que dicho servidor central pueda realizar informes personalizados y enviar alarmas por correo ante la recepción de cierto tipo de eventos (ver apartados **Informes**, **Procesamiento de logs** y **Plataforma de gestión de logs**).

Se han considerado las siguientes características y funcionalidades mínimas que deben cumplir los equipos:

- **Características generales**

Se requiere que los equipos a instalar tengan, como mínimo, una serie de funcionalidades y licencias durante toda la duración del contrato para las mismas:

- Control de aplicaciones, incluidos protocolos de entornos industriales.
- IPS, con firmas para protección de entornos industriales
- Antivirus.
- Threat protection.
- IP reputation & antibotnet security.
- Sandbox cloud.
- Doble factor de autenticación integrado en la misma plataforma y del mismo fabricante
- Comprobación de firmas de Antivirus en tiempo real contra una base de datos de inteligencia global del fabricante, sin esperar a recibir el paquete de actualización de firmas.
- Capacidad para eliminar contenidos dinámicos de un documento para poder analizarlo entregando al usuario un primer archivo sano, sin contenido dinámico.
- Posibilidad de configuración de routing dinámico, en especial BGP y OSPF con las distintas opciones de filtrado de rutas que permiten ambos protocolos.
- La solución debe proveerse en alta disponibilidad física.
- Control de la navegación Web por categorías de URL
- Control DLP de descarga/subida de archivos.
- Inspección SSL del tráfico.
- Identificación/navegación por identificación de usuario/grupo de usuarios.
- Identificación en equipo de multiusuario.
- Traffic shapping.
- Control horario para aplicación de políticas.
- Integración con Active Directory.
- Modelo de licenciamiento no basado en el número de usuarios. No limitación de usuarios debido a licenciamiento.
- Visualización de número de usos y cantidad de tráfico de cada regla. Así como de la última vez que se ha utilizado.
- Activación y desactivación automática de las reglas por fecha y hora.
- Reparto de carga dinámico de conexiones TCP entre diferentes servidores. Balanceo de carga entre servidores internos con chequeo de estado de estos y aplicación de algoritmos de balanceo avanzados:
 - ~ Source IP Hash.
 - ~ Round Robin.
 - ~ Weighted Round Robin.
 - ~ First Alive Least RTT.
- Least Session.
- Posibilidad de realizar balanceo de tráfico entre las líneas de salida del cortafuegos en base a distintos algoritmos.
- El sistema debe ser capaz de proporcionar redundancia de enlaces WAN monitorizando el estado de las líneas.
- Los equipos deben disponer de al menos 6 dominios virtuales incluidos en el cortafuegos
- Arquitectura en Alta disponibilidad, permitiendo el despliegue tanto en modo Activo-Pasivo como Activo-Activo, sin necesidad de licencia.
- Alta disponibilidad con sincronización de configuraciones y sesiones.

- Interfaces reservados para gestión.
- Posibilidad de configurar interfaces HeartBeat redundantes.
- Identificación geográfica y posibilidad de aplicar políticas en función de esta, tanto de entrada como salida del tráfico internet.
- Clasificación de todas las defensas frente a amenazas en base a riesgo y nivel de amenaza
- Posibilidad de definición de excepciones por defensa/firma, perfil, origen, destino y puerto.
- Capacidades de traffic shaping y priorización del tráfico, por aplicación, por política e interfaz y subinterfaz, tanto para el tráfico saliente como para el entrante siendo capaz de reservar ancho de banda y marcar el tráfico con DSCP.
- Capacidad de proxy cache integrado en el mismo cortafuegos.
- Opción de configuración de proxy explícito por interface, con posibilidad de hacer caching en caso de ser necesario.
- Posibilidad de disponer de la funcionalidad de optimización WAN integrada en el propio cortafuegos.
- Licencias ilimitadas.
- Debe disponer de múltiples dominios de gestión (dominios administrativos) asociados a la estructura de dominios virtuales que se esté utilizando, ofreciendo tanto políticas específicas para cada dominio como políticas globales a todos los dominios.
- Aplicación simultanea de políticas de seguridad en diferentes sistemas, dominios virtuales o clusters.
- Sistema de revisión, chequeo y comprobación de la consistencia de las reglas de las políticas de seguridad, pudiendo verificarse la existencia de:
 - ~ Duplicación de reglas y objetos.
 - ~ Reglas y objetos que son "ocultados" por otros.
 - ~ Reglas y objetos que son parcialmente sobreescritos por otros.
 - ~ Objetos definidos no utilizados.

• Características de gestión y administración

- Arquitectura hardware separada para gestión y servicio, con recursos hardware dedicados.
- Administración por GUI y CLI directamente en el equipamiento, sin necesidad de instalar un cliente en máquina externa al firewall para su administración y / o cualquier otra función del firewall.
- Creación de perfiles y roles de administración con diferentes niveles de privilegio para poder administrar ciertas funcionalidades.
- Posibilidad de aplicar cambios en configuración pendientes, visualizar dichos cambios antes de aplicarlos, así como validarlos antes de aplicarlos en configuración. Se debe también almacenar diferentes versiones de configuraciones, así como descartar cambios en configuración realizados.
- Envío de logs vía SYSLOG, FTP, SCP y TFTP para retención y posterior tratamiento, con posibilidad de envío de logs selectivos según niveles de severidad y también según atributos como por ejemplo los tipos de amenaza.
- Soporte SNMP incluyendo la posibilidad de obtener estadísticas relativas a los procesos de recolección de logs y del estado de salud de las funciones de alta disponibilidad.
- Aplicación de cambios de forma inmediata, sin ninguna espera en su aplicación.
- El sistema debe de disponer de una auditoría de cambios. Cuando se realice un cambio en la configuración, políticas, etc. debe quedar registrado en el sistema de gestión de cambios que será almacenado para poder ser consultado con posterioridad. Deberá quedar registrado en el log como mínimo la siguiente información: quién ha realizado el cambio, fecha, hora, descripción del cambio.

- El sistema debe ser capaz de enviar alertas por correo electrónico ante fallos de sistema, HA, eventos categorizados como prioridad alta o crítica, cambios de configuración, etc.
- Se debe poder configurar todas las prestaciones del cortafuegos mediante línea de comandos.
- Sistema configurable de alertas a través de SNMP y email. Deben, además, los equipos soportar de forma configurable un sistema de alertas a través de SNMP y email.
- Deben disponer soporte de SFlow.

• Características de red básicas

Cada firewall deberá tener las siguientes características técnicas relativas a gestión y administración de la propia plataforma, entendiéndose como funcionalidades mínimas a cumplir:

- Debe soportar varios modos de funcionamiento:
 - ~ Modo transparente.
 - ~ Modo routed y / o modo sniffer.
- Los interfaces del firewall deben soportar los siguientes modos de funcionamiento: modo TAP para monitorizar tráfico de forma pasiva a través de puertos mirror, modo transparente para inspección de tráfico en el flujo de datos y despliegues "in line", modo layer 2 o switching y modo layer 3 o routing.
- Soporte de IEEE 802.1Q y agregación de interfaces mediante 802.1AX.
- Soporte de protocolos dinámicos RIP v1 y v2, OSPF, ISIS, BGP y Multicast para IPv4 e IPv6, así como routing estático.
- Soporte de DHCP, NAT y PAT.
- Debe realizar detección de fallos bidireccional entre Firewall y Router para aplicar a protocolos de routing dinámicos o rutas estáticas.
- Debe realizar policy base routing en base a ip o red de origen, o también basado en usuarios/grupos o por tipo de aplicación.
- Debe soportar arquitecturas de alta disponibilidad de tipo activo/pasivo o activo/activo.
- Capacidad de realizar VPN "Site to Site" o "SSL VPN".
- Routing basado en política.
- Soporte Dual Stack IPv4 e IPv6 simultáneamente.
- Network address translation NAT IPv4, NAT64 y NAT66.
- DHCP server / DHCP Relay.
- DNS Server y DNS Proxy.
- NTP Server.
- 802.1Q VLANs.
- Routing basado en contenidos: ICAP y WCCP.
- Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE).
- Capacidades de virtualización: Los equipos deben disponer de al menos 10 dominios virtuales incluidos en el cortafuegos sin coste adicional.
- 802.3ad Capacidad de crear enlaces LACP para la agregación de puertos.
- Capacidad de balanceo de servidores, con posibilidad de hacer SSL off-loading para el tráfico HTTPS.
- Session helpers y ALGS: dcerpc, dns-tcp, dns-udp, ftp, H.245 I, H.245 O, H.323, MGCP, MMS, PMAP, PPTP, RAS, RSH, SIP, TFTP, TNS (Oracle).
- Soporte para tráfico VoIP: SIP/H.323 /SCCP NAT transversal, RTP.
- Soporte para diferentes tipos de protocolos: SCTP, TCP, UDP, ICMP, IP.

- Funcionalidad integrada del mismo fabricante de doble factor de autenticación vía token hardware o software, así como por SMS, integrado en la misma plataforma de seguridad.
- Funcionalidad de reconocimiento del tipo de dispositivo del cliente (Iphone, Ipad, Android, etc ...) y poder hacer políticas en función del tipo de dispositivo, sin la instalación de ningún agente en el dispositivo remoto.
- Detección y bloqueo de botnets en base a listas de reputación globales.
- Capacidad para definir múltiples reglas de seguridad en las interfaces origen / destino, incluyendo "año".

• Integración e identificación de usuarios

Cada firewall deberá tener las siguientes características técnicas relativas a gestión e identificación de usuarios, entendiéndose como funcionalidades mínimas a cumplir:

- Aplicación de políticas basadas en usuarios y grupos en vez de por ip.
- Integración con sistemas de directorios para obtención de usuarios y grupos, incluyéndose Microsoft Active Directory, Novell y eDirectory.
- Integración con sistemas multiusuario como Citrix o Microsoft Terminal Server para identificación de usuarios. Es decir, que el equipo sea capaz de identificar los múltiples usuarios conectados a un sistema de Microsoft Terminal Server o similar.
- Soporte de mensajes Radius Accounting para SSO.
- Autenticación en servidores remotos mediante LDAP, RADIUS y TACACS+.
- Capacidad de analizar mensajes de syslog con información de login y logout para identificación de usuarios.
- Posibilidad de inyectar usuarios mediante aplicaciones de terceros a través de API XML.
- Capacidad de poder identificar usuarios mediante portal de autenticación propio haciendo uso de protocolos como Kerberos, NTLM, SAML SSO, TACACS+, RADIUS, Certificados de Cliente o autenticación local.

• Características generales de seguridad

Los equipos deben cumplir con los siguientes requerimientos mínimos en cuanto a funcionalidades relativas a seguridad:

- Arquitectura basada en interfaces, para la aplicación de políticas de seguridad.
- Capacidad de identificación de aplicaciones a nivel 7 con un mínimo de 4000 identificadas (incluyendo aplicaciones Web 2.0), así como la identificación de subfunciones dentro de una aplicación como por ejemplo "compartir escritorio de webex", "chat dentro de webex", "transferencia de ficheros en webex", etc.
- Posibilidad de agrupación de las aplicaciones por categorías, de forma que las políticas de seguridad sean aplicadas por categorías de aplicaciones.
- Posibilidad de identificar las aplicaciones no solamente si utilizan los puertos tcp/udp por defecto o estándar sino en cualquier puerto que se utilice para dicha aplicación.
- Deben identificar aplicaciones propietarias que usen los protocolos HTTP, HTTPS y TCP.
- Capacidad para identificar las aplicaciones bajo túneles HTTPS.
- Deben identificar aplicaciones que vayan bajo túneles encriptados SSL.
- Capacidad de definición de aplicaciones personalizadas.
- El Equipo de seguridad debe de permitir la creación de Aplicaciones personalizadas en función de atributos de capa7, para poder personalizar las posibles aplicaciones propietarias.
- Debe descifrar tráfico SSH y detectar aplicaciones no legítimas sobre este protocolo.
- Posibilidad de crear reglas de calidad de servicio según las aplicaciones que se usen en el tráfico.
- Posibilidad de aplicar políticas de NAT de forma independiente a las políticas de seguridad ante vulnerabilidades y de protección de la red interna.
- La solución debe incluir firmas, actualizaciones y tecnología propietaria. Como por ejemplo para las urls, malware, virus, firmas IPS, etc.
- Inspección de la identidad de la aplicación en cada establecimiento de conexión entrante o saliente.
- Posibilidad de disponer de categorías master para facilitar la gestión de las políticas de filtrado.

• Protección ante ataques de denegación de servicio

Los cortafuegos deben contar con medidas de protección ante ataques de Denegación de Servicio de forma que dichas medidas puedan ser activadas atendiendo a criterios como la zona o conjunto de interfaces desde donde se origina el tráfico, zona o conjunto de interfaces hacia dónde va dirigido el tráfico.

Se deberá contar al menos con los siguientes tipos de protección: SYN Flood, UDP Flood, ICMP Flood, ICMP Flood, protección ante inundaciones por nuevas sesiones, o protección por ataques de desborde por límites de sesiones establecidas, pudiendo en cada caso establecer los umbrales necesarios para activar dichas protecciones.

• Protección ante vulnerabilidades

Los cortafuegos deben contar con la posibilidad de aplicar políticas de protección ante vulnerabilidades y exploits tanto al tráfico entrante como al saliente, debiendo cumplir con las siguientes funcionalidades:

- Deberá incluir firmas específicas para proteger entornos industriales, incluidas al menos 1500 firmas para entornos OT.
- Se debe poder aplicar políticas tanto de detección como de prevención (modo IDS o IPS) ante posibles exploits de vulnerabilidades que se detecten en el tráfico bien entrante o saliente de Internet sin incurrir en latencia superior a 1 milisegundo para

no penalizar la sensación del usuario, efectuando el análisis en una única pasada para todo tipo de amenazas.

- En la protección ante vulnerabilidades el criterio a usar es la identificación de la aplicación que se usa para poder aplicar perfiles de vulnerabilidades ajustados a dicha aplicación, de forma que las prestaciones de los equipos no se vean mermadas.
- Los perfiles de detección y protección ante vulnerabilidades deben permitir ser aplicados tanto para el tráfico originado desde la red interna como para el tráfico originado desde Internet, debiendo ser posible la aplicación de detección y protección ante vulnerabilidades.
- Las vulnerabilidades deben estar categorizadas por tipos y por niveles de riesgo, de forma que la aplicación de perfiles de protección en el tráfico se pueda realizar en base a estas categorías.
- Se debe poder permitir usar la identificación CVE de vulnerabilidades para poder usar dicha identificación en la aplicación de perfiles de protección específicos.
- Utilización de la identificación de aplicaciones como criterio para seleccionar los perfiles de protección de vulnerabilidades, de forma que se apliquen solo aquellas firmas específicas según la aplicación que se está utilizando.
- Más de 11000 firmas disponibles para la funcionalidad de IPS.
- Funcionamiento como IPS basado tanto en patrones como en "Rated based". Posibilidad de crear firmas de IPS customizadas.
- Definición de las políticas de IPS por perfiles.
- Deberá permitir la creación de firmas específicas de IPS.

• Filtrado de URL

Los equipos deben filtrar la navegación http o https según la URL que se desea visitar basándose en diferentes criterios:

- Deben de definir manualmente listas estáticas de URL o de IP permitidas y no permitidas para la navegación, con posibilidad de definir para las no permitidas la acción a realizar (bloquear, permitir pero advertir, generar solamente un log, etc.).
- Monitorizar y controlar la navegación web pudiendo trabajar con listas blancas y negras de URLs.
- Permitir la navegación basándose en categorías de URL, siendo dichas categorías actualizadas periódicamente a través de un servicio en la nube que permita al menos categorías de URL como "malware", "phishing", "hacking", etc.
- Posibilidad de incluir listas de URL o IP dinámicas, de forma que los equipos puedan ser configurados para que de forma periódica consulten listas disponibles en servidores públicos reconocidos en los que se incluyen aquellas IP o URL relacionadas con amenazas y sean bloqueadas de forma automática.
- El equipo debe de proporcionar capacidades contra el robo de credenciales por ataques de Phising. De esta manera debe de ser capaz de:
 - ~ Bloquear sitios categorizados como phishing.
 - ~ Alertar o Bloquear cuando una credencial de usuario interno vaya a ser publicada en un servicio externo a la red corporativa.
 - ~ Forzar doble factor de autenticación para las aplicaciones críticas, sean o no basadas en web.

Estas posibilidades deberán poder ser configurables mediante perfiles de forma que se puedan aplicar dichos perfiles a las reglas de tráfico tanto saliente como entrante de forma granular, permitiendo dicha aplicación a ciertos tipos de tráfico y no a otros.

- El equipo debe de ser capaz de mostrar una página de reemplazo personalizable para las páginas bloqueadas tanto en la navegación HTTP como HTTPS.

- El equipo debe de ser capaz de poder modificar los umbrales de configuración de alerta de un ataque de fuerza bruta.
- Base de datos de al menos 120 millones de URL

• **Detección de equipos comprometidos en la red**

Los cortafuegos deben de detectar mediante firmas posibles equipos comprometidos en la red que intenten establecer comunicación con servidores de comando y control, permitiendo realizar acciones predeterminadas como bloquear o monitorizar y registrar mediante log este tipo de tráfico.

Entre las acciones posibles, se debe tener la capacidad de interceptar las peticiones de resolución de dominios realizadas desde servidores propios DNS internos a la red o hacia servidores DNS externos de forma que se identifique los equipos internos comprometidos por algún tipo de malware.

• **Antivirus**

Los cortafuegos deben de definir políticas de antivirus, de forma que las descargas de ficheros realizadas en sentido Internet red Interna o viceversa sean inspeccionadas y bloqueadas si su contenido es malicioso.

El sistema antivirus debe de ser propietario del fabricante, de tal modo que no dependa de un tercero para la actualización de firmas.

Se debe poder aplicar políticas que permitan aplicar el motor de antivirus sobre protocolos como ftp, http, imap, pop3, smb o smtp, definiendo para cada uno de estos protocolos la acción a realizar (permitir los ficheros, descartar los ficheros, desconectar la sesión o registrar mediante logs) ante la detección del fichero malicioso por el motor de antivirus, adicionalmente, se debe poder tener la posibilidad de enviar el fichero que se inspecciona a un servicio en Internet que permita el análisis de dicho contenido y emita un veredicto en caso de que el fichero sea malicioso que permita realizar al cortafuego las acciones oportunas.

Los cortafuegos deben permitir la aplicación de políticas de antivirus de forma granular, permitiendo por ejemplo la aplicación de dichas políticas a ciertos usuarios de determinados grupos o a ciertos segmentos de red con determinado direccionamiento o a ciertas aplicaciones.

• **Bloqueo de ficheros y datos sensibles**

Los cortafuegos deben de identificar ficheros no basándose en su extensión sino en el tipo de contenido del archivo, permitiendo al menos 100 tipos de ficheros identificables.

Se debe poder aplicar políticas de bloqueo de ficheros basándose en su tipo, de forma que se pueda bloquear descargas de ciertos tipos de fichero o se permita su descarga pidiendo confirmación al usuario y se generen los logs correspondientes.

Los equipos propuestos deben poder ser capaces de aplicar políticas de bloqueo de ficheros atendiendo a criterios como origen y destino del tráfico, usuarios o grupos que originan las descargas, tipo de aplicación o de tráfico que genera las descargas de fichero y para el caso de navegación en internet se debe poder bloquear las descargas de ficheros cuando dicha navegación sea hacia URL categorizadas como peligrosas o que puedan suponer amenazas de seguridad.

Los equipos deben poder buscar patrones sensibles como combinaciones de números de tarjetas de crédito de forma que se evite la filtración de este tipo de datos.

- Detección del tipo de fichero por cabecera independientemente del tipo de extensión
- Capacidad de búsqueda de patrones como DNI, tarjetas de crédito, etc., así como a asociaciones concretas.

- Soporte de lenguaje de descripción de datos para la personalización de DLP.
- Posibilidad de definición de los tipos de dato en función de palabras clave, palabras clave ponderadas, expresiones regulares, atributos de fichero, diccionario, plantillas corporativas.
- Detección e identificación de documentos mediante "Fingerprint".
- Posibilidad de añadir marcas de agua en los documentos de office.
- Soporte de más de 75 categorías de filtrado de contenidos.

• **Descifrado de tráfico SSL**

Los equipos deben realizar como mínimo de las siguientes funcionalidades:

- Configuración de las autoridades certificadoras (CA) de confianza para la inspección de tráfico https.
- Identificar aplicaciones propietarias que usen los protocolos HTTP, HTTPS y TCP.
- Identificar aplicaciones que vayan bajo túneles encriptados SSL.

Los cortafuegos deben descifrar tráfico SSL y SSH de forma granular, de manera que se puedan establecer políticas de descifrado basándonos en las zonas por las que viaja el tráfico, según las direcciones IP origen o destino del tráfico enviado, los usuarios que generan dicho tráfico o los puertos que se están usando para el envío de tráfico, pudiendo excluir categorías de sitios de internet a las que se accede del tráfico a descifrar.

• **Tecnología de Sandboxing**

Los cortafuegos deben tener la capacidad de disponer de un servicio en la nube o en on-premise capaz de analizar ficheros de tipo desconocido o enlaces URL recibidos en correos electrónicos, de forma que se permita el envío de dicha información para análisis atendiendo a criterios como:

- Tipo de aplicación que se está usando para transferir el fichero.
- Tipo de fichero que se está transfiriendo.
- Dirección de transferencia (descarga o subida de ficheros).

El servicio en la nube será capaz de analizar los siguientes tipos de ficheros: paquetes de aplicaciones Android, ficheros flash, applets java, ficheros de Microsoft office, ficheros ejecutables con formato PE incluyendo dll, ficheros pdf y enlaces HTTP y HTTPS incluidos en correos electrónicos recibidos por SMTP y POP3. El análisis realizado por este servicio en la nube en caso de que la información enviada sea categorizada como de tipo malicioso por suponer un riesgo de seguridad deberá generar las firmas apropiadas en un plazo de 5 minutos que se utilizarán para actualizar los motores propios de antivirus y filtrados URL de forma que las posteriores descargas de los mismos ficheros o URL enviadas sean bloqueadas por dichos cortafuegos.

Los cortafuegos deben tener la capacidad de enviar también al servicio de sandboxing en la nube no solamente aquellos ficheros de tipo sospechoso sino aquellos que hayan sido bloqueados por su propio sistema de firmas, con objeto de poder analizar variantes de malware e incorporar esas variantes al sistema de firmas de los propios motores del equipo, además se deberá poder consultar la información enviada y evaluada en la nube a efectos de generar los informes correspondientes.

• **Informes**

Los equipos cortafuegos deben enviar todos los logs a un único equipo físico externo dedicado a generar y unificar los informes tanto predefinidos como personalizados.

Asimismo, los equipos cortafuegos deben también tener la capacidad de generar informes tanto predefinidos como personalizados utilizando los logs generados por los propios equipos sin necesidad de equipos externos adicionales, limitándose dicha funcionalidad

exclusivamente por la cantidad de logs que dichos equipos cortafuegos sean capaces de almacenar en su propio almacenamiento permanente.

Se debe disponer de la capacidad de generar informes de actividad por usuario, incluyendo aplicaciones utilizadas, sitios web visitados.

Se debe poder generar los informes de forma automática, así como agrupar varios informes en un único documento con formato PDF y que estos puedan ser enviado por correo electrónico a un grupo de distribución.

Entre los informes disponibles, se debe disponer de informes sobre los anchos de banda consumidos por las diferentes aplicaciones, informes sobre los orígenes y destinos geográficos de las amenazas detectadas, e informes sobre el análisis de comportamiento de tráfico observado que permita detectar equipos comprometidos participantes de botnets.

Los cortafuegos proporcionados deben permitir programar el momento en el cual se desea la generación del informe correspondiente y su envío a través de correo electrónico, así como el intervalo de fechas entre las cuales se desea la información de dicho report, dentro de las limitaciones de almacenamiento de los propios equipos.

Deberá ser fácil la generación de informes, y poder configurarlos en detalle. Se deberán identificar los enlaces (interlocutores, consumo, protocolos, etc) en tiempo real.

• **Procesamiento de logs**

Los cortafuegos deberán tener la capacidad de almacenar los logs localmente con la única restricción de la capacidad de almacenamiento local del propio dispositivo o bien enviar los logs a una plataforma de gestión y procesamiento externa especializada con objeto de mantener dichos logs a largo plazo, el sistema de procesamiento de logs deberá cumplir con las siguientes características:

- Disponer de un cuadro de mando personalizable por usuario que accede al sistema con al menos la siguiente información: Aplicaciones más usadas, Aplicaciones de alto riesgo, Información general del sistema, Estado de los Interfaces, Logs relativos a las amenazas más observadas, Logs de filtrados URL o Recursos del sistema.
- Cuadro de mando de aplicaciones generado a partir de los logs, personalizable por usuario que permita disponer de información como los usuarios que más generan tráfico, las reglas de seguridad que más se usan, vulnerabilidades que más se han detectado y bloqueado, equipos que navegan hacia dominios maliciosos, virus detectados, información enviada a los servicios de sandboxing o host comprometidos en la red interna.
- Deben usar el motor integrado de correlación de eventos dentro de la propia plataforma de forma que a partir de los logs recibidos se pueda obtener información de alto nivel como un listado de equipos comprometidos en la red interna y las evidencias que han dado lugar a dicho listado con indicación de tiempos, usuarios, direcciones ip y vulnerabilidades o amenazas detectadas.
- Posibilidad de filtrar cada una de las vistas o cuadros de mando de forma que la información esté restringida a ciertos criterios para poder realizar análisis más exhaustivos.
- Funcionalidad de consolidación de logs y diferentes niveles de agrupación (origen, destino, aplicación, amenaza, websites, etc.), para su visualización.

Esta visualización tiene que ser tipo "Drill-down", es decir, poder seleccionar unos de los objetos agrupados e ir filtrando el resultado en base a esta selección, hasta saber el detalle completo.

• **Plataforma de gestión de logs y reporting consolidado**

Con objeto de cubrir la retención y procesado de logs a largo plazo, la solución propuesta debe ser totalmente compatible con el sistema actual de gestión de logs y reporting del CABB siendo este un Fortianalyzer 1000E.

La solución propuesta debe incluir toda la configuración necesaria para la integración de los firewalls de las instalaciones, elaboración de informes y alertas para las instalaciones a securizar. Así como cualquier trabajo no contemplado necesario para la correcta integración de las instalaciones en el sistema actual.

En caso de que la solución propuesta no sea compatible con el recolector actual de logs de CABB o sea necesario algún tipo de actualización HW, SW o de licenciamiento del mismo para poder soportar el nuevo equipamiento, la empresa adjudicataria deberá hacerse cargo de dichas actualizaciones y en caso de que sea necesario la adquisición de un nuevo equipo para realizar dichas funciones, éste debe ser un dispositivo físico y debe poseer las mismas prestaciones que el actual de CABB.

• **Plataforma de configuración centralizada**

Para poder administrar los equipos de forma centralizada, la solución propuesta debe ser totalmente compatible con el sistema actual de gestión centralizada del CABB siendo este un FortiManager 200F.

Para la integración de los nuevos equipos en la herramienta de CABB, se deberá realizar en un ADOM independiente al en que actualmente se encuentran los equipos de CABB.

En caso de que la solución propuesta no sea compatible con el gestor centralizado actual de CABB o sea necesario algún tipo de actualización HW, SW o de licenciamiento del mismo para poder soportar el nuevo equipamiento, la empresa adjudicataria deberá hacerse cargo de dichas actualizaciones y en caso de que sea necesario la adquisición de un nuevo equipo para realizar dichas funciones, éste debe ser un dispositivo físico y debe poseer las mismas prestaciones que el actual de CABB.

• **Otras funcionalidades**

Los cortafuegos deberán disponer de funcionalidades adicionales entre las que se encuentran:

- Posibilidad de definir aplicaciones y/o vulnerabilidades propias mediante diferentes parámetros como los puertos tcp o udp que se usan en dicha aplicación y combinaciones de patrones dentro de las cabeceras de los paquetes o en los propios payloads de dichos paquetes que se deben cumplir para que se reconozca la aplicación y/o vulnerabilidad.
- Los cortafuegos deben descifrar tráfico SSL y SSH de forma granular, de manera que se establezcan políticas de descifrado basándonos en las zonas por las que viaja el tráfico, según las direcciones ip origen o destino del tráfico enviado, los usuarios que generan dicho tráfico o los puertos que se están usando para el envío de tráfico, siendo posible excluir categorías de sitios de internet a las que se accede del tráfico a descifrar.
- Deben descifrar tráfico que pasa a través del cortafuegos destinado a sitios web que utilicen certificados de curva elíptica (ECC).
- Captura de tráfico. Los cortafuegos deben tener la capacidad de realizar capturas del tráfico que atraviesa sus interfaces en formato pcap, de forma que se puedan establecer criterios de la captura como capturar el tráfico originado por un cierto origen ip o destino, cierto puerto o también capturar tráfico de una aplicación en concreto independientemente del origen o destino del tráfico o incluso aplicar filtros de captura de tráfico exclusivamente cuando se detecte un virus o un ataque en los motores de protección.

- Los equipos cortafuegos deben de poder aislar los equipos que se encuentren en una DMZ, haciendo que el tráfico pase por el firewall y a través de sus reglas se permita cierto tráfico entre ellos. Por defecto los equipos, aunque estén en una misma VLAN no se verán entre sí.
- Los equipos deben de poder realizar microsegmentación, equipos que se encuentren en la misma red, con mismo rango de direccionamiento IP pertenezcan a distinta VLAN y el ARP se lleve hasta el firewall, sin necesidad de cambio de direccionamiento de los equipos ni configuración de private vlans, de modo que se pueda gestionar y limitar el tráfico entre ellos.
- Se requiere que el fabricante propuesto, figure en el apartado de líderes del cuadrante mágico de gartner, durante los últimos 5 años y/o que cuente con guías de configuración del CCN-CERT en cuanto a:
 - ~ Configuración general de cortafuegos
 - ~ Configuración de protección ante ataques DDoS

• **Especificaciones de capacidad firewalls**

Cada firewall ofertado deberá cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

- Throughput de Firewall para paquetes de 1518,512 y 64 bytes: 3 Gbp
- Prestaciones o capacidad en tráfico real con las funcionalidades habilitadas de IDS/IPS, Antivirus y AntiSpyware (adicionalmente a identificación de aplicaciones): 400 Mbps
- Rendimiento de IPSec VPN: 2Gbps
- Rendimiento de IPS: 400 Mbps
- Rendimiento Threat prevention (malware protection donde está el antivirus, firewall, IPS, control de aplicaciones): 200 Mbps
- Nuevas sesiones TCP por segundo: 30.000
- Sesiones concurrentes: 1.300.000
- Latencia: 3 µs

• **Características hardware de los equipos**

Cada firewall deberá cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

Firewall IT:

- 7x GE RJ45 Ports.
- 2x GE RJ45 WAN ports.
- 1x GE RJ4 5 DMZ Ports.
- Disco duro interno de 128 GB SSD.
- Puerto de consola RJ45.
- Puerto USB.
- Bandeja adicional en caso de ser necesaria, preferiblemente propia del fabricante, para ocupar 1RU del armario.
- Fuentes de alimentación redundadas Hot-swap y alimentación requerida de 100–240V AC, 50–60 Hz.

Como referencia de características mínimas, se han considerado los equipos de la casa Palo Alto. (el modelo estudiado es el PAN 3200) y de la casa Fortinet. (modelo 61E + FortiAnalyzer + FortiManager).

Todo el equipamiento ofertado debe ser appliance físico.

2.3.15.2.9 Switch OT

Los switches utilizados para el entorno OT deberán cumplir las siguientes funcionalidades mínimas:

La solución propuesta se debe componer de switches Industrial Ethernet compactos para construir topologías eléctricas u ópticas en línea, en anillo y en estrella con velocidades de transferencia de 10/100/1000 Mb/s.

- SCALANCE X-300 está disponible en las siguientes variantes:
 - Variante con puertos Ethernet eléctricos y ópticos ya integrados.
 - Variante semimodular con cuatro puertos Ethernet eléctricos integrados y dos slots modulares que se pueden ocupar con módulos de medio de 2 puertos.
- Redundancia rápida del medio de transferencia gracias al gestor integrado al efecto, tanto para Gigabit Ethernet como para Fast Ethernet.
- Integración de redes de automatización en redes corporativas existentes gracias al soporte de numerosos estándares de TI: construcción de redes virtuales (VLAN).
- Integración redundante en redes de nivel superior gracias al soporte de métodos de redundancia estandarizados (Rapid Spanning Tree Protocol).
- Diagnóstico PROFINET, acceso SNMP, servidor web integrado y función de envío automático de correo electrónico para diagnóstico remoto y señalización a través de la red.

Beneficios:

- Gran disponibilidad de la red gracias a:
 - alimentación redundante.
 - estructuras de red redundantes con base de FO o par trenzado (gestor de redundancia, función standby y RSTP integrados).
 - reemplazo fácil del equipo mediante soporte de datos intercambiable C-PLUG enchufable.
 - muy rápida reconfiguración de la red en caso de avería.
- Menor propensión a fallos y mayor disponibilidad de la red de comunicación, ya que los conectores FastConnect RJ45 quedan encajados en el collar de sujeción de los puertos RJ45.
- Protección de la inversión gracias a la integración en sistemas de gestión de redes existentes mediante acceso estandarizado a SNMP.
- Ahorro de tiempo en la ingeniería, puesta en marcha y durante el funcionamiento de una instalación gracias al aprovechamiento de la configuración y del diagnóstico integrados en STEP 7.
- Adaptación sencilla a distintas topologías de red y reducción de los costes de almacén gracias a la flexibilidad de las variantes semimodulares.

Además de esto deberá de cumplir como mínimo con las siguientes características:

- 16 puertos de comunicaciones RJ45 y como mínimo 8 configurables para diferentes medios (RJ45, Fibra óptica multimodo/monomodo). Puertos delanteros.
- Enracable en rack de 19". (Si es necesario se deberá suministrar un kit de enracado).
- Fuente de alimentación y ventiladores redundante de las mismas características que los principales.
- Alimentación a 230Vca.
- Tarjeta de memoria para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario.
- CLI

- Gestión basada en web
- Soporte de MIB
- TRAP vía Email
- Configuración con STEP 7
- RMON
- Portmirroring y mirroring multipuerto
- CoS
- Diagnóstico PROFINET IO
- Gestión de VLAN.
- DHCP.
- Protocolos - Telnet, HTTP, HTTPS, TFTP, FTP, BOOTP, GMP, DCP, LLDP, SNMP v1, SNMP v2,
- SNMP v3, IGMP.
- Redundancia - HRP, HRS, STP, RSTP, MSTP

Referencia: Siemens modelo 6GK5324-4GG10-4ER2 o similar.

Cada switch instalado deberá suministrarse con una memoria de configuración C-PLUG, para almacenar los datos de configuración y posibles datos de usuario. (Ref. 6GK1900-0AB00 o similar).

Al disponer de puertos configurables, se deberán suministrar los puertos SFP que se requieran en cada caso, recomendados por el fabricante.

Referencia: Siemens modelo 6GK5991-2AC00-8AA0 para puertos monomodo, Referencia: Siemens modelo 6GK5991-2AD00-8AA02 o similar para puertos multimodo y Referencia: Siemens modelo 6GK5992-2GA00-8AA0 o similar para puertos de cobre.

2.3.15.2.10 Switch IT

Las características mínimas que deben cumplir los switches para IT son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Downlinks total 10/100/1000.	24 ports data.
Uplink configuration.	4x 1G fixed uplinks.
Default primary AC power supply.	WR-C5-125WAC o similar. 125 W (AC).
Fans.	Fixed redundant.
Stacking support.	StackWise-80 o similar.
Stacking bandwidth support.	80 Gbps.
Stacking hardware.	8.
Kit de stack.	Dos adaptadores de data stack y un cable de data stack. Cable de stack de 1m.
Total number of MAC addresses.	16,000.

CARACTERÍSTICAS	VALOR
Total number of IPv4 routes (ARP plus learned routes).	11,000 (8,000 direct routes and 3,000 indirect routes).
IPv4 routing entries.	3,000
IPv6 routing entries.	1,500
Multicast routing scale.	1,000
QoS Scale entries.	1,000
ACL Scale entries.	1,500
Packet buffer per SKU.	6 MB buffers for 24- or 48-port Gigabit Ethernet models.
Flexible NetFlow (FNF) entries.	16,000 flows on 24- and 48-port Gigabit Ethernet models.
DRAM.	2 GB.
Flash.	4 GB.
VLAN IDs.	1024.
Total Switched virtual Interfaces (SVIs).	512.
Jumbo Frames.	9198 bytes.
Wireless bandwidth per switch.	N/A.
IP SGT binding scale.	10K.
Number of SGT/DGT policies.	2K.
Number of SXP Sessions.	200.

Debe tener doble fuente de alimentación y la fuente redundante debe ser idéntica a la principal.

Se debe incluir cable de stack de 1m por cada equipo.

Cada switch debe incluir sus correspondientes transceivers compatibles y recomendados por el fabricante.

Otras funcionalidades y básicas e imprescindibles que deben cumplir los equipos son:

- Administrable.
- SNMP.
- Sflow, NetFlow.
- SD-WAN.

Algunas funcionalidades que debe disponer el equipamiento para electrónica de red para IT son las siguientes:

- Capacidad de aplicar parches para corregir errores críticos y vulnerabilidades de seguridad entre las versiones de mantenimiento regulares.

- Funcionalidades avanzadas de seguridad que permiten la garantía de autenticidad de hardware y software en la cadena de suministro y una protección contra los ataques de intermediarios al software y el firmware.
- Soporte de hasta 80G de Stacking.
- Modelos con puertos de Uplink a 10G.
- APIs abiertas y programabilidad.
- Redundancia de fuentes de alimentación y ventiladores.
- MACsec AES-128.
- Full Flexible NetFlow.
- Posibilidad de simplificar la operación y el despliegue con automatización basada en políticas.
- Posibilidad de implementar segmentación basada en políticas.
- RFID tag compatible con lectores RFID comerciales para facilitar la gestión de inventario.
- LED blue beacon en el frontal y parte trasera para una identificación sencilla de los switches.
- Soporte de EEE (Energy Efficient Ethernet) en los puertos RJ-45.
- Posibilidad de configurar el máximo consumo en un puerto determinado.
- Soporte hardware para conectar un dongle Bluetooth, para habilitar este interfaz Wireless como un interfaz IP de gestión.
- Algunas funcionalidades de routing como RIP, EIGRP Stub, OSPF, PBR, PIM Stub Multicast (1000 routes), PVLAN, VRRP, PBR, CDP, QoS, FHS, 802.1X, MACsec-128, CoPP, SXP, IP SLA Responder.

Además, el equipamiento ofertado debe disponer de funcionalidades DNA como:

- Automatización de arranque de la red de día 0: aplicación de red Plug-n-Play, configuración de red, credenciales del dispositivo.
- Gestión de elementos: Descubrimiento, inventario, topología, imagen de software, licencias y gestión de configuración.
- Monitoreo de la red: cumplimiento del Equipo de Respuesta a Incidentes de Seguridad del Producto (PSIRT), informes al final de la vida / final de la venta, cociente de telemetría, cliente 360, dispositivo 360, destinatarios principales / NetFlow / colección y correlación de telemetría de transmisión.
- Configuración y supervisión de QoS estática: aplicación EasyQoS.

En caso de encontrar alguna carencia en este PPTP, se indicará en la oferta del licitador de manera detallada, añadiendo el ítem o ítems correspondientes, su referencia e importe.

Se entiende que el equipo suministrado dispone de administración mediante ssh. Debe admitir VLANs, Spanning-tree, SNMP, etc.

2.3.15.3 Señales a tratar

Para el dimensionamiento del PLC y de las programaciones a realizar, se considerarán todos los equipos de la instalación.

A continuación, se indican a modo orientativo (ya que en función del equipamiento de la instalación pueden variar) las señales que se tendrán en cuenta para cada tipo de arranque. A partir del número de equipos de cada tipo de arranque, de las señales de cada uno de ellos, de las señales de la instrumentación y de las señales como consecuencia de la propia gestión de la instalación (mando, modos de funcionamiento, gestión de alarmas, comunicaciones, señales necesarias para el proceso...) se dimensionará aproximadamente el PLC y los trabajos de programación del PLC y de los sistemas de supervisión y control.

Además de las señales indicadas, en las instalaciones pueden existir pequeños equipos que no se encuentren controlados a través de un controlador electrónico, sino que están directamente controlados por el PLC que se deberán de tener también en cuenta.

A la hora de cablear las señales de la instalación al PLC se realizará, primero la señales de las acometidas y alimentaciones generales y a continuación el resto siguiendo el orden hidráulico de los equipamientos que la componen. En caso de que un equipo no entre en las señales restantes de una tarjeta, este deberá ser cableado completamente en la siguiente tarjeta, por lo que todas las señales de un equipo deberán estar cableadas en la misma tarjeta (lógicamente diferenciando entre entradas y salidas). Las señales libres que vayan quedando en las tarjetas se podrán rellenar con señales de instrumentación (boyas, detectores...).

Para todos los efectos se ofertará un PLC con **un 25 % de señales totalmente equipadas de reserva, tanto de entradas y salidas digitales, como de entradas y salidas analógicas**. En esta valoración no se tendrán en cuenta las señales libres por acabarse un accionamiento en mitad de una tarjeta, sino que serán señales libres al acabar la última señal de la última tarjeta.

En fase de ejecución, la primera tarea será la de elaborar un **listado orientativo** de señales a tratar en el PLC (Entradas/Salidas cableadas y comunicadas), puesto que son la base para la elaboración de la ingeniería eléctrica, del cuaderno de tareas, de las pantallas y de los objetos del SCADA. Este listado podrá variar según se vaya realizando la ingeniería de detalle.

Este listado de señales a tratar en el PLC deberá ser aprobado por el CABB/BBUP antes de comenzar con la elaboración del resto de la documentación, por lo que se deberá entregar al CABB/BBUP para su aprobación o su corrección. Se deberá realizar tantas correcciones como sean necesarias hasta lograr la aprobación definitiva del listado de señales a tratar.

Toda señal cableada al PLC deberá quedar reflejada en los sistemas de supervisión y control, bien sea como alarma, evento, cambio de color de un objeto, ...

2.3.15.3.1 Cuadros eléctricos de baja tensión

- **Interruptor general Baja Tensión (próximo al lado de baja tensión del transformador de potencia)**

- Estados digitales

- ~ Interruptor abierto/cerrado
- ~ Interruptor armado/disparado
- ~ Defecto eléctrico
- ~ Interruptor preparado para cerrar
- ~ Muelles cargados
- ~ Interruptor conectado/desconectado/prueba (si aplica)
- ~ Interruptores magnetotérmicos armados (control, motor, tensión segura)
- ~ Interruptor diferencial armado (si aplica)

En caso de fusibles NH:

- ~ Fusibles armados/disparado
- ~ Seccionador abierto/cerrado

- Órdenes digitales

- ~ Orden de apertura/cierre
- ~ Rearme del interruptor

~ Rearme del interruptor diferencial (si aplica)

• **Acometida y acoplamiento cuadro forma 3b/4b**

- Estados digitales

- ~ Interruptor abierto/cerrado
- ~ Interruptor armado/disparado
- ~ Defecto eléctrico
- ~ Interruptor preparado para cerrar
- ~ Muelles cargados
- ~ Interruptor conectado/desconectado/prueba (si aplica)
- ~ Interruptores magnetotérmicos armados (control, motor, tensión segura)
- ~ Interruptores magnetotérmicos armados (analizador de redes, relé de mínima tensión) (sólo para acometida)
- ~ Mínima, máxima tensión y secuencia de fases (si aplica)
- ~ Protector de sobretensiones (si aplica)
- ~ Defecto a tierra (si aplica)
- ~ Fallo agrupado de cubículo (si aplica)
- ~ Local/remoto (si aplica)

- Órdenes digitales

- ~ Orden de apertura/cierre
- ~ Rearme del interruptor
- ~ Rearme del diferencial (si aplica)

- Estados analógicos

- ~ Tensiones simples y compuestas
- ~ Intensidades de línea
- ~ Potencia activa, reactiva y aparente
- ~ Energía activa y reactiva
- ~ Frecuencia
- ~ Cos phi

• **Salidas Centros Distribución cuadro forma 3b/4b**

- Estados digitales

- ~ Interruptor abierto/cerrado
- ~ Interruptor armado/disparado
- ~ Defecto eléctrico
- ~ Interruptor preparado para cerrar
- ~ Muelles cargados
- ~ Interruptor conectado/desconectado/prueba (si aplica)
- ~ Interruptores magnetotérmicos armados (control, motor, tensión segura)
- ~ Mínima tensión (si aplica)
- ~ Diferencial armado
- ~ Fallo agrupado de cubículo (si aplica)
- ~ Local/remoto (si aplica)

- Órdenes digitales

- ~ Orden de apertura/cierre
- ~ Rearme del interruptor
- ~ Rearme del diferencial

- Estados analógicos (si aplica)
 - ~ Tensiones simples y compuestas
 - ~ Intensidades de línea
 - ~ Potencia activa, reactiva y aparente
 - ~ Energía activa y reactiva
 - ~ Frecuencia
 - ~ Cos phi
- **Salidas alimentación servicios varios cuadro forma 3b/4b**
 - Estados digitales
 - ~ Interruptor abierto/cerrado
 - ~ Interruptor armado/disparado
 - ~ Defecto eléctrico
 - ~ Interruptor preparado para cerrar
 - ~ Muelles cargados
 - ~ Interruptores magnetotérmicos armados (control, motor, tensión segura)
 - ~ Diferencial armado
- **Salidas alimentación a motores cuadro forma 3b/4b**
 - Estados digitales
 - ~ Interruptor armado
 - ~ Diferencial armado
 - ~ Relé de protección armado
 - ~ Contactor cerrado marcha directa y/o inversa
 - ~ Pulsador de emergencia actuado
 - Órdenes digitales
 - ~ Orden de marcha directa y/o inversa
- **Salidas alimentación a motores con arrancados estático o variador cuadro forma 3b/4b**
 - Estados digitales
 - ~ Interruptor armado
 - ~ Diferencial armado
 - ~ Relé de protección armado
 - ~ Confirmación marcha arrancador/variador
 - ~ Arrancador/variador ok
 - ~ Contactor cerrado marcha directa y/o inversa
 - ~ Pulsador de emergencia actuado
 - Órdenes digitales
 - ~ Orden cerrar contactor directo y/o inverso (si aplica)
 - ~ Orden de marcha directa y/o inversa
- **Acometida general para CCM (EDAR /ETAP/EDAR Galindo/ETAP Venta Alta/Instalaciones de cierta entidad como: bombeos, tanques de tormentas, ...)**
 - Estados digitales
 - ~ Interruptor general en servicio
 - ~ Interruptor general relé térmico armado (según modelo de interruptor)

- ~ Interruptor general relé térmico + magnético armado (según modelo de interruptor)
- ~ Diferencial armado (en caso necesario)
- ~ Protector de sobre tensiones activo
- ~ Relé control de tensión no alta tensión
- ~ Relé control de tensión no baja tensión
- ~ Interruptor automático mando Int. General armado
- ~ Señales de la batería de condensadores (en caso de disponer)

En el caso de tener Grupo Electrónico (G.E.) fijo, se incluyen las siguientes señales:

- ~ Interruptor general en servicio
- ~ Interruptor general relé térmico + magnético armado (según modelo de interruptor)
- ~ Diferencial armado (en caso necesario)

- Órdenes digitales

- ~ Orden de rearmar interruptor de red
- ~ Orden de cerrar interruptor de red
- ~ Orden de abrir interruptor de red

- Estados analógicos

- ~ Intensidad de las tres fases
- ~ Tensión de las tres fases
- ~ Potencia activa
- ~ Potencia reactiva
- ~ Potencia aparente
- ~ Coseno de phi
- ~ Factor de potencia
- ~ Energía activa
- ~ Energía reactiva

• **Acoplamiento de barras para CCM (EDARs/ETAPs /EDAR Galindo/ETAP Venta Alta/Instalaciones de cierta entidad como: bombeos, tanques de tormentas, ...)**

- Estados digitales

- ~ Interruptor automático en servicio
- ~ Interruptor automático relé térmico armado (según modelo de interruptor)
- ~ Interruptor automático relé térmico + magnético armado (según modelo de interruptor)
- ~ Interruptor automático mando Int. automático armado

- Órdenes digitales

- ~ Orden de rearmar interruptor automático
- ~ Orden de cerrar interruptor automático
- ~ Orden de abrir interruptor automático

• **Acometida general para pequeñas instalaciones (Bombeos, depósitos, aliviaderos, etc...)**

- Estados digitales

- ~ Interruptor automático mando Int. General armado
- ~ Protector de sobretensiones activo
- ~ Interruptor en servicio

- ~ Interruptor general relé magnético armado
 - ~ Interruptor general relé térmico armado
 - ~ Fallo controlador electrónico.
 - ~ Fallo secuencia de fases.
 - ~ Subtensión.
 - Órdenes digitales
 - ~ Rearme interruptor automático general y/o controlador electrónico.
 - Estados analógicos
 - ~ Tensión de las tres fases
 - ~ Potencia activa
 - ~ Factor de potencia
 - ~ Energía activa.
 - ~ Coseno de phi
 - **Generales cuadro**
 - Estados digitales
 - ~ Interruptor automático trafa de mando de 230 V c.a. armado.
 - ~ Interruptor automático trafa de mando de 24 V c.a. armado.
 - ~ Interruptor automático SAI armado. (En instalaciones tipo EDAR/ETAP)
 - ~ Funcionamiento con SAI. (En instalaciones tipo EDAR/ETAP)
 - ~ Interruptor automático instrumentación 230 V c.a. armado.
 - ~ Interruptor automático fuente de alimentación. 230 V c.a. / 24 V c.c. armado.
 - ~ Funcionamiento con FA. Llega tensión a la UCC.
 - ~ UCC Bien.
 - ~ Baterías cargadas >85%.
 - ~ Puerta armario/caseta cerrada.
 - ~ Detector de inundación bien.
 - ~ Instrumentación a 24 V c.c. (se estudiará en cada caso)
 - ~ Interruptores automáticos tarjetas Entradas analógicas armado.
 - ~ Interruptores automáticos tarjetas Entradas digitales armado.
 - ~ Interruptores automáticos tarjetas Salidas digitales armado.
- En los casos de los bombeos de saneamiento estandarizados esta instrumentación será:
- ~ Detector de inundación sin actuar
 - ~ Nivel alivio sin actuar.
 - ~ Nivel mínimo actuado
 - ~ Nivel máximo sin actuar.
 - ~ Transmisor de nivel del pozo en servicio
 - ~ Transmisor de caudal a la impulsión (si aplica).
 - Órdenes digitales
 - ~ Reset router GPRS/4G.
 - ~ PLC en run.
 - ~ Posibles salidas para Avisador Telefónico (GSM). A determinar en cada caso:
 - * PLC run
 - * Fallo tensión general
 - * Nivel alto y/o alivio y ninguna bomba en marcha
 - * Señales niveles altos/bajos de instrumentación analítica (si aplica).

- **Salidas tipo 1A: Arranque directo $P \leq 9$ kW – 1B: Arranque con variador de frecuencia $P \leq 5$ kW – 1C: Arranque directo $P \leq 9$ kW con inversor de giro**

- Estados digitales

- ~ Int. Automático mando motor armado
- ~ Equipo en fuera de servicio.
- ~ Equipo en manual.
- ~ Equipo en automático.
- ~ Interruptor en servicio.
- ~ Interruptor magnético disparado
- ~ Diferencial disparado
- ~ Confirmación de marcha directa
- ~ Confirmación de marcha inversa (Solo en tipo 1C)
- ~ Fallo confirmación marcha directa
- ~ Fallo confirmación marcha inversa (Solo en tipo 1C)
- ~ Fallo enclavamiento externo
- ~ Fallo controlador electrónico
- ~ Sobrecarga
- ~ Desequilibrio de fases
- ~ Subcarga
- ~ Alta temperatura motor
- ~ Alta Humedad motor (si aplica)

- Estados analógicos

- ~ Intensidad de las tres fases (A)
- ~ Intensidad fase 2 (%)
- ~ Intensidad de fuga a tierra (mA)

- Órdenes digitales

- ~ Orden de equipo en fuera de servicio.
- ~ Orden de equipo en manual.
- ~ Orden de equipo en automático.
- ~ Orden marcha directa
- ~ Orden marcha inversa (Solo en tipo 1C)
- ~ Orden rearme controlador electrónico (y/o variador en el tipo 1B)
- ~ Orden rearme relé t^2 /humedad (si aplica)

- **Salida tipo 1A0: Arranque directo bomba de achique**

- Estados digitales

- ~ Int. Automático mando motor armado
- ~ Interruptor en servicio.
- ~ Interruptor magnético disparado
- ~ Diferencial disparado
- ~ Confirmación de marcha
- ~ Fallo Confirmación marcha
- ~ Fallo enclavamiento externo
- ~ Fallo controlador electrónico
- ~ Sobrecarga
- ~ Desequilibrio de fases
- ~ Subcarga
- ~ Alta temperatura motor (si aplica)

- Estados analógicos
 - ~ Intensidad de las tres fases (A)
 - ~ Intensidad fase 2 (%)
 - ~ Intensidad nominal (A)
 - ~ Intensidad de fuga a tierra (mA)
- Órdenes digitales
 - ~ Orden rearme controlador electrónico
- **Salidas tipo 2: Arranque con inversor $P \leq 5$ kW (Válvulas y compuertas)**
 - Estados digitales
 - ~ Int. Automático mando motor armado
 - ~ Equipo en fuera de servicio.
 - ~ Equipo en manual.
 - ~ Equipo en automático.
 - ~ Interruptor en servicio.
 - ~ Interruptor magnético disparado
 - ~ Diferencial disparado
 - ~ Confirmación de marcha directa
 - ~ Confirmación de marcha inversa
 - ~ Fallo confirmación marcha directa
 - ~ Fallo confirmación marcha inversa
 - ~ Final de carrera directo actuado
 - ~ Final de carrera inverso actuado
 - ~ Discrepancia de finales de carrera
 - ~ Fallo tiempo de maniobra excedido marcha directa.
 - ~ Fallo tiempo de maniobra excedido marcha inversa.
 - ~ Fallo limitador de par directo
 - ~ Fallo limitador de par inverso
 - ~ Fallo enclavamiento externo (Protección térmica motor)
 - ~ Fallo controlador electrónico
 - ~ Sobrecarga
 - ~ Desequilibrio de fases
 - ~ Alta temperatura motor
 - Estados analógicos
 - ~ Intensidad de las tres fases (A)
 - ~ Intensidad fase 2 (%)
 - ~ Intensidad nominal (A)
 - ~ Intensidad de fuga a tierra (mA)
 - Órdenes digitales
 - ~ Orden de equipo en fuera de servicio.
 - ~ Orden de equipo en manual.
 - ~ Orden de equipo en automático.
 - ~ Orden marcha directa
 - ~ Orden marcha inversa
 - ~ Orden rearme controlador electrónico
- **Salidas tipo:**

3A: Arranque con arrancador estático 9 kW < P ≤ 55 kW

3B: Arranque con variador de frecuencia 5 kW < P ≤ 55 kW

4A: Arranque con arrancador estático 55 kW < P ≤ 150 kW

4B: Arranque con variador de frecuencia 55 kW < P ≤ 150 kW

- Estados digitales

- ~ Int. Automático mando motor armado
- ~ Equipo en fuera de servicio.
- ~ Equipo en manual.
- ~ Equipo en automático.
- ~ Interruptor en servicio.
- ~ Interruptor magnético disparado
- ~ Diferencial disparado
- ~ Confirmación de marcha
- ~ Fallo confirmación marcha
- ~ Fallo arrancador estático/variador de frecuencia
- ~ Fallo enclavamiento externo
- ~ Fallo controlador electrónico
- ~ Alta temperatura motor
- ~ Alta humedad motor
- ~ Sobrecarga (desde arrancador estático/variador de frecuencia)
- ~ Desequilibrio de fases (desde arrancador estático/variador de frecuencia)
- ~ Subcarga (si aplica, desde arrancador estático/Variador de frecuencia)

- Estados analógicos

- ~ Intensidad de las tres fases (A) (desde arrancador estático/variador frecuencia)
- ~ Intensidad fase 2 (%) (desde arrancador estático/variador frecuencia)
- ~ Intensidad nominal (A)
- ~ Intensidad de fuga a tierra (mA)

- Órdenes digitales

- ~ Orden de equipo en fuera de servicio.
- ~ Orden de equipo en manual.
- ~ Orden de equipo en automático.
- ~ Orden marcha / disparar interruptor
- ~ Orden rearme interruptor
- ~ Orden rearme controlador electrónico y/o arrancador estático / variador de frecuencia y/o relé temperatura-humedad

• **Salidas tipo 3C: Arranque con arrancador estático 9 kW < P ≤ 55 kW con inversión de giro**

- Estados digitales

- ~ Int. Automático mando motor armado
- ~ Equipo en fuera de servicio.
- ~ Equipo en manual.
- ~ Equipo en automático.
- ~ Interruptor en servicio.
- ~ Interruptor magnético disparado
- ~ Diferencial disparado
- ~ Confirmación de marcha directa

- ~ Confirmación de marcha inversa
- ~ Fallo confirmación marcha directa
- ~ Fallo confirmación de marcha inversa
- ~ Fallo arrancador estático
- ~ Fallo enclavamiento externo
- ~ Fallo controlador electrónico
- ~ Alta temperatura motor
- ~ Alta humedad motor
- ~ Sobrecarga (desde arrancador estático)
- ~ Desequilibrio de fases (desde arrancador estático)
- ~ Subcarga (si aplica, desde arrancador estático)
- Estados analógicos
 - ~ Intensidad de las tres fases (A) (desde arrancador estático)
 - ~ Intensidad fase 2 (%) (desde arrancador estático)
 - ~ Intensidad nominal (A)
 - ~ Intensidad de fuga a tierra (mA)
- Órdenes digitales
 - ~ Orden de equipo en fuera de servicio.
 - ~ Orden de equipo en manual.
 - ~ Orden de equipo en automático.
 - ~ Orden marcha directa
 - ~ Orden de marcha inversa
 - ~ Orden rearme controlador electrónico y/o arrancador estático y/o relé temperatura-humedad
- **Salida tipo 5A y 5B: Alimentación servicios varios (polipasto, etc.)**
 - Estados digitales
 - ~ Disyuntor armado
 - ~ Diferencial armado
- **Salida tipo Feeder: Alimentación tetrapolar/tripolar**
 - Estados digitales
 - ~ Interruptor general en servicio
 - ~ Interruptor general relé térmico armado (según modelo de interruptor)
 - ~ Interruptor general relé térmico + magnético armado (según modelo de interruptor)
 - ~ Diferencial armado (en caso necesario)
 - ~ Interruptor automático mando Int. General armado
 - Órdenes digitales
 - ~ Orden de rearmar interruptor automático
 - ~ Orden de cerrar interruptor automático
 - ~ Orden de abrir interruptor automático

2.3.15.3.2 Sistemas de Alimentación Ininterrumpida

- Estados digitales

- ~ Fallo de red
- ~ Equipo en bypass
- ~ Alarma general
- ~ Batería baja
- ~ Interruptor magnetotérmico armado (control)

2.3.15.3.3 Sistemas de Corriente Continua

- Estados digitales
 - ~ Fallo de línea de entrada
 - ~ Fallo de rectificador
 - ~ Batería en descarga
 - ~ Batería baja
 - ~ Fin de autonomía

2.3.15.3.4 Grupos de Emergencia

- Estados digitales
 - ~ Interruptor armado
 - ~ Secuencia de fases correcta
 - ~ No mínima tensión
 - ~ Grupo disponible
 - ~ Grupo en automático
 - ~ Alarma paro grupo
 - ~ Alarma preventiva grupo
 - ~ Grupo en marcha
 - ~ Grupo en fallo
 - ~ Baja tensión batería
 - ~ Parada de emergencia
 - ~ Disparo magnetotérmicos
 - ~ Puesta a tierra
 - ~ Alarmas propias del motor/alternador
- Órdenes digitales
 - ~ Manual/automático
 - ~ Modo grupo/red/test
 - ~ Marcha/paro grupo
 - ~ Reset grupo
- Entradas analógicas
 - ~ Tensión y corriente por fase
 - ~ Potencia activa y potencia reactiva
 - ~ Factor de potencia
 - ~ Frecuencia
 - ~ Contador de horas de funcionamiento del grupo

2.3.15.4 Ingeniería Básica

Tras el replanteo de la obra, el adjudicatario comenzará con la elaboración de la ingeniería básica. Esta ingeniería básica se elaborará partir de la información recibida en la fase de "Reunión de lanzamiento", "Replanteo y planificación". Generalmente consta de los siguientes documentos:

- **Memoria de funcionamiento:** Previo a la elaboración de la ingeniería básica se deberá elaborar una memoria detallada de funcionamiento de la instalación, en manual y en automático, teniendo en cuenta el funcionamiento en condiciones ideales y el comportamiento ante posibles problemas que puedan darse en la instalación.

En función del tipo de obra, y de lo especificado en proyecto, se determinará cuál de los participantes será el encargado de elaborar dicha memoria.

- **Lista de equipos (consumidores e instrumentación):** Listado de todos los equipos que están implicados en la obra o remodelación a realizar (equipos, controladores, motores, instrumentaciones...).
- **Lista de sistemas:** Organización de los diferentes equipos implicados en la obra en grupos que funcionen bajo un mismo modo de funcionamiento (Manual/Automático/Fuera de servicio).
- **Listado preliminar de señales del PLC:** Listado de señales que son tratadas en el PLC, bien como entradas/salidas físicas como señales recibidas o enviadas a través de comunicaciones de la apartamenta o equipos de campo (controladores electrónicos de motores, variadores, controladores de sondas...). Este listado podrá variar en 10% como mucho respecto a la ingeniería de detalle.
- **Arquitectura de control:** Arquitectura de equipos destinados al control y supervisión de la instalación, incluyendo los equipos y la red de comunicaciones.
- **Distribución de los cuadros (frentes), esquemas unifilares, planos de implantación, listado de marca y modelo de los principales materiales y cálculos eléctricos.**
- **Mapeado de comunicaciones con SCADA:** En base a la memoria de funcionamiento, el listado de equipos, la lista de sistemas, y el listado preliminar de señales se elaborará un mapeado de comunicaciones preliminar con el SCADA. Este listado podrá variar en 10% como mucho respecto a la ingeniería de detalle.

Toda esta documentación debe ser enviada según se vaya disponiendo de ella a la **DO/AT/ICOM** para su revisión ya que será la base para la elaboración de la ingeniería de detalle.

2.3.15.5 Ingeniería de detalle

Antes de la elaboración de la ingeniería de detalle ("generalmente en la reunión de lanzamiento"), el adjudicatario de la obra deberá solicitar al CABB/BBUP una ingeniería de detalle de ejemplo, así como los últimos estándares/guías de estilos y estándares de construcción de tags, que serán la base y marcarán las líneas generales para la elaboración de la ingeniería de detalle. La entrega de una ingeniería de detalle de ejemplo por parte del CABB/BBUP no eximirá al adjudicatario de tener que realizar sobre la misma, todas las modificaciones que sean necesarias para lograr una fidelidad total con el funcionamiento final de la instalación contemplado en la obra.

Además de esto, durante la elaboración de la ingeniería de detalle, el adjudicatario deberá solicitar toda la información que le sea necesaria para la elaboración de la misma. Habitualmente:

- Direcciones IP.

- Números de estaciones Sinaut.
- Códigos prisma y descripciones.

Tras la elaboración y revisión de la ingeniería básica, el adjudicatario comenzará con la elaboración de la ingeniería de detalle que se elaborará partir de la ingeniería básica, de la documentación ejemplo entregada por el CABB/BBUP y de los estándares/guías de estilos vigentes en ese momento. Generalmente consta de los siguientes documentos:

- **Ingeniería de detalle necesaria para construcción de cuadros:**
 - **Esquemas Eléctricos:** Colección de esquemas eléctricos detallados.
 - **Lista de materiales:** Listado completo y detallado (con marcas y referencias) de materiales a comprar.
- **Ingeniería de detalle necesaria para la programación:**
 - **Mapa de Comunicaciones:** Listado de órdenes, estados y alarmas que se intercambiarán entre la estación y los sistemas de supervisión y control (PCC, PCE y OP). También se deberán indicar las señales intercambiadas con el resto de las estaciones o equipos de la estación que dispongan comunicaciones (Aparamenta comunicable, variadores, analizadores de red...)
 - **Cuadernos de tareas:** Descripción de funcionamiento de la instalación orientada a la programación del PLC. Se describe (con palabras) la programación a realizar en el PLC para lograr el funcionamiento descrito en la "memoria de funcionamiento"
 - **Bocetos de pantallas:** Bocetos de todas las pantallas (mapas, hidráulicas, de detalle...) a implementar en los sistemas de supervisión y control (PCC, PCE y OP).
 - **Mapeado de SCADA (Plantillas a utilizar):** Documento Excel con la parametrización/programación a realizar en los objetos que se ejecutarán en los sistemas de supervisión centrales (PCC y PCE).
- **Ingeniería de detalle necesaria para el montaje en campo:**
 - **Red de tierras:** Plano de la red de tierras a realizar.
 - **Implantación de equipos:** Plano de implantación de equipos en campo. Deberá contemplar todos los equipos de la "Lista de equipos" validada en la fase de "Ingeniería Básica".
 - **Planos de canalizaciones:** Planos de implantación de todas canalizaciones en campo para la conexión eléctrica de todos los equipos contemplados en la de la "Lista de equipos" validada en la fase de "Ingeniería Básica".

Toda esta documentación se deberá elaborar siguiendo las especificaciones indicadas en el apartado Documentación y teniendo en cuenta el ejemplo de construcción de tags entregado.

El adjudicatario entregará estos documentos según los vaya disponiendo a la dirección de obra para su revisión y corrección, tras lo cual serán devueltos (en caso necesario) para su corrección. Este proceso se realizará tantas veces como sea necesario hasta la aprobación definitiva por CABB/BBUP de la documentación.

A partir de la aprobación de la documentación el adjudicatario puede proceder a la compra de materiales, construcción de cuadros, programación de PLC/Comunicaciones y a la programación del SCADA. **Se podrán realizar aprobaciones parciales de la documentación, con el fin de poder ir avanzando con las siguientes tareas a realizar.**

2.3.15.6 Parametrización/programación del PLC

Además de la instalación del programa de PLC desarrollado, estará incluida la instalación de todos el software y licencias que formen parte del suministro de la obra.

2.3.15.6.1 Programación de PLC

La programación del PLC se realizará con el programa STEP7 y/o TIA PORTAL en los PLCs de Siemens y el programa Unity Pro en los PLCs de Schneider Electric, y deberá ser fiel al cuaderno de tareas aprobado por el CABB/BBUP.

Antes de comenzar con la programación del PLC, el adjudicatario de la obra deberá solicitar al CABB/BBUP un programa de PLC o una librería de bloques estándares de programación de ejemplo, que será la base y marcará las líneas generales para la programación del PLC de la instalación. La entrega de un programa de PLC o una librería de bloques estándares de programación de ejemplo por parte del CABB/BBUP, no eximirá al adjudicatario de tener que realizar sobre los mismos todas las modificaciones que sean necesarias para lograr el funcionamiento correcto de la instalación, aunque se intentará generar el mínimo posible de bloques nuevos.

Normas programación del PLC

Conceptos a tener en cuenta a la hora de programar el PLC:

- Antes de proceder a programar para el CABB, la empresa integradora deberá ponerse de acuerdo con el CABB/BBUP acerca del software, con sus correspondientes versiones, a utilizar en la obra.
- Como se ha comentado, el consorcio entregará una librería de bloques estándares de programación a utilizar: entrada analógica, motor directo, motor variador, válvula, compuerta, salida analógica, ...
- Se utilizarán siempre rutinas pertenecientes a la librería del CABB/BBUP.
- En caso de aparecer algún tipo de funcionamiento o señal que no se adapte exactamente a las librerías existentes se deberá poner en conocimiento del CABB/BBUP. A partir de este momento habrá 2 formas de proceder:
- En caso de existir una rutina similar se tomará ésta como base. A ella se le integrarán las nuevas señales o funcionamiento y se obtendrá una nueva rutina derivada de la original.
- En caso de no existir una rutina similar, se realizará una completamente nueva.
- Para los 2 casos, el CABB/BBUP deberá estar informado de cómo se van a generar las nuevas rutinas y dar el visto bueno. Estas nuevas rutinas deberán seguir los criterios de programación del resto y una vez terminadas y probadas pasarán a pertenecer a la librería del CABB/BBUP.
- Todos los bloques de programación utilizados (excepto los propios del fabricante) estarán abiertos (sin contraseñas) para su visualización y modificación, y documentados.
- La programación se realizará en "contactos" (**KOP en Siemens, LADDER/FBD en Schneider**) para facilitar su comprensión, mantenimiento y seguimiento. Sólo se programará en otro lenguaje cuando no sea posible hacerlo en el anterior formato y siempre contando con el visto bueno del CABB/BBUP.
- Cada accionamiento de la instalación se deberá programar en un bloque independiente y claramente diferenciado. Dentro de estos bloques se realizará la programación particular de cada accionamiento (enclavamientos, alarmas, funcionamiento manual, funcionamiento automático...) organizada por secciones o segmentos, de tal manera que cada uno de ellos tenga una única función intentando evitar unir más de una función en la misma sección.
- La numeración de los bloques empezará por el 1 y se continuará de forma ascendente y siguiendo el flujo del proceso (agua, fangos, auxiliares...).
- También se crearán bloques independientes claramente diferenciados para programación general (donde se incluirá la programación común a todo el programa), analógicas (donde se realizará la lectura/escritura de todas las señales analógicas) y comunicaciones (donde se programarán todas las comunicaciones que dispone el PLC). No se dejará nada de código "suelto" fuera de los bloques.
- En el bloque principal de ejecución (OB1...) no habrá código salvo llamadas a funciones.

- Se priorizará la creación y utilización de funciones para la realización de tareas repetitivas.
- Se crearán al menos 2 bloques de datos destinados a recoger toda la información que se intercambia con los sistemas de supervisión y control. Uno para los estados y alarmas, otro para las órdenes. En caso de no disponer de bloques de datos, esta información deberá estar en zonas de memoria claramente diferenciadas. Dentro de cada zona o bloque de datos, la información estará bien organizada, primero los datos digitales y luego los analógicos, manteniendo todos los datos de cada accionamiento agrupados (sin mezclarlo), incluyendo zonas de reserva entre accionamientos, y con comentarios en todas las variables indicando la información que se guarda en cada una de ellas.
- En los PLCs de las instalaciones solo existirá un bloque de órdenes (PCC, PCE y OP actúan sobre las mismas órdenes) por lo que estos no sabrán diferenciar de donde llegan las mismas, serán los sistemas de supervisión y control los que deban bloquear el envío de órdenes en caso de no estar en disposición del mando.
- Al igual que con las órdenes, en los PLCs de las instalaciones solo existirá un bloque de datos de estados y alarmas, por lo que todos los sistemas de supervisión y control de una instalación se abastecerán del mismo bloque de datos.
- Todas las ordenes digitales deben ser activas por uno. Nunca debe existir un bit a cero que de una orden en el código de programa.
- No se utilizará la "marca de ciclo" para los PLCs de Siemens. Ya que su modificación implica modificar el hardware y ya que dichos bits no aparecen en las referencias cruzadas. Para Schneider se utilizarán los bits de sistema.
- También se creará un bloque de datos (Datos de Usuario) donde se almacenará de manera ordenada las cotas de la instalación y los valores que vayan a ser utilizados en más de un punto del programa (tiempos, set-points...)
- La programación debe de ser lo más clara y óptima posible, evitando programar funciones a medida que ya están resueltas en las funciones que ofrece el propio fabricante o lenguaje de programación.
- Una salida sólo debe referenciarse en un único segmento o sección.
- Los programas incluidos en los autómatas deberán estar completamente comentados de tal manera que cada variable utilizada en el programa tendrá su simbólico (tags estándares) y su descripción, cada sección o segmento y cada bloque tengan comentarios explicando claramente las tareas que se realizan en los mismos.
- El PLC estará al servicio del SCADA para, en la medida de lo posible, evitarle hacer cálculos, por lo que el SCADA se limitará a realizar labores visualización, historización y operación (gestión de órdenes).

2.3.15.6.2 Programación de comunicaciones

Antes de comenzar con la programación de las comunicaciones, el adjudicatario de la obra deberá solicitar al CABB/BBUP un programa de PLC o una librería de bloques estándares de programación de ejemplo, que será la base y marcará las líneas generales para la programación de las comunicaciones de la instalación.

El CABB/BBUP entregará al adjudicatario un programa de ejemplo con el fin de facilitar la creación de nuevos programas de comunicaciones, así como para mantener una línea de estandarización en todos los programas realizados. En la medida de lo posible se deberá seguir en todo momento la línea de estandarización ya establecida a la hora de crear nuevos programas utilizando las mismas funciones y estructuras de datos.

La entrega de un programa de PLC o una librería de bloques estándares de programación de ejemplo por parte del CABB/BBUP no eximirá al adjudicatario de tener que realizar sobre los mismos, todas las modificaciones que sean necesarias para lograr el funcionamiento correcto de la instalación.

En caso de que se requiera crear nuevas funciones o modificar las existentes, estas deberán ser entregadas y explicadas al CABB/BBUP para su aprobación antes de la implantación de estas.

Para la configuración y programación de estas comunicaciones, en el caso de Siemens, el CABB/BBUP entregará un documento denominado "Dirección de Comunicaciones" en el que se indica el número de estación, el número del FC donde se realizará la programación de las comunicaciones, los DBs de Ordenes y Estados de cada estación y los DBs de Instancia utilizados en dichas comunicaciones. En el caso de Schneider, simplemente se indicará el código Prisma de la estación ya que, en el FrontEnd se generarán las estructuras de datos con los códigos prisma correspondientes.

Instalaciones telemáticas

La comunicación de los PLCs con el Puesto de control Central será Ethernet, independientemente del medio de transmisión utilizado, a través de Front Ends situados en los puestos de control centrales.

Los **criterios** fundamentales en la definición y utilización de los medios de comunicación son los siguientes:

- Se priorizará la utilización de medios propios frente a los de terceros.
- TETRA: se utilizará siempre como comunicación de back -up.
- Estaciones de Abastecimiento: todas llevarán comunicaciones redundantes, lo que no implica que la comunicación redundante sea necesariamente TETRA.
- Estaciones de Saneamiento con ADSL/GPRS/WIMAX:
 - Todos los bombeos y tanques de tormentas llevarán comunicación redundante TETRA.
 - Los aliviaderos no tienen comunicación redundante
- Estaciones de saneamiento con Línea dedicada o Fibra óptica:
 - Todas las estaciones llevarán redundancia TETRA, pero no todas llevarán localmente instalado un Router. Se estudiará la ubicación de los routers TETRA en la arquitectura de la fibra o del cable priorizando la instalación de los routers en las instalaciones fin de línea, en las instalaciones nudo (estrella), instalaciones singulares, etc.

Los tipos de comunicaciones a implementar serán:

- Comunicación principal: Fibra óptica con switches Ethernet con puertos de Fibra óptica o Línea dedicada (pares trenzados de cobre) a través de switches Ethernet SHDSL o ADSL/GPRS/WIMAX a través de la red MPLS del CABB/BBUP.
- Comunicación secundaria o redundante TETRA. Cada instalación tendrá configurada una comunicación con el Front End a través del Router Tetra. Esta comunicación siempre actuará como back-up, esto quiere decir que solo transmitirá datos cuando no sea posible hacerlo por la comunicación principal.

El protocolo utilizado para el intercambio de datos entre estaciones, y entre estaciones y el Front End, es un **protocolo de telemando** que cumple las siguientes características:

- Ser escalable: ante una futura ampliación no se requiere la reprogramación de estaciones existentes y que además no se requiere reprogramar la parte del Front End referente a remotas ya existentes para máxima disponibilidad y menores implicaciones en futuros contratos y ampliaciones por diferentes integradores y fases.
- Emplea programas estándar de mercado (no desarrollado a medida en base know How del integrador adjudicatario), lo que facilita el mantenimiento ya sea con personal propio o externalizado a subcontrata, ya que es un estándar por todos conocido y fácilmente modificable.
- Tratamiento diferenciado para envío de estados (o Telemetría), frente a Comandos (u Órdenes) en base a bloques estándar testeados por un fabricante (con características de

estampación de hora o buffering en Telemetría o gestión de acuses para órdenes por citar algún ejemplo).

- Estos bloques cumplen los requisitos habituales de un telemando sin requerir programación personalizada para facilitar modificaciones y mantenimiento, así como estandarizar los programas de PLC en diferentes fases o ampliaciones futuras.
- Tiene la posibilidad del uso de la red de Telecontrol para Teleservicio con la estación remota. Es decir, usar la conexión del Telemando para conectarse con el software de programación, cargar modificaciones, Online...etc.
- Ofrecen diagnóstico de ambos caminos, en caso de existir más de uno, ya esté activo o en Standby, y accesible en el SCADA sea el fabricante que sea.
- Remanencia de datos en modo timestamping o buffer en caso de avería de red, o pérdida de alimentación.
- Es flexible en cuanto a las tecnologías empleadas (compatible con medios físicos y tecnologías de todo tipo, Modem línea dedicada, VDSL, GPRS, UMTS, WIMAX, IP-FO, ADSL...) Pese a ser claro la tecnología de este pliego, debe ser compatible con Tetra o cualquier otra tecnología existente o futura (el tiempo medio de vida de este tipo de instalaciones ronda los 20 años o más) y en el 100% de las redes implantadas a día de hoy funcionando, siempre acaban mezclando tecnologías y criterios de diseño. Algo totalmente incompatible con sistemas a medida que tarde o temprano quedarán superados por las necesidades futuras.
- Protocolo editable y ajustable a redes con latencias muy diversas (desde GPRS, Tetra o redes IP sobre FO)
- Posibilidad de cualquier tipo de estructura, anillos, estrella, nodos totalmente independientes en redes IP.
- Posibilidad de cualquier filosofía de jerarquía de comunicación (Central contra remotas con o sin la figura de una concentradora Nodal).
- Gestión automática de caminos redundantes integrada en el firmware del fabricante con diagnóstico de ambos caminos (en uso + standby), sin programación relativa a bit de vida o gestión de conmutación o caminos y enlaces... y por tanto sin posibilidad de fallo de programación en este sentido.
- Posibilidad de la figura de Nodal, para que, en caso de avería de un camino, ésta concentra datos y reenvía por otro camino (resuelta por firmware en el hardware de fabricante), en este caso SHDSL redundado con TETRA.

El intercambio de datos entre FrontEnd y PLCs para la familia Siemens se hará mediante protocolo Sinaut y utilizando las librerías de Siemens para dicho protocolo. Se indican a continuación las normas de aplicación para la programación de comunicaciones con protocolo Sinaut:

- Se utilizarán las funciones Bin04B_S/R (Envío/Recepción 4 Bytes para fecha y hora, sin segundos) y Dat12D_S/R (Envío/Recepción 12 dobles palabras para el resto de datos)
- No se deben enviar todos los paquetes a la vez.
- Se configurarán todos los envíos para que no se almacenen en el buffer en caso de no poder comunicar.
- Si se envían por ejemplo 3 dobles palabras con la función Dat12D_S a partir de una dirección de un DB, se dejarán reservas las 9 dobles palabras siguientes (tanto en origen como en destino) con la idea de poder reutilizar ese bloque con las 12 Dword al completo si más adelante fuera necesario.
- Todos los paquetes se deberán enviar por cambio o por ciclo de tiempo configurable. Si se envía por cambio entonces se inicia ciclo. Si se envía por ciclo, se partirá de esos valores para empezar a calcular cambios.
- Normalmente para los envíos con gestión de comunicaciones por cambio se dispondrá de dos DBs, el primero de ellos, DB100, con todos los estados de la instalación actualizados y por otro lado, un segundo DB, DB106, donde se memorizan los valores para encontrar

el cambio (escrito por las funciones FC154 y FC153). Con esto se puede enviar los valores instantáneos con un solo cambio de cualquiera de las señales utilizando el primer DB. DB100, en el envío y a su vez mantener nuestra memoria del segundo DB, DB106.

- Se enviarán en buzones diferentes las señales digitales y analógicas, por lo que el programador deberá agrupar las señales en los DBs de Estados (DB100)/Órdenes (DB101) pensando en el envío/recepción de las mismas.
- Todas las órdenes digitales y analógicas se pondrán a 0 (Digitales) o DW#16#FFFFFFFF (Analógicas) en un OB de Interrupción, OB32, y en el OB100.
- Todas las analógicas tendrán una histéresis (filtro) para considerar que ha habido un cambio en su valor.
- El tiempo de ciclo y el valor de la histéresis de las analógicas serán configurables según el tipo de comunicación que esté operativa (ADSL/GPRS o TETRA)

El intercambio de datos entre FrontEnd y PLCs para la familia Schneider se hará mediante protocolo Modbus TCP y utilizando las librerías de comunicaciones diseñadas por Schneider para el CABB/BBUP.

También se deberán de seguir las siguientes pautas de programación:

- En los PLCs Remotos de marca Siemens se organizarán los datos a intercambiar con el SCADA de la siguiente forma:
 - DB100 (Estados): Contendrá todos los estados a enviar al SCADA
 - DB101 (Órdenes): Contendrá todas las órdenes recibidas desde el SCADA
 - DB106 (Estados Sinaut). Para los valores de envío Analógicos a los que se aplica un filtro para controlar el tráfico Sinaut.
 - DB99 (Usuario): Contendrá los datos de usuarios. Se trata de datos fijos propios de la instalación. Por ejemplo: rangos de señales analógicas, datos físicos de un aliviadero como cota de alivio, labio....
- En los PLCs Remotos de marca Schneider no existen una tabla como tal para el envío de intercambio con el SCADA. Los datos de la estación se organizarán con estructuras de datos, (General, PLC, Bombas, Compuertas, Ventiladores, Controles Horarios, etc....).
- En caso de existir comunicaciones entre 2 PLCs Siemens se utilizarán rutinas que necesiten código en todos los PLCs que intervienen en dicha comunicación (del tipo SEND/RECEIVE) evitando funciones que sólo requieran código en uno de los PLCs (del tipo GET/PUT). Ya que en este PLC sin código no se dispone de la información de las direcciones que sobrescribe el otro PLC.
- En caso de existir comunicaciones entre 2 PLCs Schneider en los que el código de comunicaciones solo está presente en uno de los PLCs, los buzones de lectura o escritura se direccionaran por encima del registro 5000.
- Incluir descripción de funcionamiento y filosofía de servidor distribuido.
- Los PLCs (Siemens y Schneider) se pondrán en hora utilizando en NTP.

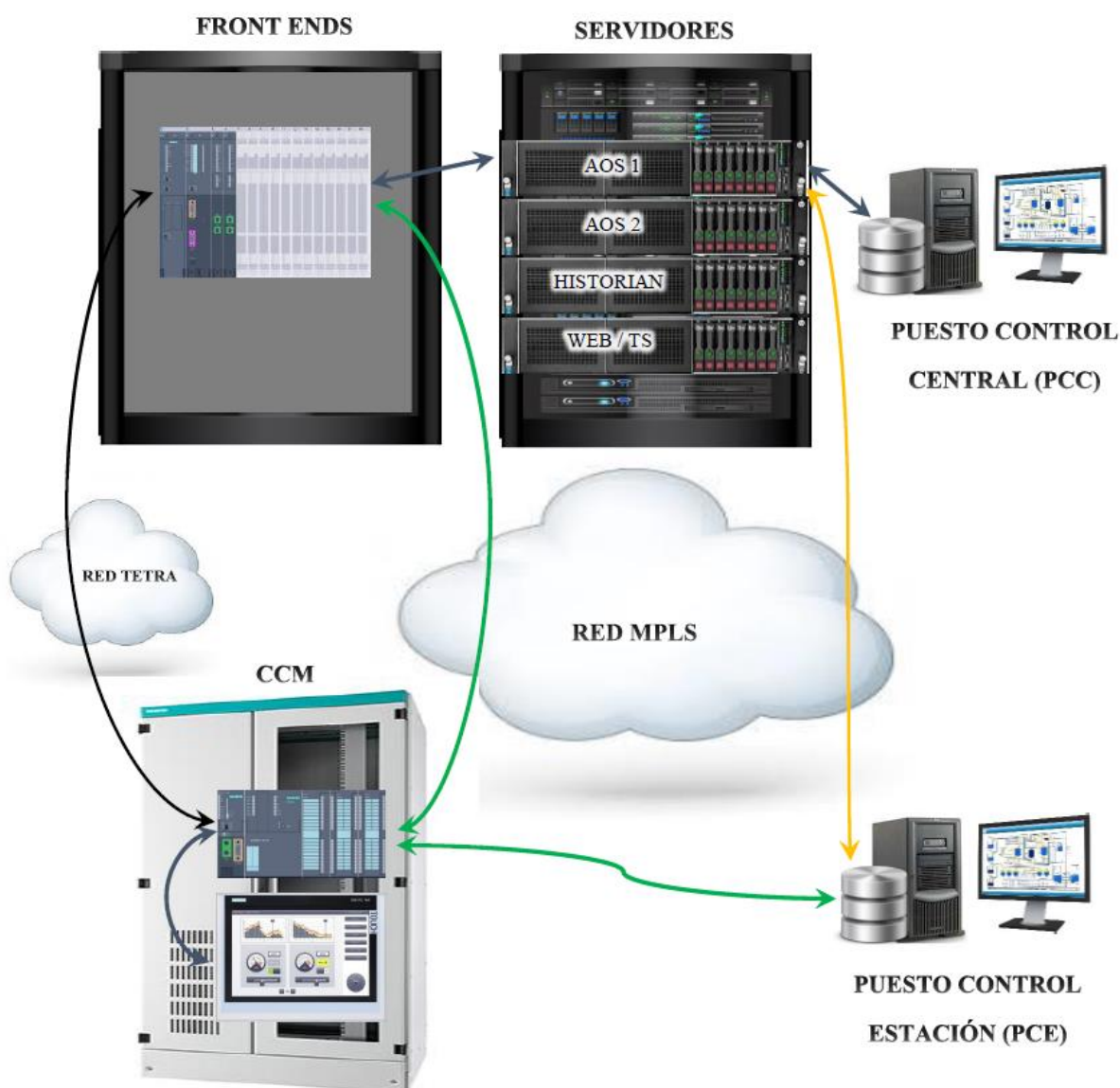
EDAR Galindo y ETAP Venta Alta

La comunicación de los PLCs con el Puesto de control Central (SCADA) será Ethernet. La comunicación Ethernet entre PLC y PCC es la comunicación más importante en cuanto a volumen de datos.

Para realizar esta comunicación se reservarán tres bloques de datos (DB) en la memoria de los nodos de control (PLC). Uno (DB201) para la recepción de órdenes y consignas enviadas por las aplicaciones de supervisión (SCADA) hacia los PLCs. El segundo (DB202) para el envío de estados desde los PLCs hasta las aplicaciones de supervisión (SCADA), y el tercero (DB203) para el envío de las alarmas desde los PLCs hacia las aplicaciones de supervisión (SCADA).

Los drivers de comunicaciones utilizados entre los PLCs y el SCADA (Aplicaciones de supervisión) serán los estándares suministrados con el software de programación o visualización.

La filosofía de intercambio de datos entre SCADAs y CCMs en las **instalaciones telemandadas** se encuentra reflejada en el siguiente gráfico. NOTA: Flujo de datos verde, comunicaciones normalmente activas. Flujo de datos morado, fallo de comunicaciones con PLCs de planta. Flujo de datos Azul, comunicaciones internas. Flujo de datos Negro, comunicaciones Tetra.



2.3.15.7 Parametrización/programación de otros equipos

Además de la parametrización/programación del PLC, de deberá realizar la programación y/o parametrización del resto de equipos que componen la instalación para su correcto funcionamiento según la finalidad de los mismos:

- Controladores electrónicos: Para la programación/parametrización de los controladores electrónicos de motores, el adjudicatario de la obra deberá solicitar al CABB/BBUP las programaciones estándares en ese momento. El adjudicatario deberá utilizar dichos programas modificando los datos propios del motor que se pretende controlar.

Puede darse el caso de que aparezcan nuevos funcionamientos o accionamientos a controlar no estandarizados, y en tal caso, se deberán realizar las parametrizaciones y/o programaciones necesarias para lograr el correcto funcionamiento. A la hora de realizar nuevas programaciones o parametrizaciones se deberá seguir las mismas líneas utilizadas en las programaciones ya estandarizadas. Toda nueva programación y/o parametrización deberá ser entregada y explicada al CABB/BBUP para su validación y aprobación, momento en el cual pasará a formar parte del estándar.

- Anillo de comunicaciones del CCM. Como se ha comentado anteriormente, en instalaciones con apartamentación comunicable se deberá realizar un anillo de comunicaciones Ethernet con cable de cobre a nivel interno de los cuadros de la instalación (cuadros de control y CCMs), el cual conecte toda la apartamentación comunicable, el PLC, paneles de operación, switches de comunicaciones y los variadores y arrancadores de la instalación (en caso de que estos dispongan de posibilidad de integración en el anillo). Todos los elementos que participen en este anillo deberán de ser configurados para que el anillo de comunicaciones se comporte de manera correcta y ágil ante una ruptura del mismo o el apagado de cualquiera de sus componentes.
- Routers. Por lo general, los routers que se han de conectar a la red de MPLS serán entregados por CABB/BBUP ya configurados y preparados para dicha conexión (routers ADSL, GPRS y WIMAX) por lo que la única labor del adjudicatario será la de la colocación de los mismos en los armarios de la instalación y de las antenas en el interior o exterior de la instalación (en función de la cobertura). El resto de routers (Tetra...) además deberán de ser suministrados, parametrizados y/o programados por el adjudicatario para su correcto funcionamiento.
- Variadores y arrancadores. Se deberán de parametrizar y/o programar todos los variadores y arrancadores indicados en el alcance para su correcto funcionamiento, incluyendo los parámetros propios del motor a controlar, parametrizaciones de comunicaciones, posibles funcionamientos especiales, rampas de arranque y parada...
- Switches SHDSL. Se deberán de parametrizar y/o programar los Switches SHDSL para el correcto funcionamiento de las comunicaciones SHDSL. Dicha parametrización y/o programación deberá ser realizada para obtener y garantizar los mejores tiempos de comunicación posibles para la línea, así como como la realización del By-pass de las líneas de comunicaciones en caso de falta de alimentación en el equipo.
- Avisadores telefónicos. Se deberán de parametrizar y/o programar los avisadores telefónicos que formen parte del suministro para su correcto funcionamiento. Generalmente dispondrán de las siguientes señales:
 - Fallo tensión general
 - Nivel alto o alivio y ninguna bomba en marcha.
 - PLC run
 - Detector de inundación activo
 - B1 Alarma
 - B2 Alarma
 - B3 Alarma
- Resto de equipos. En caso necesario, se deberán de parametrizar y/o programar el resto de los equipos suministrados en el alcance de la obra que, según las necesidades de la obra, sean necesario programar/parametrizar. (Puntos de acceso WIFI, Vlan-es en los Switches, controladores de sondas, displays de sondas, instrumentación...)
- Copias de seguridad. Como se indica en el apartado " ", por cada equipo de los indicados, se deberá entregar un listado de las parametrizaciones y/o programaciones modificadas

respecto a la configuración de fábrica de los equipos en un documento digitalizado (Word, Excel...) así como, en los equipos que lo permitan, una copia de seguridad con dicha configuración y un manual que explique el proceso de restauración de la misma en caso de fallo del equipo en cuestión.

2.3.15.8 Parametrización/programación de los Sistemas de Supervisión y Control

Los trabajos de programación/parametrización en los sistemas de supervisión y control comprenderán dos o tres puntos de actuación según el tipo de instalación que sea:

- Panel de Operador - HMI: Son paneles de operación locales situados en los cuadros de fuerza y/o control de las instalaciones. Su finalidad es la supervisión y control de las propias instalaciones y en ciertas ocasiones la visualización de otras instalaciones con la que se tiene alguna dependencia.
- SCADA PCE (Puesto de Control Estación): Son sistemas de supervisión y control generalmente situados en instalaciones grandes (EDARs, ETAPs...) con varios CCMs. Su finalidad es la supervisión y control de todos los CCMs de la planta y la de las instalaciones asociadas a dicha planta (Bombeos, Aliviaderos...)
- SCADA PCC: Este SCADA está compuesto por varios servidores (Servidores de objetos AOS, Servidores de datos históricos, servidor Web...), lo cuales conforman el sistema de supervisión y control de los puestos de control centrales (Redes de Abastecimiento o Redes de Saneamiento). El objetivo final de estos sistemas de supervisión y control es el de controlar de manera centralizada y remota todas las instalaciones del CABB/BBUP.

Además de la instalación de los programas desarrollados, estará incluida la instalación de todo el software y licencias que formen parte del suministro de la obra.

2.3.15.8.1 Programación panel de operador local - HMI

Los paneles de operación siempre son de la misma marca que el resto del hardware que compone la solución de control de la instalación y que estarán situados en los cuadros de fuerza y/o control de las instalaciones. Los tamaños de los paneles de operación a suministrar dependerán del tipo de instalación a supervisar y controlar (en el apartado "**HMI (Interfaz hombre máquina)**" se indican los tamaños concretos para cada tipo de instalación).

Su finalidad es la supervisión y control de las propias instalaciones y en ciertas ocasiones la visualización de otras instalaciones con la que se tiene alguna dependencia.

La programación de estos paneles se debe realizar con las herramientas propias de programación que dispone cada fabricante, TIA Portal con Siemens y Vijeo Designer con Schneider.

Se deberá programar la gestión de todas las señales de la instalación (Órdenes, estados, alarmas, consignas, datos históricos...). En el apartado "Señales a tratar" se indica de manera orientativa las señales a tener en cuenta.

Conceptos a tener en cuenta a la hora de realizar la programación:

- Antes de comenzar con la programación del HMI, el adjudicatario de la obra deberá solicitar al CABB/BBUP un programa de ejemplo, que será la base y marcará las líneas generales para la programación del HMI de la instalación.

La entrega de un programa de HMI o una librería de bloques estándares de programación de ejemplo por parte del CABB/BBUP, no eximirá al adjudicatario de tener que realizar sobre los mismos todas las modificaciones que sean necesarias para lograr el

funcionamiento correcto de la instalación, aunque se intentará generar el mínimo posible de bloques nuevos.

El CABB/BBUP entregará al adjudicatario un programa de ejemplo con el fin de facilitar la creación de nuevas programaciones, así como para mantener una línea de estandarización en todos los programas realizados. En la medida de lo posible se deberá seguir en todo momento la línea de estandarización ya establecida a la hora de crear nuevos programas utilizando las mismas funciones y estructuras de datos. En caso de que se requiera crear nuevas funciones, estas deberán ser entregadas y explicadas al CABB/BBUP para su aprobación antes de la implantación de las mismas.

- La programación debe de ser lo más clara y óptima posible, evitando programar funciones a medida que ya están resueltas en las funciones que ofrece el propio fabricante o lenguaje de programación.
- Se priorizará la creación y utilización de funciones para la realización de tareas repetitivas.
- Los programas deberán estar completamente comentados de tal manera que cada variable utilizada en el programa tendrá su simbólico y su descripción, cada sección o función y cada bloque tengan comentarios explicando claramente las tareas que se realizan en los mismos.
- El PLC estará al servicio de los sistemas de supervisión y control para, en la medida de lo posible, evitarles hacer cálculos, por lo que estos se limitarán a realizar labores visualización, historización y operación (gestión de órdenes).
- En instalaciones con apartamentada en base a controladores electrónicos, además de la programación orientada a cuando el PLC está funcionando, se deberá realizar la programación necesaria para que los paneles de operación puedan comunicar con estos controladores para la gestión de su modo de funcionamiento (manual, automático, fuera de servicio) y su funcionamiento en modo manual (marcha/paro, abrir/cerrar...) cuando se produzca un fallo del PLC, lo que comúnmente se conoce como "modo degradado"
- La aplicación será nueva y completa y "correrá" en el panel de operador instalado.
- Los drivers de comunicaciones utilizados entre el HMI y los PLCs serán los estándares suministrados con el software de programación o visualización.

Previamente a la programación y desarrollo de la aplicación HMI se deberán realizar unos bocetos de todas las pantallas de que conste dicha aplicación. Estos bocetos se deberán realizar obligatoriamente con las herramientas de diseño de que disponen los fabricantes de los paneles de operación (WinCC Flexible/Vijeo Designer). Las pantallas deben ser imágenes estáticas reales de las futuras pantallas a implementar, no admitiéndose otro tipo de esquemas o dibujos representativos similares que no estén hechos con dichas herramientas de diseño. Estas pantallas se entregarán en papel para aprobación previa del CABB/BBUP, impresas a todo color. Sobre dichas pantallas a todo color el CABB/BBUP marcará aquellos elementos o representaciones que no se ajusten a su criterio, debiéndose rehacer un nuevo boceto recogiendo los cambios comentados. Este proceso se realizará tantas veces como sea necesario hasta la aprobación definitiva por CABB/BBUP de los bocetos de todas las pantallas.

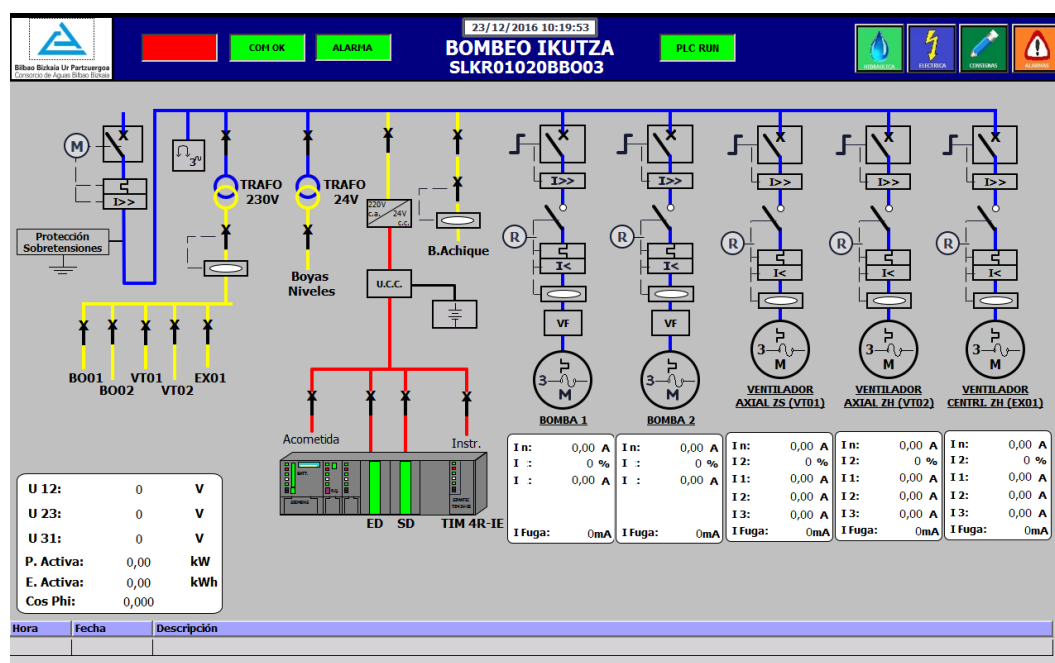
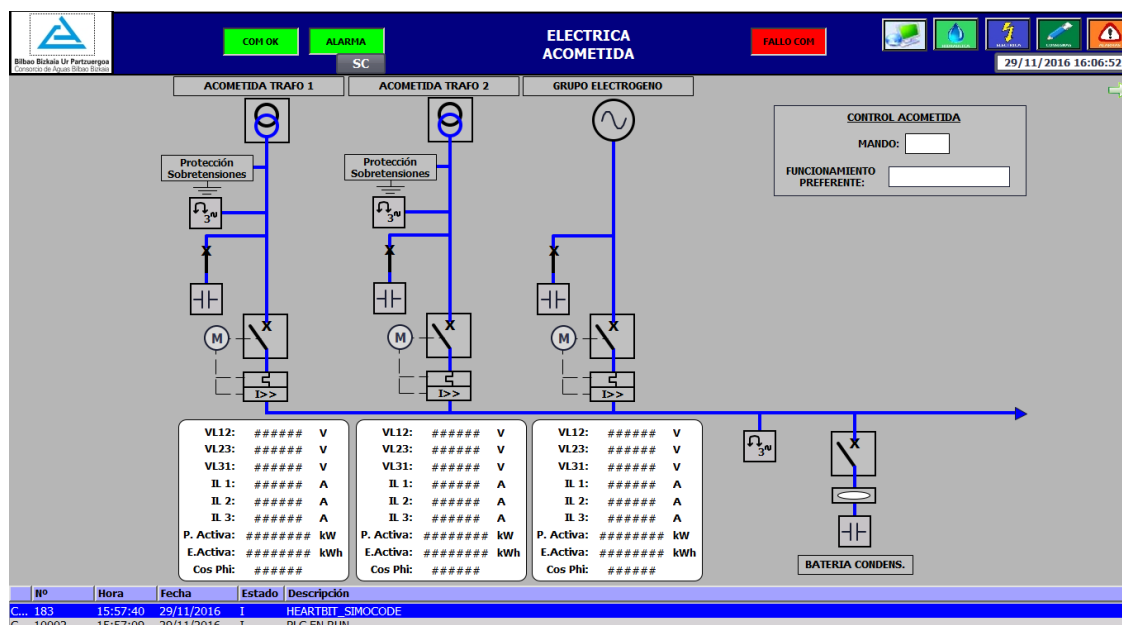
Una vez aprobada una pantalla se procederá a su animación y demás programación asociada, partiendo siempre de la pantalla estática real del SCADA finalmente aprobada.

Tipos de pantallas a desarrollar

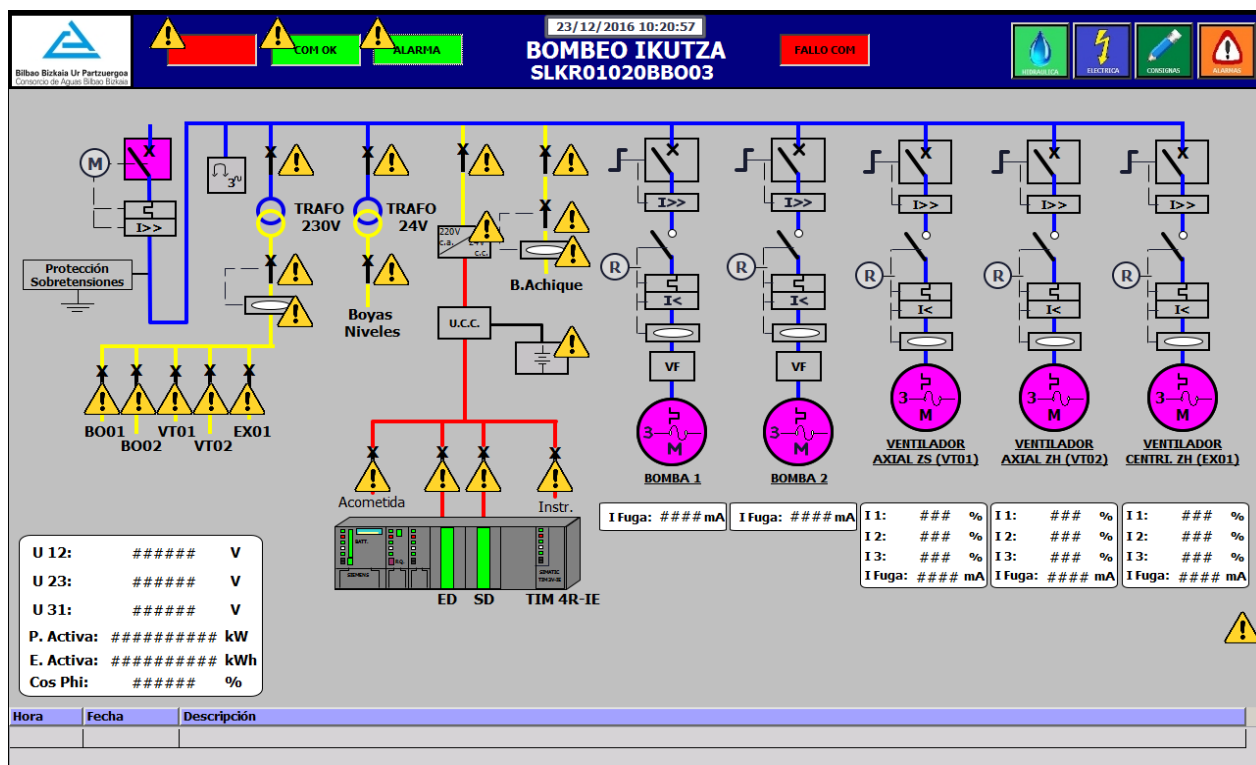
La aplicación final desarrollada deberá contener como mínimo los siguientes tipos de pantallas:

Pantallas Generales

Pantalla tipo **ESQUEMA ELÉCTRICO**. Se realizará como mínimo una pantalla que reflejará el esquema unifilar eléctrico de la instalación mediante simbología eléctrica normalizada, serán animadas y desde ellas se podrán ejecutar órdenes de rearmes (interruptores magnetotérmicos, relés diferenciales, etc...). Deberá incluir también un pequeño esquema del chasis de PLC conteniendo todas las tarjetas de entradas/salidas y comunicaciones. En ella se hará un diagnóstico dinámico del estado de dichos elementos.

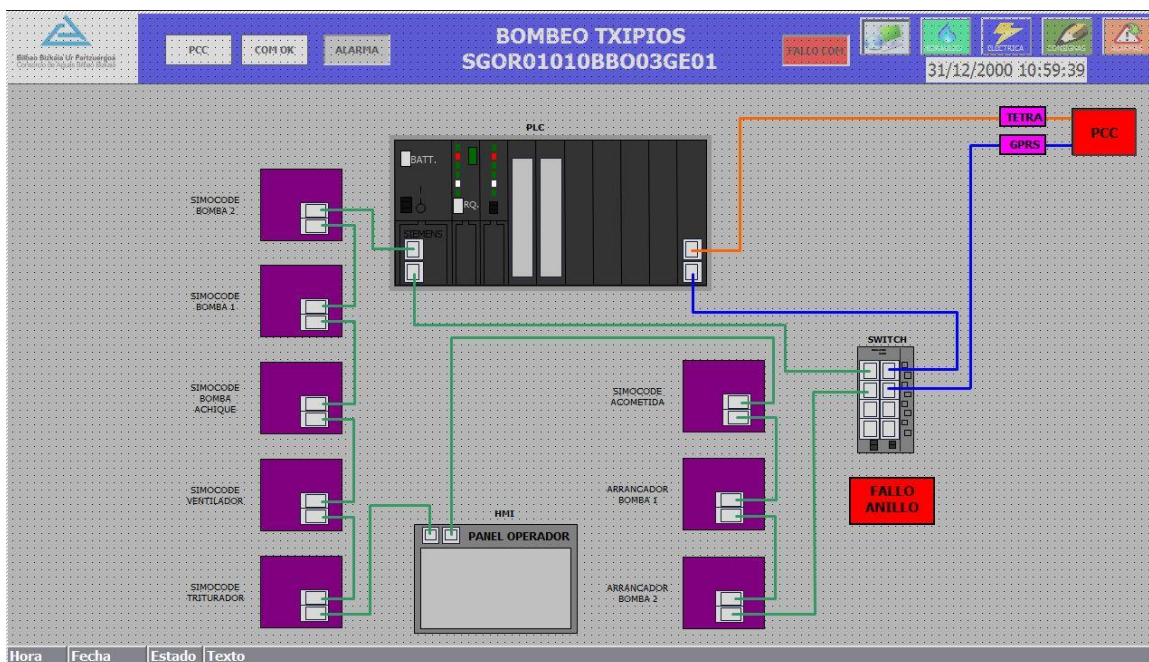
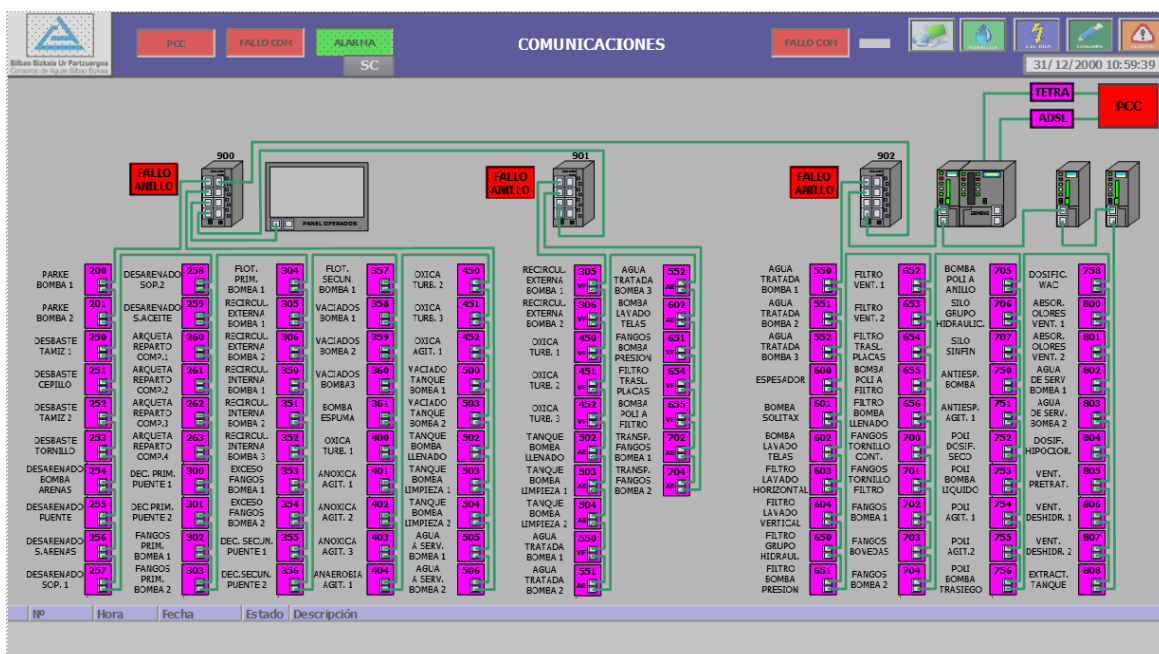


En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla eléctrica para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará tanto las señales de los controladores electrónicos, así como indicará las señales que no se pueden representar en este modo de funcionamiento.

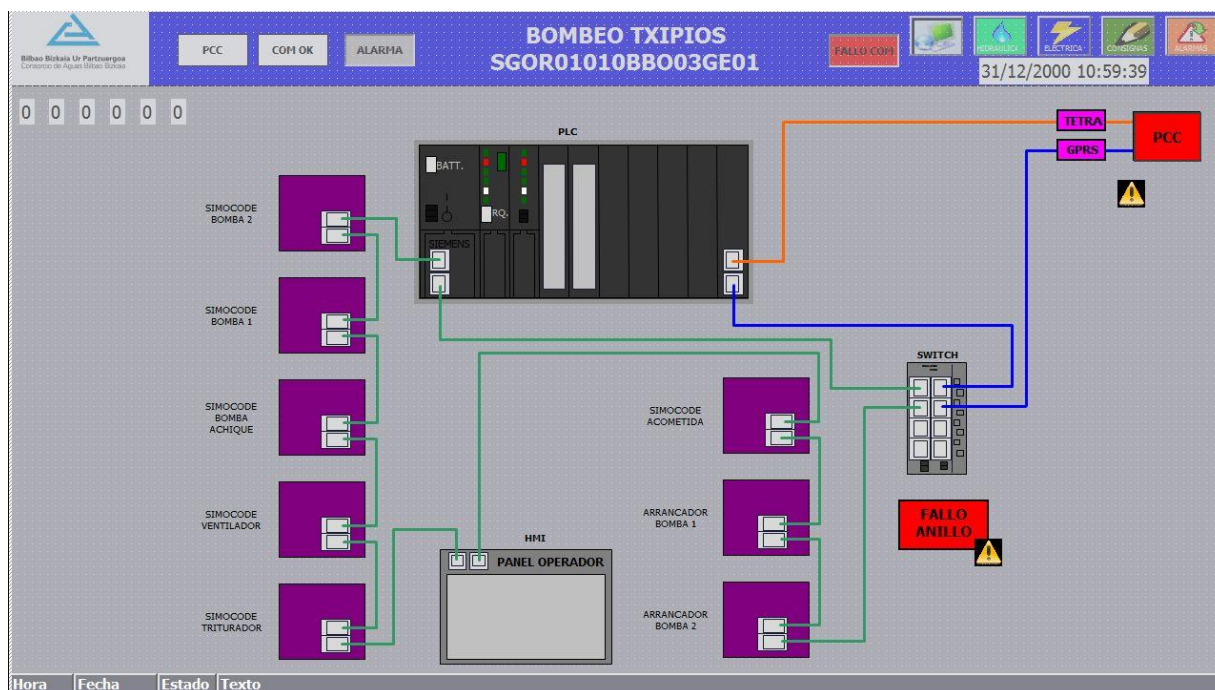


Pantalla tipo **ESQUEMA COMUNICACIONES**. Se realizará como mínimo una pantalla que reflejará la arquitectura de comunicaciones interna de la instalación, así como el estado de la comunicación principal y redundante con el Puesto de Control Central (PCC) correspondiente. Esta pantalla tendrá un diagnostico dinámico de las comunicaciones de los diferentes elementos: controladores electrónicos, PLC, y estado de las comunicaciones con el PCC, tanto de la comunicación primaria, como de la/s secundaria/s si las tuviera.

Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.

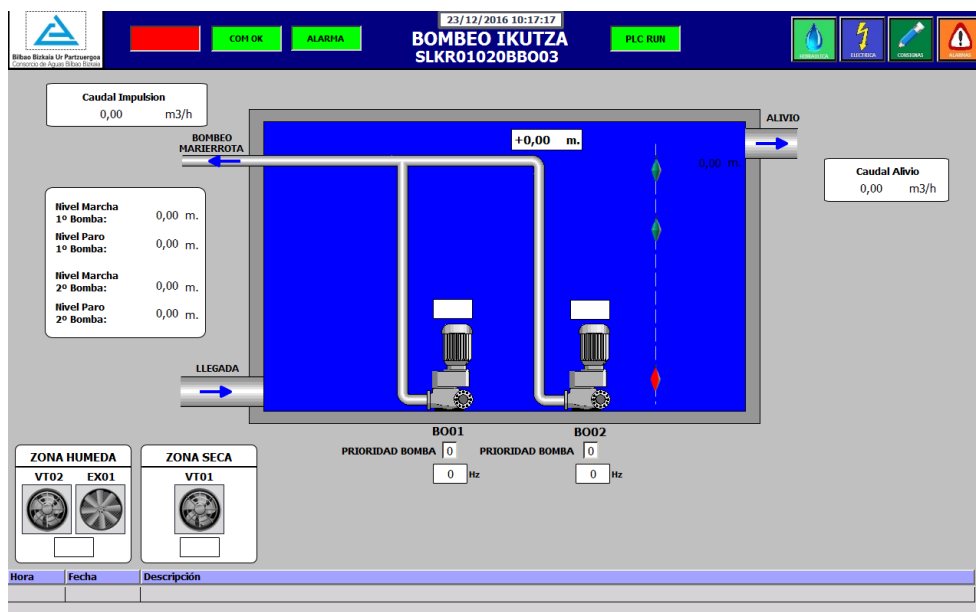


En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla tipo esquema de comunicaciones para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará tanto las señales de los controladores electrónicos, así como indicará las señales que no se pueden representar en este modo de funcionamiento.



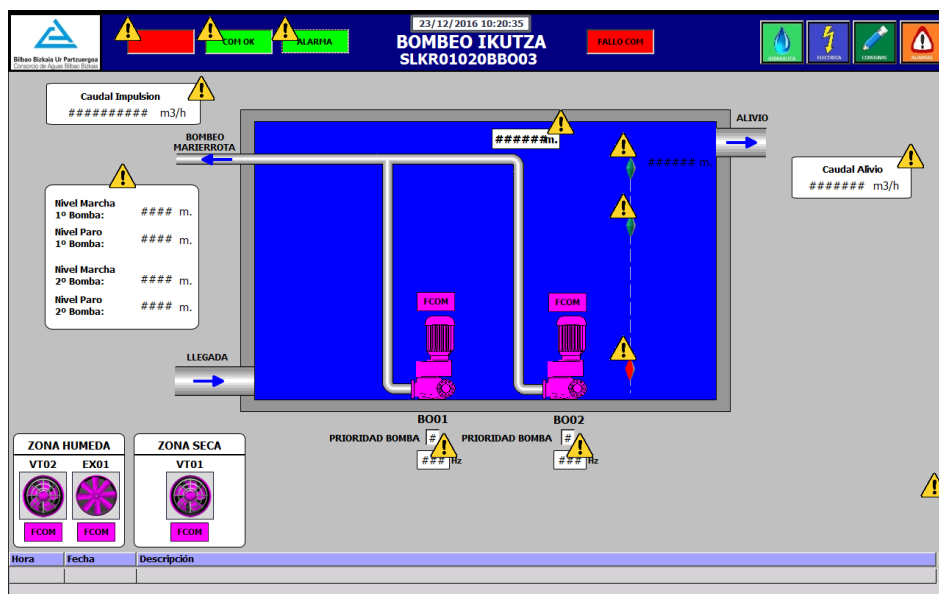
Pantalla tipo **SINÓPTICO**. Se desarrollará una pantalla de este tipo por cada zona distinta de proceso de la instalación. Si se tratase de un bombeo/aliviadero se valorará la ejecución de una (1) pantalla de este tipo.

Las pantallas sinóptico representarán de forma dinámica la totalidad de elementos (boyas, presostatos...), equipos (bombas, válvulas...) e instrumentación (niveles pozos, caudalímetros...), y también reflejarán datos generales como el modo de funcionamiento M-0-A. A través de estas pantallas sinóptico y haciendo "click" sobre los distintos elementos que la componen se accederá a unas pantallas de menor entidad que denominaremos "pantallas de detalle".

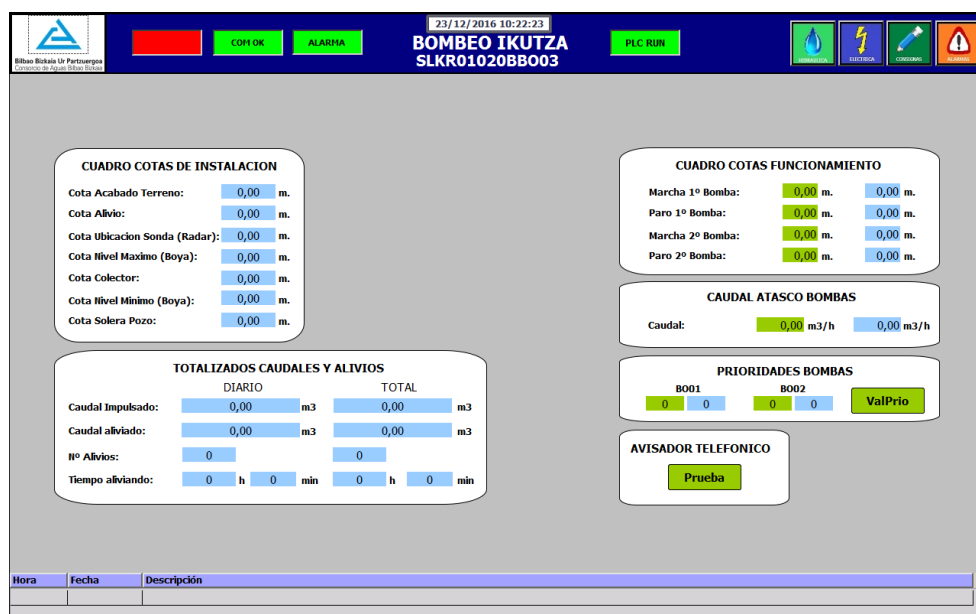


En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla sinóptico para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los

controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará tanto las señales de los controladores electrónicos, así como indicará las señales que no se pueden representar en este modo de funcionamiento.



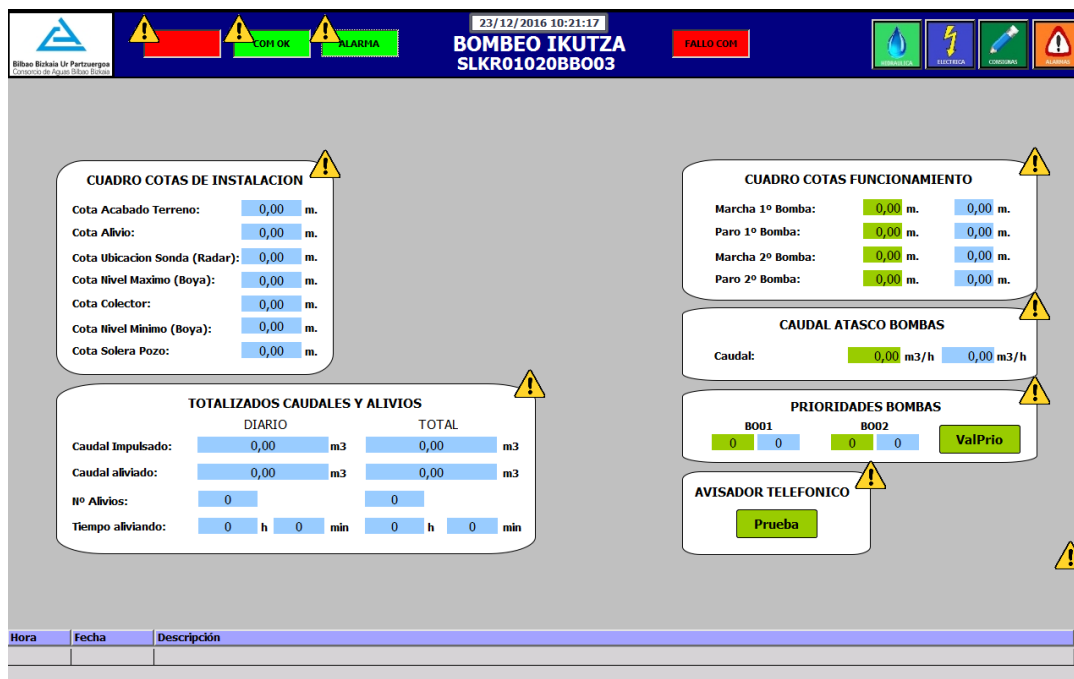
Pantalla tipo **CONSIGNAS**. Se desarrollará una pantalla de este tipo que integre las consignas de funcionamiento. Dependiendo del número de consignas, se verá la necesidad de desarrollar esta pantalla o de integrar estas consignas en la pantalla de sinóptico. A efectos de valoración, como se ha indicado anteriormente, se valorará el desarrollo de una pantalla de este tipo.



En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla de consignas para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está

Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.

operativo, e indicará tanto las señales de los controladores electrónicos, así como las señales que no se pueden representar en este modo de funcionamiento.




Pantalla tipo **ALARMAS**. Se desarrollará una pantalla de alarmas dónde se reflejarán cronológicamente todas las alarmas activas, diferenciándose entre alarmas reconocidas y sin reconocer.



En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla de alarmas para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los

controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollado cuando el PLC está operativo, e indicará todas las alarmas de los controladores electrónicos.



Hora	Fecha	Estado	Descripción
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE VT02
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE VT01
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE EX01
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE GE01
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE BO02
10:20:25	23/12/2016	I	FALLO COM SIMOCODE BO01

Pantalla tipo **DETALLE**. A partir de la pantalla sinóptico y haciendo "click" en cada elemento (medida analógica, motores, válvulas...), saldrá una ventana de detalle, tipo "pop up window". En esta ventana se hará una representación en detalle del elemento o equipo en cuestión, animada con indicación de estados. En ella se podrá ver y escribir las consignas, selectores de elección de modo de funcionamiento, alarmas asociadas en texto si están actuadas, ordenes de funcionamiento manual, etc.... Estas pantallas, siempre tendrán la misma estructura para elementos del mismo tipo. El número de pantallas de este tipo a desarrollar será el correspondiente al número de elementos con mando existentes en la instalación.



En instalaciones con controladores electrónicos también se desarrollará una pantalla tipo detalle para cuando el PLC no está operativo y el HMI comunica directamente con los controladores electrónicos. Esta pantalla será similar a la desarrollada cuando el PLC está operativo, y tendrá la funcionalidad necesaria para el mando y visualización de cada equipo con controlador electrónico.

2.3.15.8.2 Programación SCADA PCC - PCE

Los SCADAs denominados PCE (Puesto de Control Estación: en instalaciones telemandadas tipo EDAR/ETAP) y los PCs (Clientes Wonderware – Intouch View en la EDAR Galindo), son sistemas de supervisión y control generalmente situados en instalaciones grandes con uno o varios CCMs. Generalmente están constituidos por un PC ofimático (de características según lo descrito en el apartado “**PCs y Licencias**”) que está ubicado en la sala de control de la EDAR/ETAP (o en el caso de la EDAR Galindo en los diferentes Edificios de Control) y su finalidad es la supervisión y control de todos los CCMs de dicho Edificio de control (EDAR Galindo) y del CCM o CCMs de la planta y de las instalaciones asociadas a dicha planta (Bombeos, Aliviaderos...en el caso de EDAR/ETAP).

Los PCEs (Puestos de Control Estación) en funcionamiento normal, el código de control y las comunicaciones (objetos) se ejecutan y guardan en un servidor local. Este servidor lee los datos de los PLCs locales con los drivers de comunicaciones estándares suministrados con el software del SCADA. Paralelamente y con comunicaciones con el Puesto de Control Central, el código de control, las comunicaciones (objetos) y los datos históricos se ejecutan y guardan en un servidor del PCC (AOS a definir + Servidor Historian). Este servidor de objetos (AOS) del PCC, redundante del servidor local, lee de los PLCs Front Ends. Los drivers de comunicaciones utilizados entre los Front Ends y el SCADA serán los estándares suministrados con el software de programación o visualización.

Los PCs de la EDAR Galindo (Clientes Wonderware – Intouch View) en funcionamiento normal (con comunicaciones con el puesto de control central - PCC) el código de control, las comunicaciones (objetos) y los datos históricos se ejecutan y guardan en una serie de servidores en el puesto de control central (AOS redundantes + Servidor Historian), y estos PCs (Clientes Wonderware – Intouch View) se “alimentan” de estos servidores para realizar las funciones de visualización y control de las instalaciones. Los drivers de comunicaciones utilizados entre los PLCs de la EDAR Galindo y el SCADA serán los estándares suministrados con el software de programación o visualización.

A la hora de integrar en el sistema una instalación nueva, todo el desarrollo se realiza en la infraestructura del puesto de control central, y en la instalación simplemente se despliega la parte de navegación, visualización y control de la instalación en cuestión.

El SCADA central denominado PCC (Puesto de Control Central) está compuesto por varios servidores (Servidores de objetos AOS, Servidores de datos históricos, servidor Web...), lo cuales conforman el sistema de supervisión y control de los puestos de control centrales (Redes Abastecimiento/ Redes Saneamiento/EDAR Galindo/ETAP Venta Alta). El objetivo final de estos sistemas de supervisión y control es el de controlar de manera centralizada todas las instalaciones del CABB/BBUP. El software instalado en estos servidores es parte del System Platform 2014 R2 de Wonderware. El trabajo a realizar consistirá en integrar la nueva instalación o instalaciones en la aplicación existente manteniendo criterios y estándares establecidos por el CABB/BBUP (pantallas, colores, criterios de operación...). Salvo proyectos que así lo requieran, por volumen o por estado de saturación de lo existente (de tamaño, número de variables, licencias...), no se requerirá instalar software ni hardware en los PCCs. Se trabajará sobre lo existente.

Para acometer los trabajos se requerirá como mínimo ser integrador certificado de Wonderware

La aplicación SCADA del PCC, constituida por una solución de Wonderware, se estructura básicamente en:

- **Wonderware InTouch HMI 2014 R2 (v11.1)**, interfaz hombre máquina para labores de operación.
- **Wonderware Application Server 2014 R2 (v4.1)**, software encargado del control y ejecución de código (objetos).
- **Wonderware Historian Server 2014 R2 (v11.6)**, servidor de datos históricos.
- **Wonderware Historian Client 2014 R2 (v10.6)**, cliente para la explotación de datos históricos.
- **Wonderware Information Server 2014 R2 (v5.6)**, para el almacenamiento y explotación de informes.

La aplicación SCADA del PCC es la encargada de la supervisión y control a distancia de todas las estaciones remotas.

La arquitectura del sistema soporta una estructura modular de manera que cada una de las tareas es ejecutada como proceso independiente, pero a la vez se intercambian datos con una zona de memoria común.

El SCADA además soporta una estructura cliente – servidor. En el servidor se ejecutan tareas de comunicación, adquisición de datos, scripting... El cliente lee los datos del servidor.

El SCADA es un sistema distribuido, es decir, la aplicación se distribuye en varios servidores, lo que posibilita la gestión de una gran aplicación. En la aplicación actual existen dos servidores de Objetos y un servidor de históricos.

La aplicación soporta varios clientes pesados y varios clientes ligeros. Los clientes disponen de varios monitores aumentando la productividad al permitir la visualización de varias pantallas al mismo tiempo.

Previamente a la programación y desarrollo de la aplicación SCADA el adjudicatario deberá reunirse con las personas encargadas del mantenimiento de la aplicación existente. Estas personas suministrarán las librerías y estándares a utilizar. También se encargarán de dar el visto bueno a las nuevas plantillas (objetos), Orchestra Graphics...generados para la nueva instalación.

La entrega de un programa o unas librerías estándares de programación y pantallas de ejemplo por parte del CABB/BBUP, no eximirá al adjudicatario de tener que realizar sobre las mismas todas las modificaciones que sean necesarias para lograr el funcionamiento correcto de la instalación, aunque se intentará generar el mínimo posible de librerías nuevas.

Previamente a la programación y desarrollo de la aplicación SCADA se deberán realizar unos bocetos de todas las pantallas de que conste dicha aplicación. Estos bocetos se deberán realizar obligatoriamente con las herramientas de diseño de que dispone el paquete SCADA (WAS, Intouch...). Estas pantallas deben ser imágenes estáticas reales de las futuras pantallas a implementar, no admitiéndose otro tipo de esquemas o dibujos representativos similares que no estén hechos por el propio SCADA. Estas pantallas se entregarán impresas a todo color en papel o en soporte informático (a petición de la dirección de obra) para aprobación previa del CABB/BBUP. Sobre dichas pantallas a todo color el CABB/BBUP marcará aquellos elementos o representaciones que no se ajusten a su criterio, debiéndose rehacer un nuevo boceto recogiendo los cambios comentados. Este proceso se realizará tantas veces como sea necesario hasta la aprobación definitiva por CABB/BBUP de los bocetos de todas las pantallas.

Además de las pantallas, se realizarán unos mapeados de SCADA (Excel) en los cuales se indique la parametrización que se va a realizar en cada uno de los objetos a instalar para la supervisión y control de la instalación. Este documento debe ser revisado y aprobado por CABB/BBUP antes de realizar la programación definitiva de los objetos. En este mapeado se deberá rellenar información relativa a cada una de las señales tratadas por el SCADA (Su descripción, tag del driver de comunicaciones, dirección del PLC, nombre del template de los objetos, nombre del objeto, que datos son historizados y sus unidades de ingeniería, nombre de la instalación...)

Una vez aprobadas las pantallas y los mapeados se procederá a la animación y demás programación asociada, partiendo siempre de las pantallas estáticas reales finalmente aprobadas.

Informes

Para el caso del PCC el trabajo a realizar será integrar las variables de la nueva estación en los informes ya existentes diseñados por el departamento de explotación.

Impresión

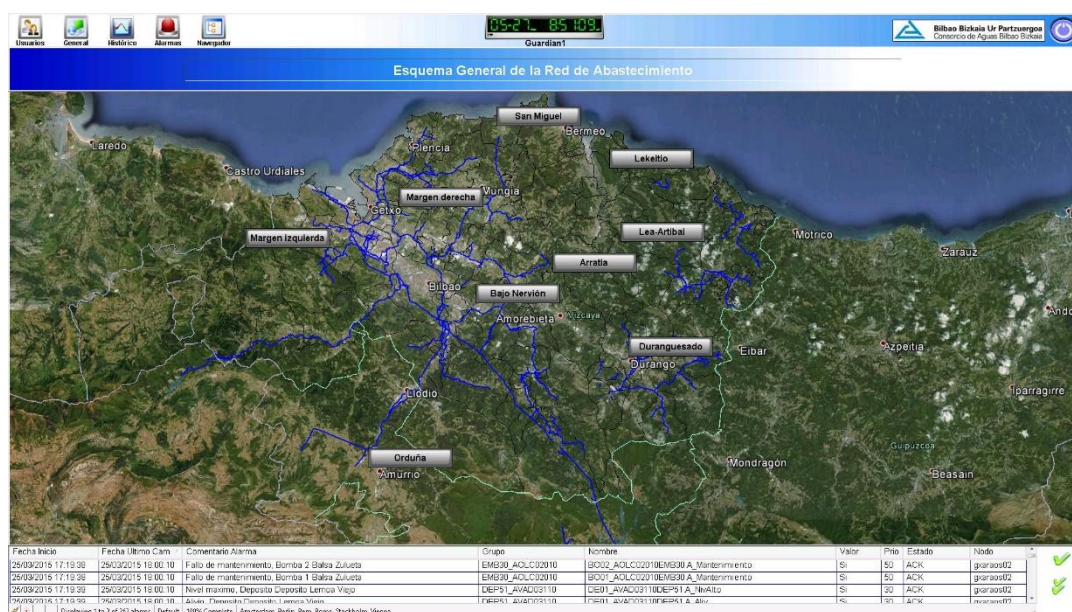
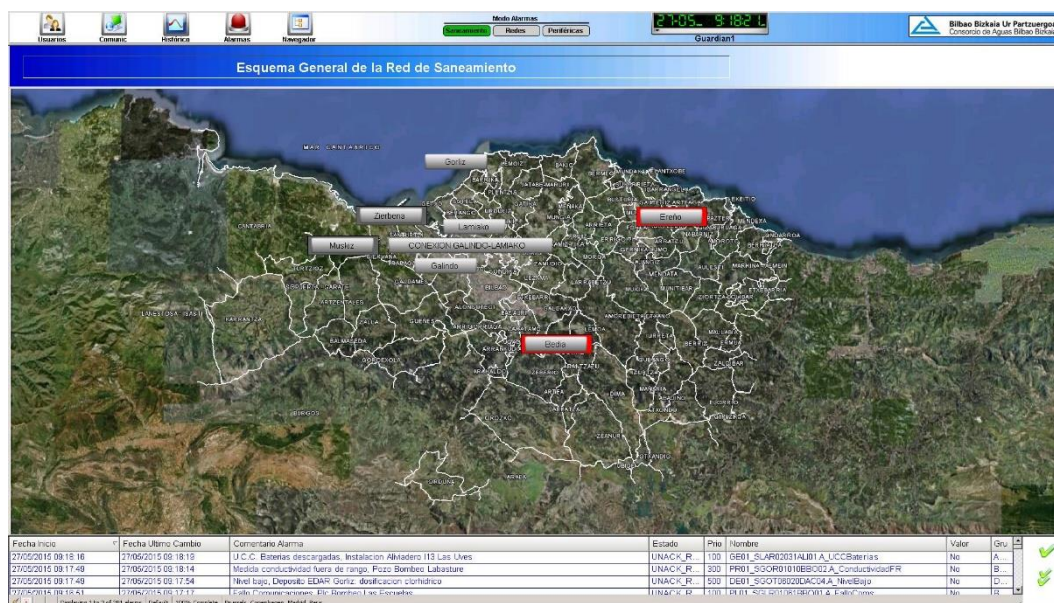
Se tendrá especial cuidado en el diseño de la información a imprimir, pensando que los colores buenos para las pantallas no son los adecuados para la impresora y viceversa. En todo momento se tendrá la opción de imprimir aquella pantalla que se esté visualizando en la aplicación (sinópticos, históricos, informes, etc.)

Pantallas a desarrollar

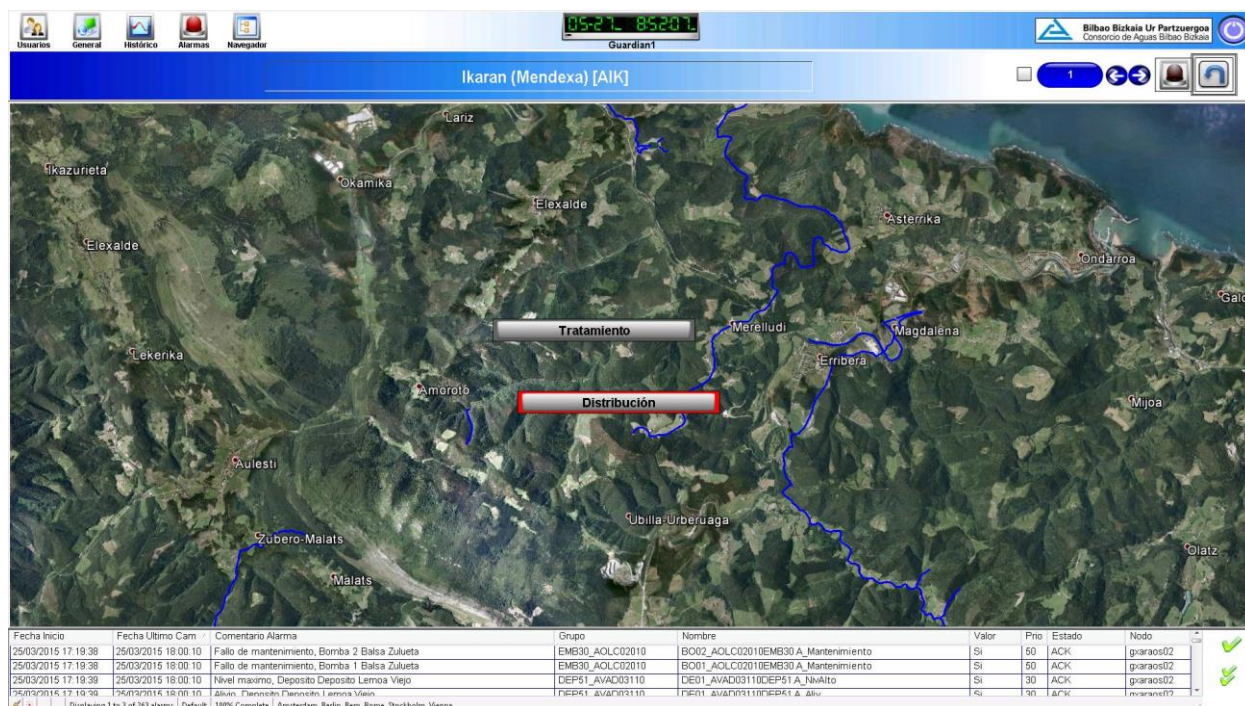
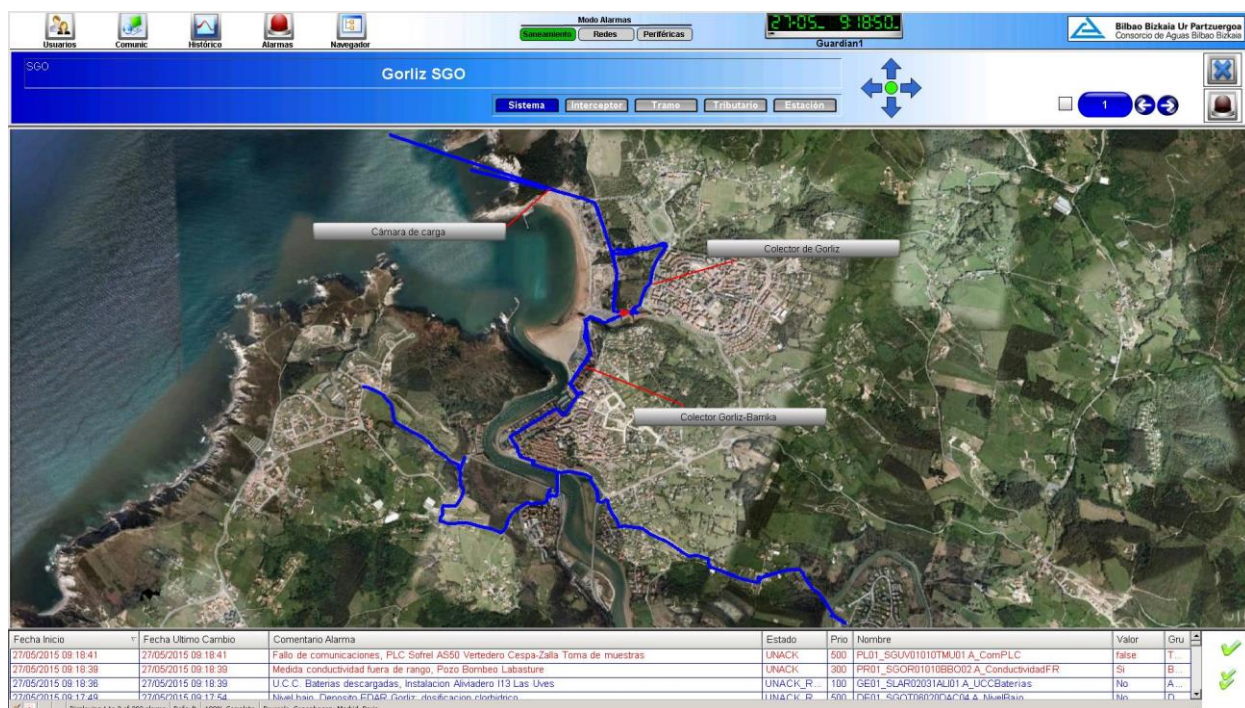
La aplicación final desarrollada deberá contener como mínimo los siguientes tipos de pantallas:

Pantallas tipo **MAPA GEOGRÁFICO**. En ella se representa un esquema general de la red (Saneamiento o Abastecimiento) y permite hacer zoom en las diferentes zonas hasta llegar a una estación concreta. Se deberá integrar la nueva estación en dichos mapas geográficos.

Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.



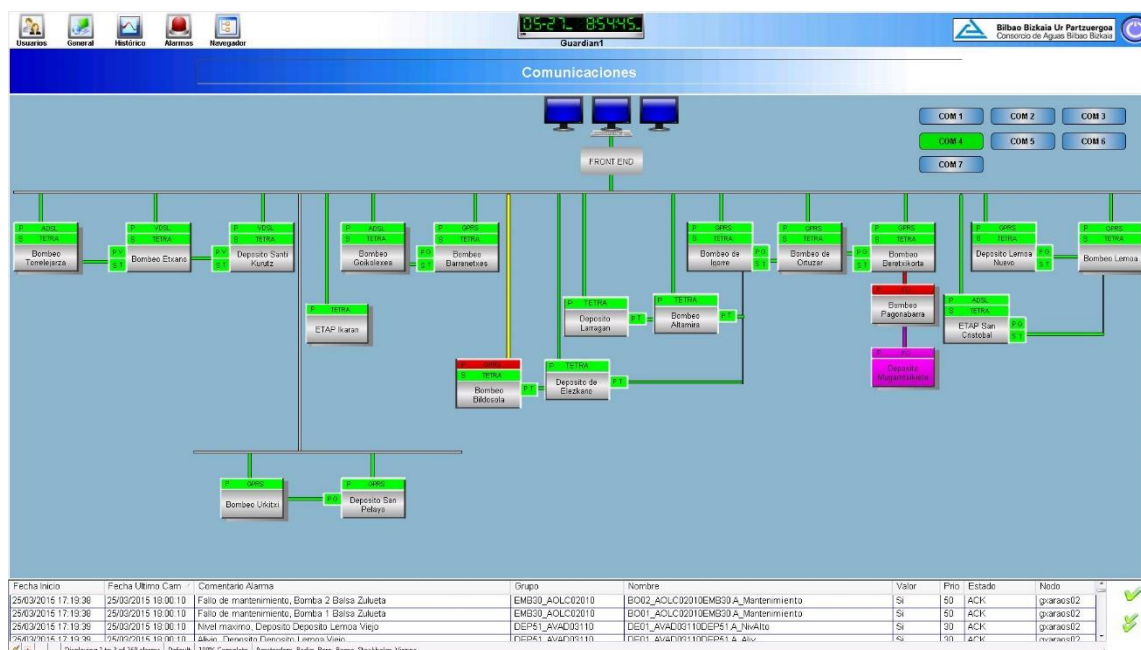
Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.



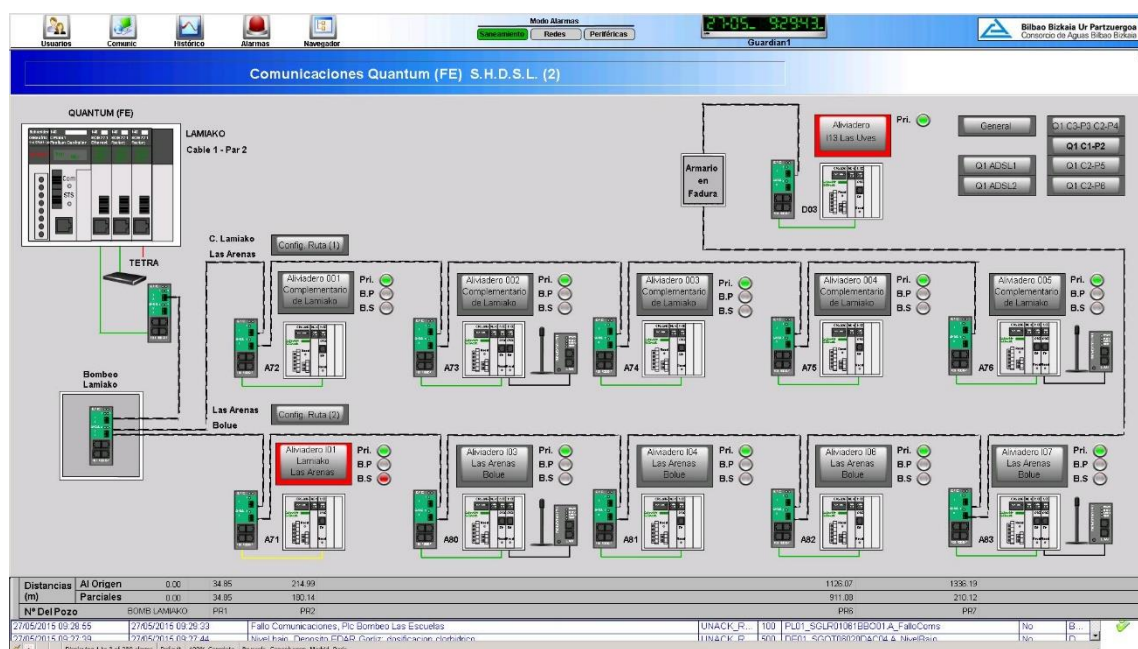
Pantalla tipo **COMUNICACIONES**, se integrarán las comunicaciones de la nueva estación en las pantallas existentes de este tipo o se generará una nueva en caso de ser necesario. En ella se reflejará el tipo de comunicación de la instalación con el PCC y su estado (activa o no).

Abastecimiento

Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.

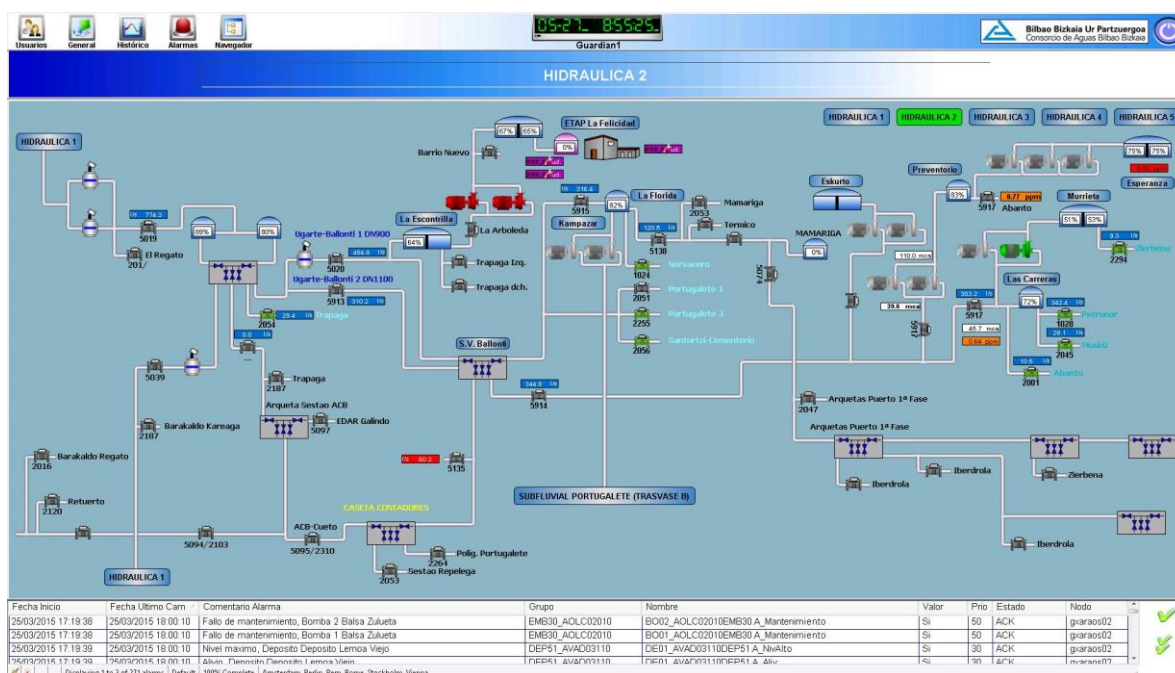
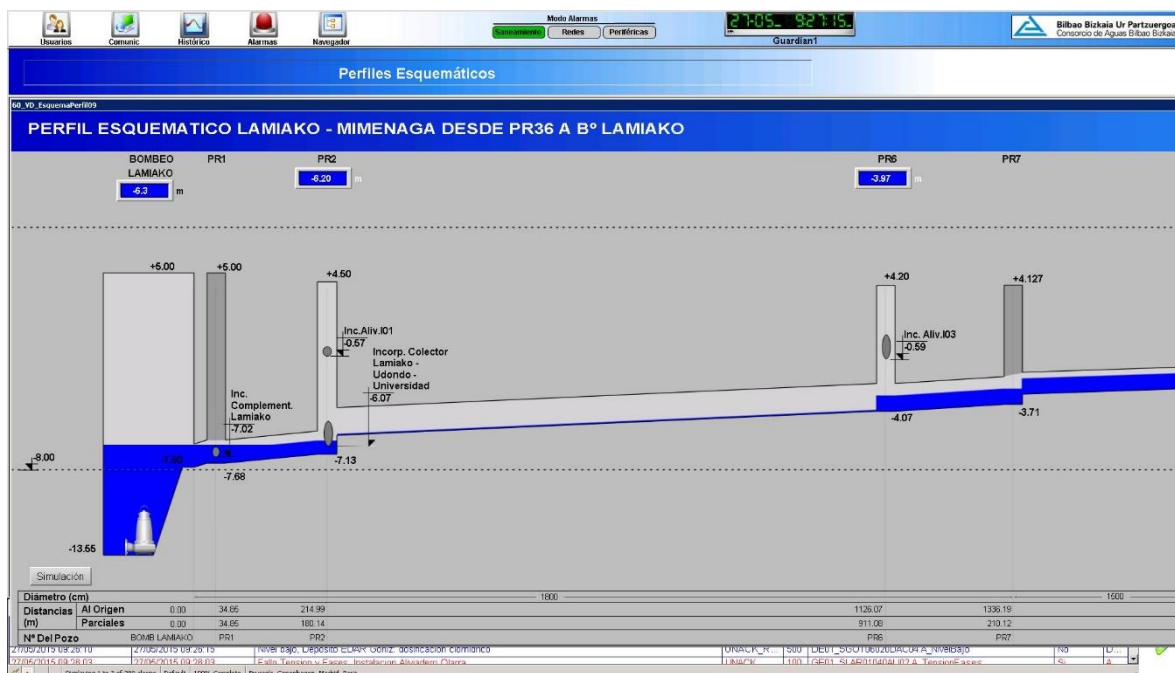


Saneamiento



Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.

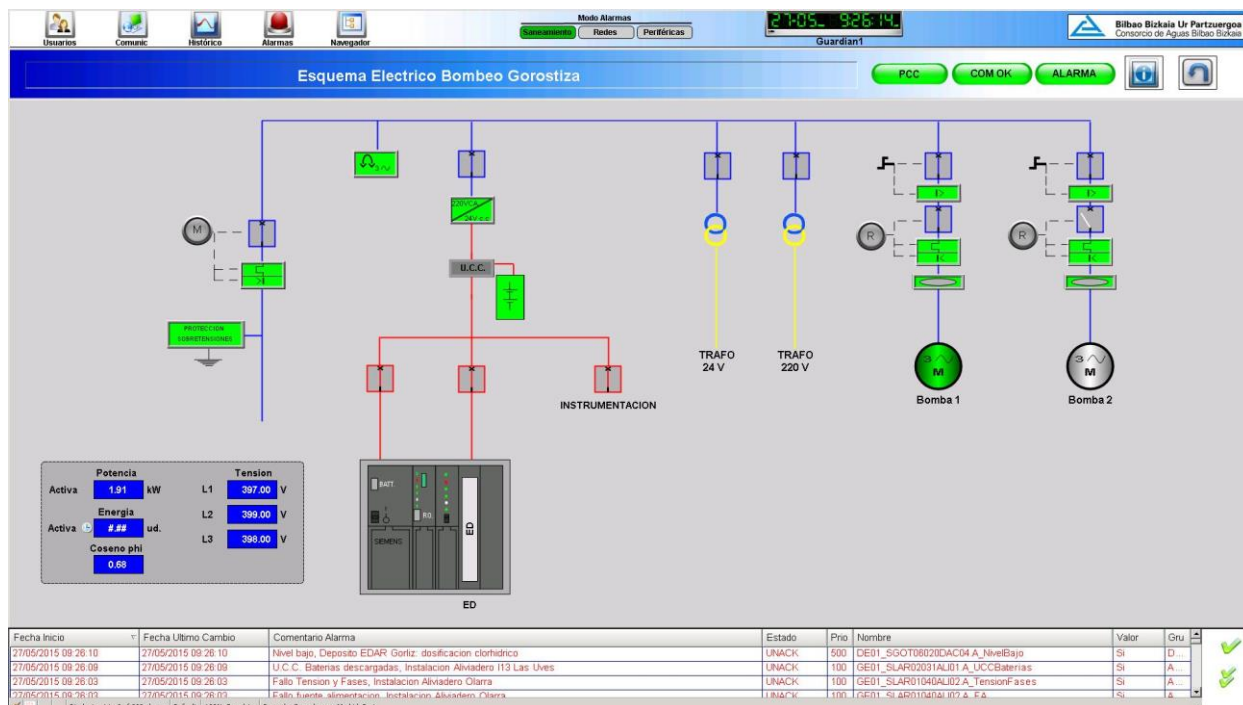
Pantalla tipo **PERFIL** (Saneamiento) o **TRAMO** (Abastecimiento), se integrará la nueva estación en las pantallas existentes de este tipo o se generará una nueva en caso de ser necesario. En ella se reflejará el recorrido del agua desde un punto origen hasta un punto destino, mostrándose los datos de proceso (niveles, caudales...) más relevantes de dicho tramo.



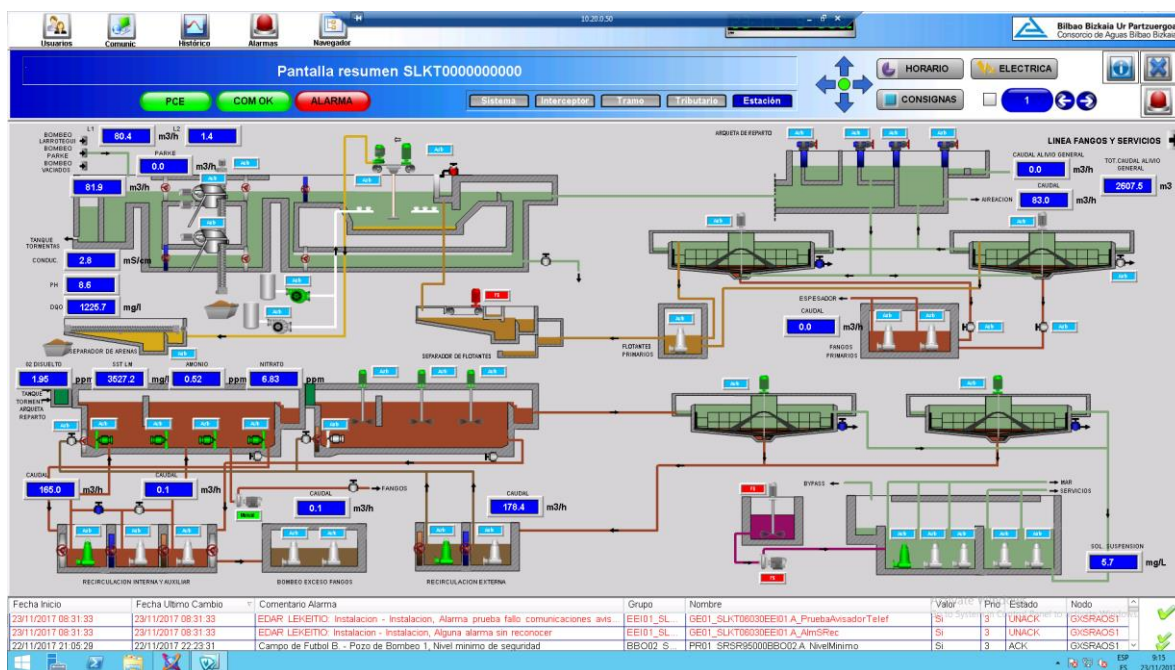
Pantalla tipo **ESQUEMA ELÉCTRICO**, se realizará como mínimo una pantalla que reflejará el esquema unifilar eléctrico de la instalación mediante simbología eléctrica normalizada, serán animadas y desde ellas se podrán ejecutar órdenes de rearmes (interruptores magnetotérmicos, relés diferenciales, etc.). Deberá incluir también un pequeño esquema

Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.

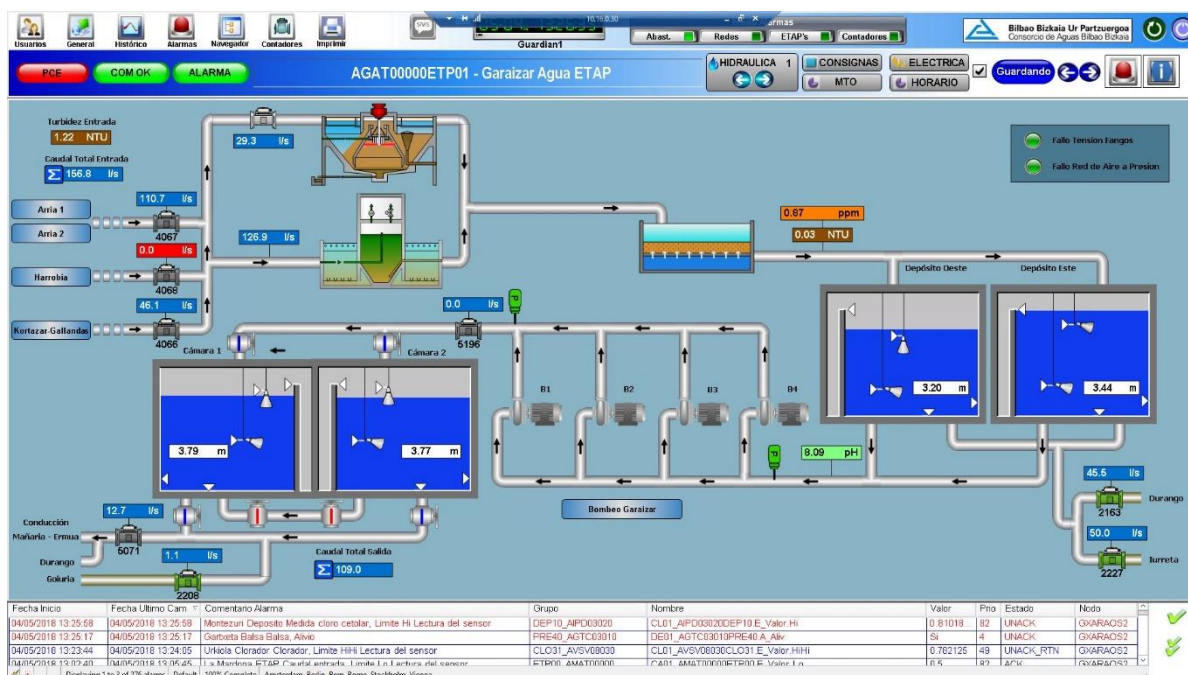
del chasis de PLC conteniendo todas las tarjetas de entradas/salidas y comunicaciones. En ella se hará un diagnóstico dinámico del estado de dichos elementos.



Pantalla tipo **RESUMEN ESTACIÓN**, para aquellas estaciones grandes se realizará una única pantalla desde la cual se tenga una visión global del sistema completo (ETAP/EDAR con Bombeos y Aliviaderos asociados). En ella aparecerán las señales analógicas más representativas (caudal entrada, caudal salida, pH, etc) y el estado (marcha, paro, etc) de los equipos más importantes. Se trata de una pantalla de visualización, no de operación.

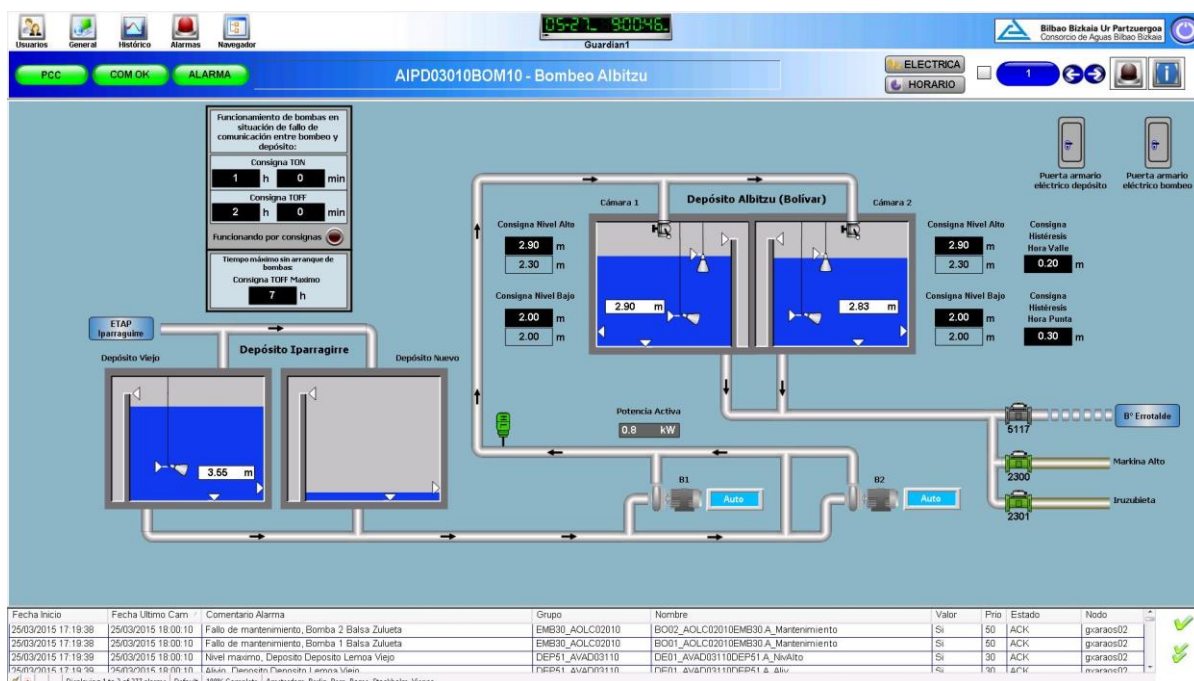


Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.

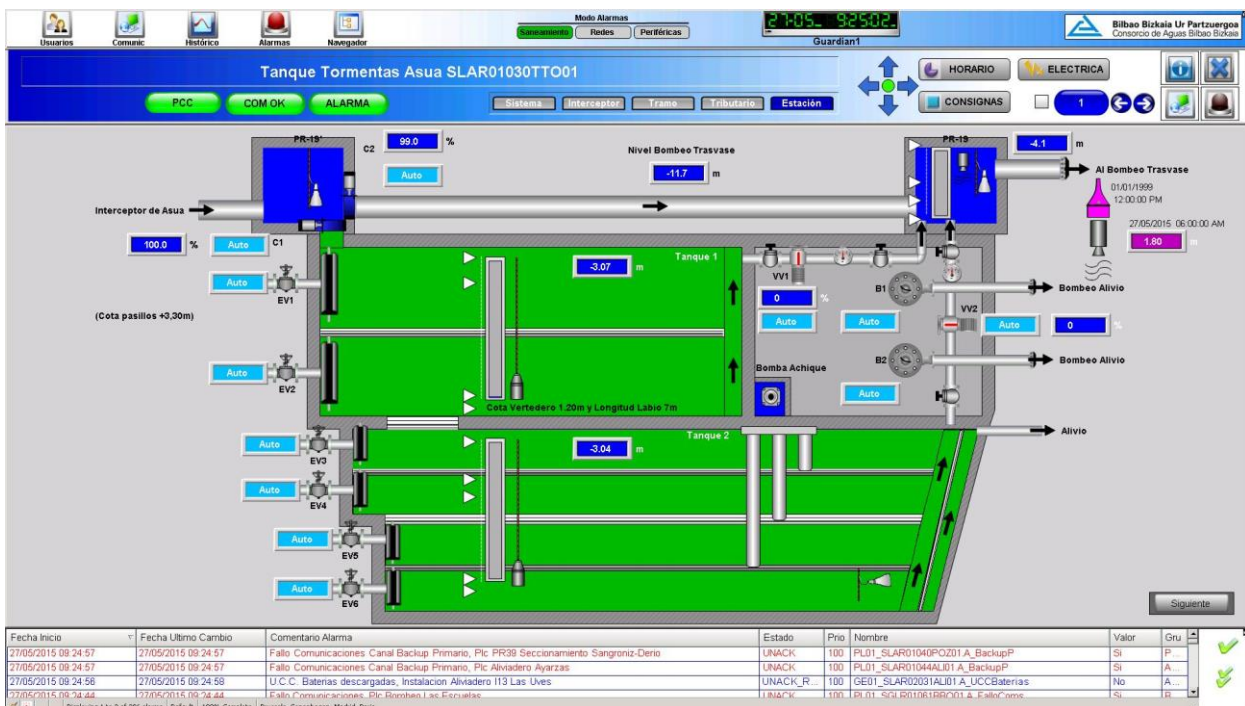
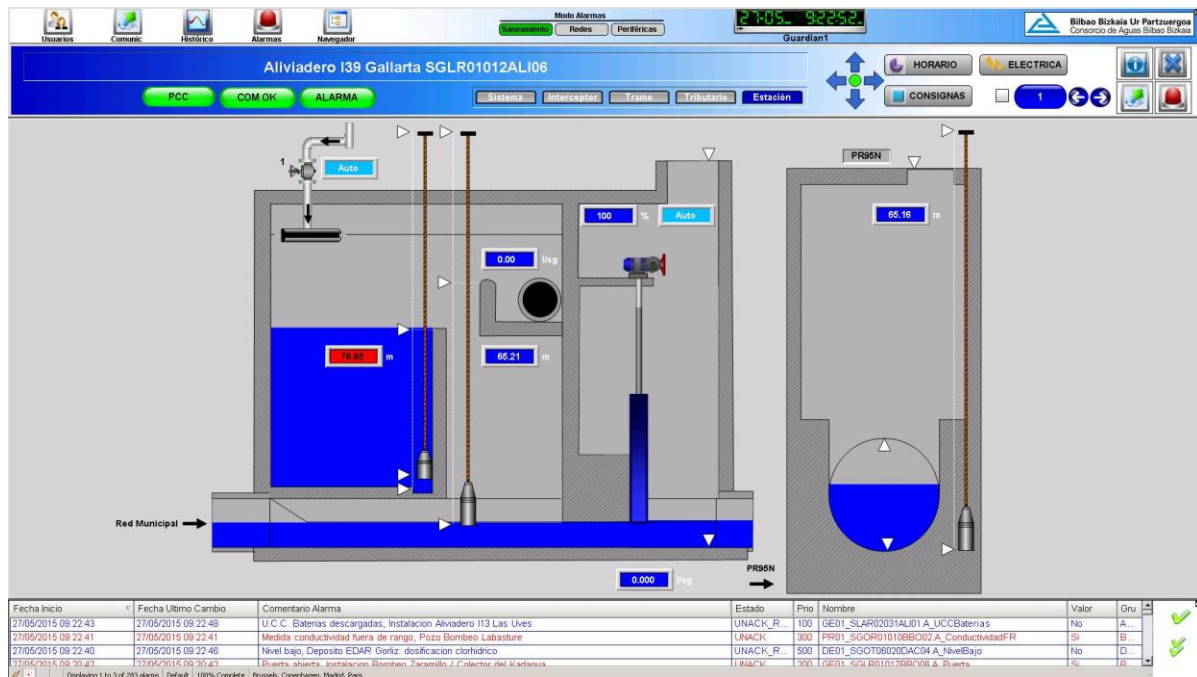


Pantalla tipo **SINÓPTICO**, se realizará una por cada zona distinta de proceso de la instalación. Si se tratase de un bombeo/aliviadero se valorará la ejecución de una (1) pantalla de este tipo a integrar en la aplicación existente.

Las pantallas sinóptico albergarán de forma dinámica la totalidad de elementos (boyas, presostatos...), equipos (bombas, válvulas...) e instrumentación (niveles pozos, caudalímetros...), y también reflejarán datos generales como el modo de funcionamiento M-0-A. A través de estas pantallas sinóptico y haciendo "click" sobre los distintos elementos que la componen se accederá a unas pantallas de menor entidad que denominaremos pantallas de detalle.



Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.

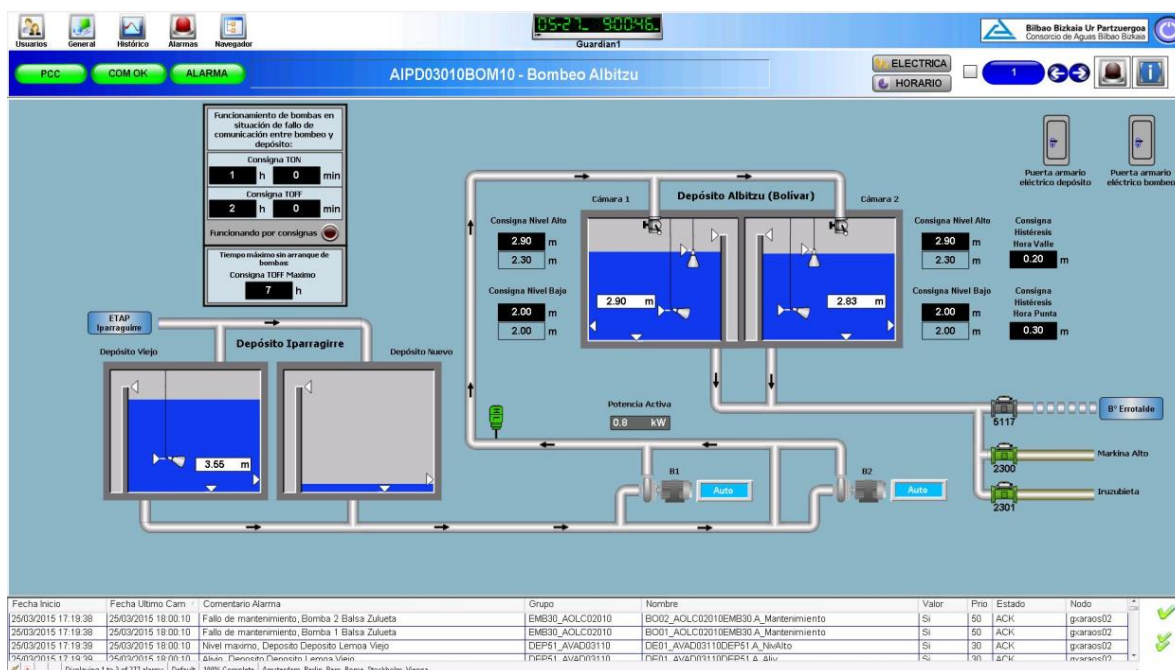


Pantalla tipo **CONSIGNAS**, se desarrollará una pantalla de este tipo que integre las consignas de funcionamiento. Dependiendo del número de consignas, se verá la necesidad de desarrollar esta pantalla o de integrar estas consignas en la pantalla de sinóptico.

Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.



Consignas integradas en sinóptico



Pantalla tipo **CONTROL HORARIO**, se desarrollará una pantalla de este tipo por cada bombeo en la cual se podrá visualizar el horario de funcionamiento de aquello que se encuentre limitado a una franja horaria. Además en esta pantalla existirá la posibilidad de poner en hora el PLC.

Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.

Control Horario Tanque Tormentas Asua

Modo Alarmas: Guardian1

Configuración en PLC

Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Activa																								
Inactiva																								

Configuración consignas

Hora	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Activa																								
Inactiva																								

Confirmar

Hora PLC Derivación **Hora del PC**

Día Mes Año Hora Min Seg Día Mes Año Hora Min Seg

27 : 6 : 2015 4 : 0 : 0 27 : 6 : 2015 9 : 25 : 29

El PLC sincroniza la hora automáticamente

Fecha Inicio	Fecha Último Cambio	Comentario Alarma	Estado	Prio	Nombre	Valor	Gru
27/05/2015 09:25:25	27/05/2015 09:25:25	U.C.C. Baterías descargadas. Instalación Aliviadero 113 Las Uves	UNACK	100	GE01_SLAR02031AL01_A_UCCBaterias	Si	A...
27/05/2015 09:24:57	27/05/2015 09:24:57	Fallo Comunicaciones Canal Backup Primario. Pico PR38 Seccionamiento Sangroniz-Denio	UNACK	100	PL01_SLAR01040PO201_A_BackupP	Si	P...
27/05/2015 09:24:57	27/05/2015 09:24:57	Fallo Comunicaciones Canal Backup Primario. Pico Aliviadero Ayarzas	UNACK	100	PL01_SLAR01044AL01_A_BackupP	Si	A...
27/05/2015 09:24:44	27/05/2015 09:24:11	Fallo Comunicaciones Canal Backup Primario. Pico Aliviadero Ayarzas	UNACK	100	PL01_SLAR01044AL01_A_BackupP	Si	A...

AVAD01720BBO02 - Bombeo El Arenao - Montellano

Modo Alarmas: None

Configuración en PLC

Hora	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Punta																								
Llana																								
Valle																								

Configuración consignas

Hora	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22	22-23	23-24
Punta																								
Llana																								
Valle																								

Estados -> Consignas Confirmar

Hora PLC Bombeo **Hora del PC**

Día Mes Año Hora Min Seg Día Mes Año Hora Min Seg

00 : 00 : 0000 00 : 00 : 00 26 : 1 : 2016 11 : 24 : 2

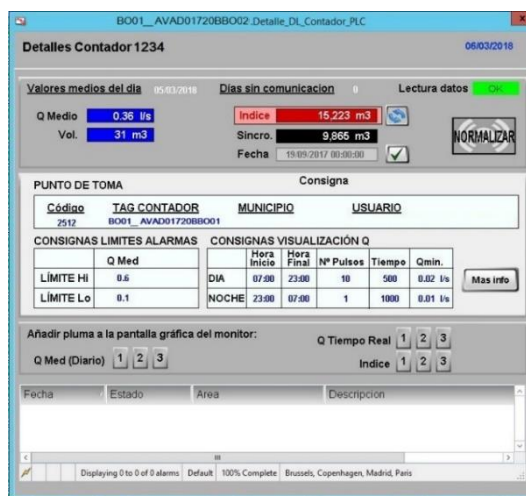
Enviar hora a PLC

Fecha Inicio	Fecha Último Cam	Comentario Alarma	Grupo	Nombre	Valor	Estado	Nodo
--------------	------------------	-------------------	-------	--------	-------	--------	------

Pantalla tipo **DETALLE**, a partir de la pantalla sinóptica y haciendo "click" en cada elemento (medida analógica, motores, válvulas...), saldrá una ventana de detalle, tipo pop up window. En esta ventana se hará una representación en detalle del elemento o equipo en cuestión, animada con indicación de estados. En ella se podrá ver y escribir las consignas, selectores de elección de modo de funcionamiento, alarmas asociadas en texto si están actuadas, etc.... Estas pantallas, siempre tendrán la misma estructura para elementos del mismo tipo. El

Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.

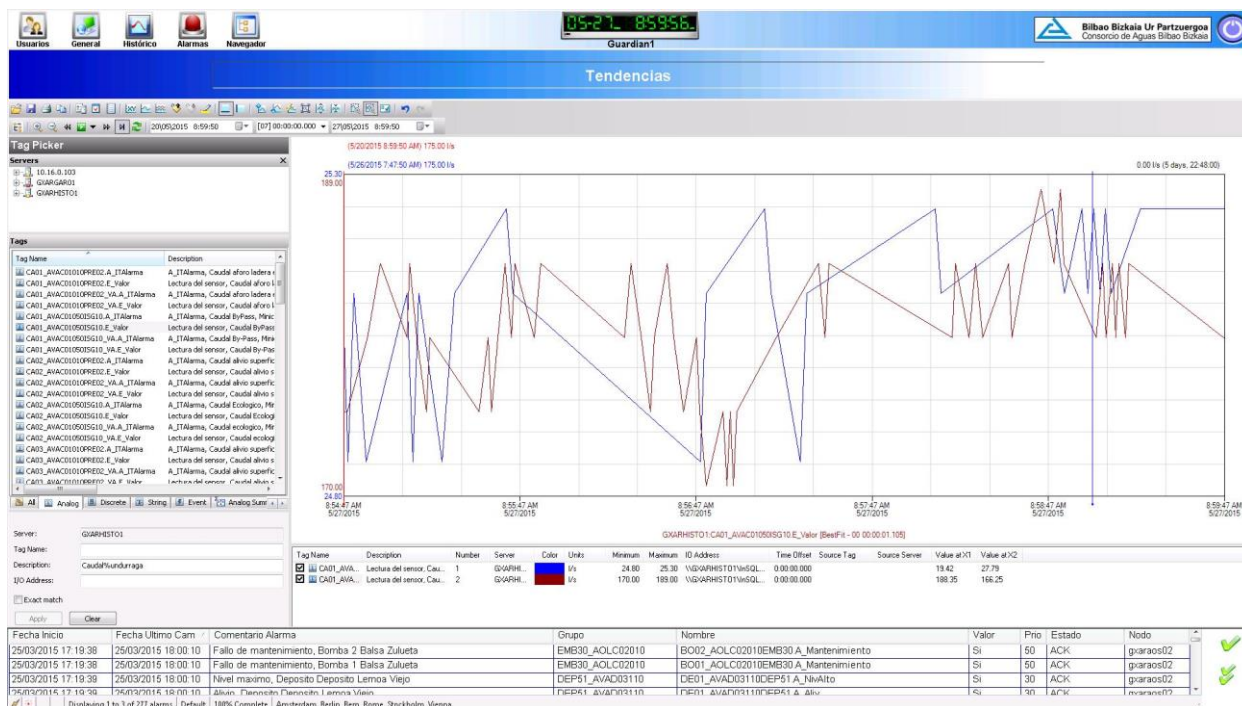
número de pantallas de este tipo a desarrollar será el correspondiente al número de elementos con mando existentes en la instalación.



Históricos

Todas las variables analógicas de la nueva estación deberán ser almacenadas en los históricos del PCC. Se archivarán, de forma general, por variación de las mismas. En la aplicación está determinado el periodo máximo de archivo de estas variables que una vez superado se almacena en un sistema back-up. Todas estas variables de la nueva estación deberán almacenarse y guardarse de la misma manera.

Todas las variables analógicas se presentarán en una gráfica como tendencias.



Alarmas y Eventos

Toda señal definida como alarma en la "descripción de funcionamiento" deberá estar representada como tal en el SCADA.

Toda señal analógica tendrá definida cuatro niveles de alarma (HH, H, L, LL).

Los mensajes de alarma y eventos, tanto en tiempo real como históricos, serán visualizados desde pantallas de la aplicación. Existe una pantalla general de alarmas en tiempo real y otra de históricos, dónde se puede realizar un filtrado a través de menús.

Se debe continuar el tratamiento de las alarmas discriminándose entre activas, reconocidas y sin reconocer.

Se definirán al menos 3 niveles distintos de alarmas según su prioridad. Será tarea del CABB/BBUP definir a qué nivel de prioridad pertenece cada alarma. Desde las pantallas de alarma se habilitará la posibilidad de filtrar las alarmas en función a su prioridad

Todas las alarmas y eventos se almacenarán en una base de datos relacional estándar de mercado (SQL) que es lo que se denomina histórico de alarmas y eventos. En la aplicación está determinado el periodo máximo de archivo de las alarmas y eventos que una vez superado se almacena en un sistema back-up. Todas las alarmas y eventos de la nueva estación deberán almacenarse y guardarse de la misma manera.

La hora y fecha de las alarmas y eventos es impuesta normalmente por el SCADA en el caso de estaciones con comunicación permanente y continua. Puede darse el caso que la estación guarde la fecha y hora de los eventos en estaciones que la comunicación es puntual, por ejemplo Estaciones autónomas con Datalogger.

Se almacena el momento en que una alarma aparece, se reconoce y desaparece.

Proyecto actualizado de Saneamiento del Puerto de Bilbao. Fase II. Muelles ampliación.

2.3.16 Control de calidad, inspecciones y puesta en marcha

2.3.16.1 Control de calidad

El suministrador, al comienzo de la obra, deberá realizar un Programa Detallado de Calidad para su aprobación por el CONSORCIO DE AGUAS que deberá incluir los protocolos de pruebas y programas de puntos de inspección (PPIs) a realizar durante el transcurso de la obra.

2.3.16.2 Inspecciones de acopio y fabricación

El Suministrador obtendrá de su proveedor certificados de las características eléctricas y mecánicas de los aparatos y de los resultados de todos los demás ensayos requeridos por las especificaciones aplicables. Estos certificados estarán a disposición de CONSORCIO DE AGUAS.

Todos los aparatos se comprobarán antes de su montaje según la norma correspondiente.

Durante el proceso de fabricación, montaje y cableado de los equipos, éstos serán sometidos a los controles indicados en el Programa Detallado de Calidad.

2.3.16.3 Cuadros de baja tensión

2.3.16.3.1 Verificaciones de diseño

Se deberán presentar certificados del fabricante original de la realización de las verificaciones de diseño según IEC 61439

2.3.16.3.2 Verificaciones individuales

Las verificaciones individuales que se deberán incluir en conformidad con la norma IEC 61439

son :

- Comprobación visual del grado de protección (11.2)
- Comprobación visual de las distancias de aislamiento (11.3)
- Comprobación visual de las líneas de fuga (11.3)
- Verificación de la protección contra choque eléctrico e integridad de los circuitos de protección (11.4)
- Comprobación visual de los componentes integrados (11.5)

Los equipos coincidirán con lo expresado en la documentación, y el material utilizado con el especificado

- Verificación de la correcta instalación
- Distribución de columnas y compartimentos.
- Disposición del aparellaje.
- Identificación Referencias de aparatos.
- Marcado de fases alimentación
- Marcado de fases salidas
- Conductores y colores utilizados
- Verificación por muestreo de las conexiones eléctricas (11.6)
- Comprobación visual de los bornes para los conductores externos (11.7)
- Verificación del funcionamiento mecánico (11.8)
 - Elementos mecánicos de mando
 - Enclavamientos
 - Cierres ...
- Verificación de las propiedades dieléctricas (11.9)
 - Ensayo a frecuencia industrial en todos los circuitos durante 1 sg, de acuerdo con el apartado 10.9.2 de la norma.
 - Como alternativa a la prueba de tensión aplicada para conjuntos con protección interna asignada hasta 250 A es la verificación de la resistencia de aislamiento. Se puede medir con un equipo de medida de aislamiento a una tensión de al menos 500 Vcc . El resultado es positivo si la resistencia de aislamiento es mayor que 1000 Ω ./V
- Comprobación del cableado, comportamiento de empleo y funcional (11.10)
 - Verificación del marcado, etiquetas colocadas (6.1)
 - Verificación de la Información relativa al conjunto (6.2)
 - Control de tensión y secuencia de fases
 - Funcionamiento de los órganos de mando
 - Desconexión de los dispositivos diferenciales por medio del botón de test
 - Pruebas de funcionamiento -Se simularán en la medida de lo posible las condiciones reales de funcionamiento y las eventualidades que pudieran presentarse durante su explotación.

2.3.16.4 Documentación final de calidad

Antes de la expedición del equipo, el Suministrador pondrá a disposición del CONSORCIO DE AGUAS para comentarios o aprobación, un "dossier" de calidad que deberá incluir lo siguiente:

- Pedido de CONSORCIO DE AGUAS.
- Programa de Puntos de Inspección cumplimentado.
- Carta de cumplimiento del Suministrador con el Pliego y otros documentos contractuales.
- Certificados de Calidad cuando sean requeridos.
- Protocolos de ensayos en fábrica.

2.3.16.5 Comprobación a la salida de fábrica

- Revisión del Dossier de calidad.
- Las partes sueltas estarán bien empaquetadas y protegidas contra la herrumbre y rotura, identificadas y sujetas de forma segura.
- Revisión de embalajes, listas de envío y contenido de bultos.
- Comprobación del cumplimiento de las instrucciones de transporte.

2.3.16.6 Comprobación a la recepción en almacén de obra

El Suministrador deberá indicar en las Instrucciones de Transporte las comprobaciones que haya que realizar a la recepción de los equipos en el almacén de obra para asegurar que los equipos y sus componentes no han sufrido daños durante el transporte.

2.3.16.7 Pruebas, puesta en marcha, recepción provisional y definitiva

El fabricante de cada equipo suministrador proporcionará una relación de las pruebas que considere necesario realizar después de la instalación de los equipos y antes de su puesta en servicio, para comprobar que no han sufrido daños durante su manipulación, almacenamiento y su instalación.

Terminados los montajes mecánicos, eléctrico, electrónico e introducidos los programas de software en todos los sistemas, incluido redes de comunicación, se procederá a efectuar las pruebas y regulaciones de todas las unidades que componen la instalación, para comprobar en vacío si el montaje ha sido adecuado y si se cumplen los cometidos de funcionamiento y operatividad diseñados. A continuación, se realizarán todas las pruebas necesarias para verificar el correcto funcionamiento de la instalación en carga en local.

En especial para las celdas de Alta tensión, y previo a la puesta en marcha de las celdas se deberá realizar el ensayo de frecuencia industrial en campo para la detección de posibles fallos de aislamiento, mediante el sometimiento de las barras a diferentes tensiones a 50Hz.

Se realizarán así mismo los ensayos que sean recomendados por el propio suministrador

Una vez validado el correcto funcionamiento de la instalación en carga y en local, se procederá a realizar las pruebas de funcionamiento para la supervisión y el control de la instalación desde los puestos de control centrales (PCE y PCC), a la vez que se prueban las comunicaciones.

NOTA: En instalaciones pequeñas, y siempre con el consentimiento por parte del CABB/BBUP, se podrá realizar la validación del funcionamiento en local a la vez que se valida el funcionamiento de la supervisión y control desde los puestos de control centrales.

En todas las fases de las pruebas deberá asistir personal representante de la empresa adjudicataria de las obras en las instalaciones afectadas por las pruebas.

Si por cualquier causa imputable al contratista no procediese realizar la recepción, se suspenderá esta y se señalará un plazo prudencial para subsanar y corregir los defectos o fallos en el caso de que fueran fácilmente corregibles. Si los defectos o fallos fueran graves y de trascendencia, se elaborará el informe preceptivo correspondiente que se comunicará al contratista para su cumplimiento obligatorio, o en su caso, para la rescisión del contrato.

El final del periodo de puesta en marcha, tras recibir toda la documentación solicitada, será otorgado por la Dirección de Obra por medio del Acta de Recepción. Durante dicho periodo la Dirección de Obra del Consorcio de Aguas solicitará las exigencias de pruebas necesarias y personal de explotación apoyará la vigilancia de maniobras y verificaciones, sin ninguna responsabilidad y siempre bajo la tutela del Adjudicatario, quien estará obligado a enseñar a utilizar directa o indirectamente el modo de explotación de la instalación al personal del Consorcio, que posteriormente de la Recepción se encargará de la explotación.

Para otorgar la Recepción será condición indispensable la entrega de toda la documentación indicada, cuyo contenido deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

2.3.17 Legalización de las instalaciones

Una vez hecho el estudio de clasificación de zonas por una empresa acreditada por ENAC y un técnico homologado y competente, las instalaciones que no estén legalizadas con su nº de expediente de Industria correspondiente, habrá que legalizarlas, realizando lo siguiente:

- Realización/modificación de la memoria técnica o proyecto eléctrico, lo que corresponda.
- Certificado de instalación, certificado de dirección de obra e informe favorable de la OCA si procede.
- Visado de los documentos anteriores en el Colegio Oficial correspondiente y presentación en la Oficina Territorial de Industria de Bizkaia para su legalización.

2.3.18 Documentación

Toda esta documentación se deberá elaborar siguiendo las especificaciones y los estándares entregados en las diferentes fases de la obra y teniendo en cuenta el ejemplo de construcción de tags entregado.

En general la documentación cumplirá con lo siguiente:

2.3.18.1 Esquemas eléctricos. Criterios de representación y elaboración

2.3.18.1.1 Normativa

La normativa a aplicar será la siguiente:

- UNE-EN 61.082-1 Preparación de documentos utilizados en electrotecnia.

- UNE-EN 81.346 Sistemas industriales, instalaciones y equipos y productos industriales. Principios de estructuración y designación de referencias
- UNE-EN 60.617 Símbolos gráficos para esquemas

2.3.18.1.2 Criterios particulares de representación

Además de lo indicado en la normativa del apartado anterior, los criterios particulares de representación de los esquemas eléctricos serán los siguientes:

Condiciones de representación de los esquemas

- Todos los circuitos sin tensión de alimentación.
- Todos los equipos sin alimentación y sobre "balda"
- Todos los accionamientos en posición intermedia
- Pulsadores de mando sin actuar
- Interruptores abiertos
- Relés diferenciales rearmados
- Pulsadores de emergencia desenclavados
- Presostatos sin presión
- Boyas de nivel sin nivel
- Pozos y depósitos sin agua
- Las denominaciones de función de PLCs (ED, SD) corresponden a señal activada con valor a "1"

Para cada accionamiento se definen los siguientes tipos de esquemas desarrollados:

- Esquema trifilar de fuerza y mando (se deberá desarrollar preferiblemente en una única hoja)
- Esquema desarrollado entradas analógicas (si procede)
- Esquema desarrollado salidas analógicas (si procede)
- Esquema desarrollado entradas digitales
- Esquema desarrollado salidas digitales

Se deben representar todos los contactos de los aparatos o relés, aunque no se utilicen.

Cada aparato o relé solamente puede figurar en una hoja, las representaciones en las diferentes hojas se harán con referencias cruzadas que indicarán el nº de hoja y columna.

Simbología de elementos

La simbología de elementos está compuesta por números y letras. Los números anteriores a las letras indican la página en la que está ubicado el elemento al que se refieren. Las letras definen el tipo de elemento al que se refieren y los números posteriores a las letras señalan la columna en la que se ubica el equipo en la página.

Los tipos de elementos se definen con las siguientes letras:

- D Diferencial y detector
- M Motor
- Q Interruptores
- QK Interruptores guardamotores
- K Relé
- KM Contactor
- L Inductancia
- C Condensadores
- P Aparato indicador, registrador, contador, conmutador horario
- T Toroidales y transformadores

- X Repartidor, carril, enchufes,
- S Pulsadores, interruptores puerta,
- R Resistencia
- H Lámpara
- G Generador, SAI y fuente de alimentación
- F Cortacircuito fusible
- U Convertidor frecuencia, arrancador estático
- V Válvula
- 1.X, 2.X... Borneros

Para la denominación de los equipos de instrumentación o contactos de los mismos se utilizarán las siguientes letras:

- A Análisis
- B Quemador
- C Conductividad eléctrica
- D Densidad
- E Voltaje
- F Flujo
- I Corriente Eléctrica
- J Potencia
- L Nivel
- M Humedad
- P Presión o Vacío
- Q Caudal
- S Velocidad o frecuencia
- T Temperatura
- V Vibración
- W Peso o fuerza
- Z Posición

2.3.18.1.3 Planos a incluir

La documentación eléctrica a generar y entregar contendrá los siguientes planos:

- Portada (nombre del aliviadero, colector e interceptor, código prisma y número de estación)
- Índice de planos, indicando revisión, fecha y modificación
- Condiciones de representación
- Simbología
- Condiciones de denominación e identificación
- Hoja de características del armario.
- Plano con datos de la estación, indicando las cotas del terreno, ubicación sondas, etc. (hoja estándar del CABB/BBUP)
- Planos a escala del frente de los cuadros eléctricos y de control. Disposición equipos
- Planos unifilares
- Planos de distribución de tensiones de mando
- Planos trifilares de fuerza y mando
- Planos de arquitectura de control
- Planos de frente del PLC
- Planos de distribución de tensiones de control
- Planos desarrollados. Entradas analógicas

- Planos desarrollados. Salidas analógicas
- Planos desarrollados. Entradas digitales
- Planos desarrollados. Salidas digitales
- Planos de interconexión interna y externa.
- Listado de mangueras de cables, indicando tipo cables, sección y longitudes.
- Listado de materiales.

2.3.18.2 Cuadernos de tareas. Criterios de elaboración

A partir del **Cuaderno de tareas tipo** que entregará el CABB/BBUP y previamente a la programación del PLC, se redactará un documento que consistirá en una descripción del funcionamiento de la instalación. Este documento incluirá, en este orden:

- Un índice y una tabla de control de versiones.
- Un listado de elementos que intervienen en la instalación (motores e instrumentación).
- Un listado de los sistemas M-0-A que dispone la instalación.
- Entradas físicas: Un listado completo de entradas conectadas directamente al PLC de la instalación conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- Entradas Comunicadas: Un listado completo de entradas obtenidas a través de comunicaciones de equipos de periféricos al PLC (Simocodes, TesysT, Variadores,) conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- Variable de entrada: Un listado completo de señales de órdenes obtenidas de los sistemas de supervisión y control, conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- Salidas físicas: Un listado completo de salidas conectadas directamente al PLC de la instalación conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- Salidas Comunicadas: Un listado completo de salidas actuadas a través de comunicaciones de equipos de periféricos al PLC (Simocodes, TesysT, Variadores,) conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- Variables de salida: Un listado completo de señales de estados y alarmas destinados a los sistemas de supervisión y control para ser representados en ellos, conteniendo la dirección y una descripción de la misma.
- DB Usuario: Un listado completo de las diferentes de los valores parametrizables a nivel interno del PLC (rangos de analógicas, cotas de la instalación, intensidades de los motores, tiempos...)
- Una introducción con la memoria descriptiva de la instalación, las coordenadas geográficas y las cotas más representativas de la misma (cotas de las cámaras, cotas de aspiración, cotas de boyas y de sondas, cotas de soleras...).
- Un capítulo de generalidades donde se describen y los detalles generales de la instalación, como:
 - Las alarmas generales de la instalación y el reconocimiento de las mismas.
 - Los rearmes generales de la instalación.
 - La gestión del mando y su representación, el modo de funcionamiento de los sistemas (Manual, automático, fuera de servicio), el arranque del PLC, las señales analógicas, el avisador telefónico...
 - Las direcciones IP de todos los equipos con comunicaciones Ethernet.
- Un apartado donde se describen las alarmas propias del hardware de PLC.
- Un apartado donde se describe el funcionamiento de cada uno de los equipos que componen la instalación. Incluyendo:
 - Enclavamientos. Elementos que impiden la marcha de un equipo en cualquier circunstancia, tanto en manual como en automático.

- Alarmas. Son anomalías propias del equipo, y otras generales de la instalación, que deben ser señalizadas en el SCADA. (Ej: Disparo protección diferencial Bomba).
 - Rearmes
 - Señalización
 - Funcionamiento en manual.
 - Funcionamiento en automático.
 - Horas de funcionamiento y nº arranques
- Un apartado donde se describe las diferentes posibilidades de explotación disponibles en la instalación gracias a la aparamenta comunicable.

Como norma general, en instalaciones "pequeñas" (bombeos, aliviaderos...) se elaborará un único cuaderno de tareas para toda la instalación independientemente del número de sistemas que esta contenga. En instalaciones grandes (EDAR, ETAP...) se elaborará un cuaderno de tareas por sistema existente en la instalación...

Mapas de comunicación

Además, junto con el cuaderno de tareas, se entregará unos mapas de comunicaciones en formato Excel.

- Se elaborará un listado completo de alarmas de la instalación a representar en los sistemas de supervisión y control conteniendo la dirección y una descripción de la misma (Ej: DB1.DBX0.0 Bomba 1 Agua bruta Fallo confirmación de marcha)
- Se elaborará un listado completo de señales de estados que los sistemas de supervisión y control deben leer del PLC conteniendo la dirección y una descripción de la misma (Ej: DB2.DBX0.0 Bomba 1 Agua Bruta en Automático)
- Se elaborará un listado completo de señales de órdenes que los sistemas de supervisión y control deben escribir sobre el PLC conteniendo la dirección y una descripción de la misma (Ej: DB3.DBX0.0 Bomba 1 Agua Bruta Petición de Automático)

2.3.18.3 Documentación a entregar

Toda la documentación entregada se deberá entregar en formato original de diseño y en formato PDF, de tal manera que esta siempre pueda ser editada y/o modificada utilizando los correspondientes programas de edición.

Se deberá incluir en el proyecto constructivo definitivo todos los esquemas correspondientes a las instalaciones eléctricas y de control, en esquemas desarrollados y multifilares generados, según la normativa UNE-EN 81.346.

Los documentos, tablas, cálculos, etc., se realizarán preferiblemente en formato DIN-A4. Se utilizará Microsoft Office como soporte informático.

Los catálogos, certificados de ensayos de rutina, documentos informativos, etc., se presentarán en formato original.

Los certificados tipo, si los hubiere, se presentará copia del original.

Toda la documentación se presentará en castellano. Para los catálogos se admitirá el inglés.

La documentación generada se entregará tanto en papel como en soporte informático **(1 copia en papel y otra en soporte informático)**.

Todas los programas y copias de seguridad a todos los efectos serán propiedad del CONSORCIO DE AGUAS. Así mismo se entregarán y serán propiedad del Consorcio todos los módulos software que sean necesarios para la programación de los autómatas (módulos de comunicaciones, funciones de regulación, etc. etc.).

Toda la documentación se deberá entregar actualizada, acorde a como haya quedado tras la puesta en marcha ("As built").

Se entregarán, al menos, los siguientes documentos:

2.3.18.3.1 Celdas o Cuadro eléctrico

- Esquemas eléctricos desarrollados siguiendo los criterios indicados en el apartado "Esquemas eléctricos. Criterios de representación y elaboración".

El desarrollo de los esquemas eléctricos se realizará en Eplan P8 en instalaciones nuevas, en Autocad V.14 (o posterior) o Eplan P8 en instalaciones a remodelar (en función del formato de la documentación existente). En Eplan P8 se deberá entregar una copia de la colección de planos en soporte digital (formato "zw1") y en Autocad una copia de todos los planos en DWG, y en ambos casos una copia en **único documento en pdf**.

- Certificados de cuadros y componentes principales
- Cálculos (de cables, conducciones, etc....)
- Planos de enclavamiento
- Planos de bancada. Detalle de anclajes
- Libros de instrucciones y mantenimiento de los interruptores y relés electrónicos
- Catálogos de componentes
- Esquemas de componentes
- Ensayo de comprobación de dimensiones
- Ensayos funcionales
- Ensayo de frecuencia industrial
- Ensayo de aislamiento
- Certificado de los ensayos tipo

2.3.18.3.2 Equipos

- Lista de equipos (equipos, controladores, motores, instrumentaciones...).
- Planos de implantación de equipos en campo.
- Planos de detalle

2.3.18.3.3 Cables y bandejas

- Planos de recorrido de bandejas
- Planos de recorrido de cables
- Listado de cables, indicando: composición, origen, destino, recorrido, longitud, tipo, etc.
- Certificado de cables
- Certificado de materiales

2.3.18.3.4 Red de tierras

- Planos de detalle de uniones
- Mediciones de resistencia de p.a.t
- Mediciones de tensiones de paso y contacto

2.3.18.3.5 PLC

- Manuales técnicos de todos los elementos de hardware que conformen el PLC. (CPU, chasis, tarjetas de comunicaciones, etc.).
- Cuadernos de tareas y mapas de comunicaciones siguiendo los criterios indicados en el apartado "Cuadernos de tareas. Criterios de elaboración".
- Esquema de comunicaciones global en el cual se represente toda la infraestructura hardware de red, las direcciones IP y los diferentes canales de comunicación de todas las instalaciones con las que tenga dependencias la instalación en cuestión.
- Libro de estilos con el funcionamiento manual de todos los motores tipo.
- Libro de estilos de las comunicaciones.
- Copia de seguridad completa (editable, con comentarios, y resto de instalaciones en caso de tratarse de un multi-proyecto) del programa de PLC en el formato propio del fabricante.

Nota: Todos los módulos generados estarán "abiertos", ninguno podrá estar protegido mediante contraseña.

- Manuales de mantenimiento de los programas instalados.
- Documentación original de todas las licencias suministradas, justificante de abono y un manual de instalación de las mismas.
- Memoria de funcionamiento.
- Situación de capacidad final de los equipos de supervisión y control (márgenes de reserva).

2.3.18.3.6 Hmi

- Copia de seguridad completa (editable con comentarios) del programa de instalado en el HMI en el formato propio del fabricante.
- Un "Manual de operación del HMI" de la nueva instalación conteniendo todas las pantallas existentes (una pantalla de detalle de cada tipo) y una descripción de la forma de operar sobre ellas.
- Imágenes estáticas de las pantallas definitivas del HMI y formato digital tipo jpg.
- Manuales de mantenimiento de los programas instalados.
- Documentación original de todas las licencias suministradas, justificante de abono y un manual de instalación de las mismas.

2.3.18.3.7 Resto de equipos de la instalación

- Manuales técnicos de los equipos.
- De todos los elementos externos al chasis del PLC pero que requieran programación (variadores, arrancadores, analizadores de redes, Switches, Routers, apartamenta inteligente...) se deberá entregar un manual de programación de los mismos, programas de programación y parametrización necesarios, un listado de aquellos valores que se han modificado respecto del valor de fábrica y si el dispositivo lo permite, una copia de seguridad en soporte informático.
- En caso de existir equipos (analizadores de redes, variadores, apartamenta inteligente...) que intercambien datos con el PLC mediante comunicación, se entregará información acerca del protocolo utilizado, mapeado de información, estructura de tramas intercambiadas, ...
- Documentación original de todas las licencias suministradas, justificante de abono y un manual de instalación de las mismas.

2.3.18.3.8 PCs.SCADA

- Copia de seguridad completa (de la galaxia completa) del programa de SCADA IAS (Wonderware) en el formato propio del fabricante.
- Copia de seguridad de cada uno de los objetos creados en el SCADA IAS para la instalación en cuestión, en el formato propio del fabricante.
- Mapeado de SCADA (Excel), donde se indique la parametrización realizada en cada uno de los objetos instalados en el SCADA para la supervisión y control de la instalación en cuestión.
- Un "Manual de operación del SCADA" de la nueva instalación conteniendo todas las pantallas existentes (una pantalla de detalle de cada tipo) y una descripción de la forma de operar sobre ellas.
- Imágenes estáticas de las pantallas definitivas del SCADA y formato digital tipo jpg.
- Copia de seguridad, código fuente, documentación y manual de instalación de todos los programas instalados realizados "a medida".
- Instalador, documentación y manual de instalación de todos los programas comerciales instalados.
- Manuales de mantenimiento de los programas instalados.
- Documentación original de todas las licencias suministradas, justificante de abono y un manual de instalación de las mismas.

2.3.18.3.9 Manuales de maniobra instalación Alta Tensión

En particular para las instalaciones de alta tensión se deberá elaborar un manual de maniobra que deberá describir con detalle las maniobras necesarias para el correcto funcionamiento y explotación de la instalación.

Se deberá incluir como mínimo en dicho documento los siguientes apartados.

- Objeto
- Normativa aplicable
- Descripción de la instalación
- Esquema unifilar
- Identificación grafica de la aparamenta
- Relación de maniobras a realizar por trabajadores autorizados
 - Procedimiento a seguir en cada maniobra
- Relación de maniobras a realizar por trabajadores cualificados
 - Procedimiento a seguir en cada maniobra

Previo a la realización del manual el CABB/BBUP entregará como ejemplo el manual de maniobra de otra instalación (como por ejemplo el manual realizado para la EDAR de Markina).

2.3.18.3.10 Calidad

La documentación indicada en el apartado "Control de calidad, inspecciones y puesta en marcha".

2.3.18.3.11 Documentación legal y garantía

- Documentación Legal
 - Proyecto de baja tensión.
 - Certificados de Industria.
 - Inspección de la OCA
 - Estudio de Clasificación de zonas (si procede)
- Garantías
 - Plazos, contacto servicio técnico, etc...

2.3.18.3.12 Fotos finales

La documentación final será acompañada con las siguientes fotos:

- Alrededores del emplazamiento de los cuadros.
- Interior y exterior de los cuadros suministrados.
- PLC
- Fuente de alimentación unidad de control y conmutación y batería
- Sinóptico
- Instrumentación de campo incluyendo los controladores y displays.
- Instalaciones realizadas en cuadros ajenos a los suministrados.
- Resto de equipos suministrados en la obra.

NOTA: Toda la documentación realizada y aprobada en fase de ingeniería deberá ser actualizada con las modificaciones surgidas en puesta en marcha para la elaboración de la documentación "As built" a entregar y debe estar incluido dentro del alcance de documentación de la obra.

2.3.19 Coordinación

2.3.19.1 Objeto

El objeto de este apartado es definir a grandes rasgos el orden y la coordinación las diferentes tareas a realizar para llevar a cabo la integración de nuevas instalaciones o realizar remodelaciones en instalaciones existentes del CABB/BBUP, siguiendo los estándares y los criterios generales definidos anteriormente, de cara a una integración, explotación y mantenimiento sostenible.

Dentro del desarrollo de la integración de una nueva instalación o la modificación de una instalación del CABB/BBUP existen diversos interlocutores que deben de coordinar sus trabajos para desarrollar un proyecto con plenas garantías de éxito.

Los principales interlocutores en la ejecución de una obra son los siguientes:

- Dirección de Obra (**DO**): Cualquiera de los departamentos del CABB/BBUP encargado responsable de la obra en cuestión (gestión de activos, proyectos y obras, explotación, mantenimiento...).
- Departamento sistema se control de la subdirección de Gestión de Activos (**ICOM**). Área encargada de la validación y el mantenimiento de las soluciones eléctricas y de control.
- Asistencia Técnica a la DO (**AT**): Empresa designada como asistencia técnica a la dirección de obra (apoyo a DO).
- Contratista (**CO**): Adjudicatario de la obra.

Además de estos interlocutores, pueden existir otras figuras implicadas en la obra que, en función de los requisitos establecidos en proyecto o de lo que se concrete en la reunión de lanzamiento, pueden participar de diferentes maneras en la coordinación de las obras.

Por ejemplo, por parte del **CO** pueden ser que participen varias subcontratas en la coordinación de los trabajos de una misma obra, y que participen en paralelo (asistiendo todos los departamentos a las reuniones) o de manera jerarquizada (de tal manera que la información recogida en las reuniones/correos/... deba ser transmitida al resto de subcontratas). En este caso, excepto que se indique expresamente lo contrario, el **CO** será una figura indispensable en todas las reuniones/correos/... de coordinación que se compartan durante la ejecución de la obra y por lo tanto el responsable de transmitir la información (o las diferentes modificaciones/actualizaciones) al resto de participantes a los que se destina y puede afectar dicha información (de manera bidireccional, bien hacia sus subcontratas/colaboradores o hacia la **DO/AT/ICOM**).

Lo mismo puede ocurrir del lado del CABB/BBUP, que puede ser que participen varios departamentos en la coordinación de los trabajos de una misma obra, y que participen en paralelo o de manera jerarquizada. En este caso, la persona o personas designadas en la reunión de lanzamiento como interlocutores directos de la obra por parte del CABB/BBUP, serán los responsables de transmitir la información a los diferentes departamentos/participantes (de manera bidireccional, bien hacia los diferentes departamentos del CABB/BBUP o hacia la **DO**).

Además de estos interlocutores, el **CO** designará un único interlocutor para coordinación de las labores eléctricas y de control, con conocimientos técnicos eléctricos, de control y comunicaciones, y que estará presente en todas las pruebas de taller (FAT) y de campo que se realicen (SAT).

2.3.19.2 Fases de Proyecto

A continuación se enumeran de manera cronológica las principales fases de ejecución (y que por lo tanto deben ser coordinadas) de una obra:

- Reunión de lanzamiento.
- Replanteo y planificación.
- Documentación de seguridad, medioambiente y calidad
- Ingeniería básica
- Ingeniería de detalle
- Fabricación
- Puesta en marcha en taller
- Montaje en campo
- Puesta en marcha automatismo local (en la instalación)
- Puesta en marcha automatismo remoto
- Documentación As-Built

Aunque en la ejecución de la obra se debe mantener inalterable el orden de ejecución de las fases indicadas, dentro de cada una de ellas la mayoría de las tareas se podrán ejecutar en paralelo minimizando así los tiempos de cada una de las fases.

2.3.19.3 Reunión de lanzamiento

En esta fase se definen los datos de partida. Se realizará una reunión inicial entre la **DO, AT y CO e ICOM**. En esta reunión se definirán y concretarán los detalles de la obra entre todos los participantes:

- Solicitud/Nombramiento de interlocutores de la obra. (Incluido el interlocutor para coordinación de las labores eléctricas y de control)
- Labores a realizar en la obra.
- Entrega de condiciones complementarias.
- Presentación y validación (certificados y conocimientos requeridos por el CABB/BBUP) de las subcontratas participantes en la obra.

También se realizará entrega por parte de **DO/AT/ICOM** de la toda documentación disponible relacionada con la obra:

- Definición equipos electromecánicos.
- Directrices de funcionamiento, documentación del proyecto a ejecutar.
- Arquitectura de comunicaciones.
- Documentación actual existente (en instalaciones a remodelar). Puede darse el caso de que la documentación no sea completa y/o no esté actualizada. En instalaciones a remodelar de las que no haya documentación completa, el contratista deberá obtener la información de los equipos existentes.
- Documentación de referencia a tener en cuenta en la ejecución de la obra (estándares, guías de estilos, esquemas eléctricos, programas, cuadernos de tareas, pantallas...)

2.3.19.4 Replanteo y planificación

Con la información del proyecto y la información recogida en la reunión de lanzamiento, el **CO** deberá realizar el replanteo de los trabajos de la obra (especialmente exhaustivo en instalaciones a remodelar) y elaborar un informe con las conclusiones del mismo.

Una vez realizado el replanteo y validado el alcance, será responsabilidad del CO asumir las diferencias que puedan surgir entre la realidad y la ingeniería obtenida del replanteo.

Una vez aclarado y comprobado el alcance de los trabajos a realizar, el **CO** realizará una planificación detallada de todos los trabajos a realizar en la obra, atendiendo a los tiempos de ejecución indicados en su oferta.

La planificación deberá ser validada por la **DO/AT/ICOM** al comienzo de la obra.

IMPORTANTE: Esta planificación deberá ir siendo actualizada y entregada al CABB/BBUP durante todo el transcurso de la obra, siempre que se produzca un desvío sobre la planificación inicial. Cuando las desviaciones afecten a la fecha final de entrega de la obra, según sean detectadas, además de actualizar la planificación, el **CO** deberá comunicar obligatoriamente a la **DO/AT/ICOM** las causas y el tiempo estimado de desviación.

2.3.19.5 Documentación de seguridad, medioambiente y calidad

Una de las primeras tareas a realizar por el **CO** será la de ir preparando la documentación de seguridad, medioambiente y calidad, ya que será necesaria para el acceso a trabajar en las instalaciones. Este, deberá tener en cuenta todos los participantes de la obra a la hora de elaborar esta documentación (subcontratas...).

El tipo de documentación a generar en esta fase dependerá del tipo y volumen de trabajo a realizar en la obra.

Todo lo relativo a la prevención de riesgos laborales se realizará de acuerdo al procedimiento de actividades empresariales.

2.3.19.6 Ingeniería básica

Tras el replanteo de la obra, el **CO** comenzará con la elaboración de la ingeniería básica. Esta ingeniería básica se elaborará partir de la información recibida en la fase de "Reunión de lanzamiento", "Replanteo y planificación". Generalmente consta de los siguientes documentos:

- **Memoria de funcionamiento.**
- **Lista de equipos (consumidores e instrumentación).**
- **Lista de sistemas.**
- **Listado preliminar de señales del PLC.**
- Arquitectura de control. Tras su validación el **CO** deberá realizar las solicitudes de alta necesarias al CABB para la conexión de las instalaciones a sus redes de comunicaciones.
- Estudio de las capacidades de los equipos de supervisión y control para verificar si las mismas son suficientes para la ejecución de las obras, manteniendo los márgenes de reserva solicitados.
- Distribución de los cuadros (frentes), esquemas unifilares, planos de implantación, listado de marca y modelo de los principales materiales y cálculos eléctricos.

Toda esta documentación debe ser enviada según se vaya disponiendo de ella a la **DO/AT/ICOM** para su revisión ya que será la base para la elaboración de la ingeniería de detalle.

Tras la elaboración de toda esta documentación el **CO** propondrá una reunión con **ICOM** antes de empezar a trabajar en la obra, con el fin de revisar/actualizar los estándares a aplicar.

Desde **ICOM** se harán todos los comentarios necesarios a la ingeniería básica para que se adapte a los criterios que se establecen en los sistemas de supervisión y control del CABB.

Esta ingeniería deberá ser revisada tantas veces como sea necesario hasta lograr una calidad mínima para avanzar en las siguientes fases.

2.3.19.7 Ingeniería de detalle

Tras la elaboración y revisión de la ingeniería básica y la reunión con ICOM, el **CO** comenzará con la elaboración de la ingeniería de detalle.

La ingeniería de detalle se elaborará partir de la ingeniería básica. Generalmente consta de los siguientes documentos:

- **Ingeniería de detalle necesaria para construcción de cuadros:**
 - **Esquemas Eléctricos.**
 - **Lista de materiales.**
- **Ingeniería de detalle necesaria para la programación:**
 - **Mapa de Comunicaciones.**
 - **Cuadernos de tareas.** (Incluyendo el listado de señales completo – Físicas y comunicadas.).
 - **Bocetos de pantallas.**
 - **Mapeado de SCADA (Plantillas a utilizar).**
- **Ingeniería de detalle necesaria para el montaje en campo:**
 - **Red de tierras.**
 - **Implantación de equipos.**
 - **Planos de canalizaciones.**

Toda esta documentación se deberá elaborar siguiendo las especificaciones indicadas en el apartado "Documentación" y la documentación de referencia entregada en la fase de "Reunión de Lanzamiento", y debe ser enviada según se vaya disponiendo de ella a la **DO/AT/ICOM** para su revisión ya que será la base para la compra de materiales, fabricación de los cuadros, programación de equipos...

Se podrán realizar aprobaciones parciales de la documentación, con el fin de poder ir avanzando con las siguientes tareas a realizar.

Toda esta documentación deberá estar en el mismo nivel de actualización, es decir, toda la documentación deberá recoger las últimas actualizaciones. (Por ejemplo, si se añaden señales nuevas, estas deben ser actualizadas en esquemas eléctricos y en cuadernos de tareas, programación...).

2.3.19.8 Fabricación

Tras la elaboración y revisión de la ingeniería de detalle, el **CO** comenzará con la ejecución de los trabajos en taller/oficina, que generalmente se trata de los siguientes:

- **Compra de materiales:** Se procederá a la compra de los materiales aprobados en la "Lista de materiales" y "esquemas eléctricos desarrollados" de la fase de "Ingeniería de detalle".
- **Construcción de cuadros eléctricos:** A partir de los "Esquemas eléctricos" y de la "Lista de materiales" aprobados en la "Ingeniería de detalle" el **CO** construye los cuadros en el taller. Una vez contruidos, la **DO/AT/ICOM** (si se considera necesario, o en función de los PPIs definidos) realizarán una inspección visual del mismo, atendiendo (a grandes rasgos) a los siguientes conceptos:
 - Disposición de los elementos: correspondencia con la ingeniería eléctrica
 - Identificación de los elementos
 - Normativa aplicable: constructiva, de seguridad, etc...
 - Reservas, tanto de espacio como de equipamientos.
 - ...
- **Programación de PLC:** A partir de la aprobación de los cuadernos de tareas, los programas ejemplo y las librerías de bloques estándar que el CABB/BBUP entrega en la fase de "Reunión de lanzamiento" y en la "reunión con ICOM", el **CO** realiza la programación del PLC en su taller. La **DO/AT/ICOM** (si se considera necesario y en función de los PPIs definidos) revisará la programación atendiendo (a grandes rasgos) a los siguientes conceptos:
 - Listado de señales tratadas correcto.
 - Correspondencia total con el cuaderno de tareas.
 - Programa entendible y mantenible.
 - Estandarización. Utilizan las librerías estándar.
 - Nuevos bloques creados según filosofía/estándar del CABB/BBUP. (Coordinados/Validados con ICOM).
 - Programación completamente comentada.
 - ...
- **Programación de Sistemas de supervisión y control (PCC, PCE y OP):** A partir de la aprobación de las pantallas y mapeados de SCADA (Plantillas a utilizar), los programas ejemplo y las librerías estándar que el CABB/BBUP entrega en la fase de "Reunión de lanzamiento" y en la "reunión con ICOM", el **CO** realiza la programación de los sistemas de supervisión y control en su taller. La **DO/AT/ICOM** (si se considera necesario y en función de los PPIs definidos) revisará la programación atendiendo (a grandes rasgos) a los siguientes conceptos:

- Distribución correcta de todos los elementos gráficos.
- Representación de todas las señales.
- Representación estándar de todos los elementos gráficos.
- Nuevos elementos gráficos creados según filosofía/estándar del CABB/BBUP. (Coordinados/Validados con ICOM)
- Programa entendible y mantenible.
- Estandarización. Utilizan las librerías estándar.
- Nuevos bloques/plantillas creados según filosofía/estándar del CABB/BBUP. (Coordinados/Validados con ICOM)
- Programación completamente comentada.
- ...

2.3.19.9 Puesta en marcha en taller

Una vez finalizados los trabajos de construcción y programación en el taller, el **CO** realizara en el taller las verificaciones eléctricas (según normativa) y comprobaciones que considere necesarias para garantizar que la construcción y funcionamiento del suministro eléctrico y de control (programación/parametrización) funciona acorde a lo definido en la ingeniería de detalle (cuadro eléctrico, PLC, OP, equipos de comunicaciones, PCC, PCE...).

Cuando el contratista considere que la construcción y programación/parametrización del suministro eléctrico y de control funciona de manera correcta, acordará con la **DO/AT/ICOM** el inicio de las pruebas conjuntas en taller.

En estas pruebas en taller, el interlocutor para coordinación de las labores eléctricas y de control realizara la puesta en marcha completa de la instalación (cuadro eléctrico, PLC, OP, equipos de comunicaciones, PCC, PCE...) con la supervisión de la **DO/AT/ICOM**, probando todos los funcionamientos y las señales descritas en el cuaderno de tareas (el **100%**) y simulando las condiciones ideales y todas las posibles anomalías que se puedan dar en el proceso (disparos de protecciones, fallos de equipos, todas las alarmas, todos los enclavamientos, funcionamiento manual, funcionamiento automático...).

Esto aplica también a modificaciones a realizar sobre instalaciones existentes. Se verificará el funcionamiento completo de la obra en base a maquetas, simuladores y otro tipo de herramientas acordadas con **ICOM**.

El **CO** deberá disponer de personal capacitado para la realización de estas pruebas y realizar las correcciones necesarias. (Programación de PLC, Programación de Sistemas de Supervisión, Simulación de señales y defectos eléctricos, parametrización de equipos, comunicaciones...)

Si durante el desarrollo de estas pruebas a juicio de la **DO/AT/ICOM** no tiene la construcción/programación del conjunto eléctrico y de control no tiene el grado de calidad suficiente (5% de señales erróneas), las pruebas se suspenderán y se establecerá un periodo para que el **CO** subsane los errores detectados y vuelva a verificar el correcto funcionamiento del suministro eléctrico y de control. Este proceso podrá repetirse cuantas veces sea necesario.

El objetivo de esta fase de proyecto es:

- Verificar que el cuadro eléctrico y la programación se corresponden totalmente con la ingeniería de detalle desarrollada.
- Corregir el máximo de errores que se pueda de cableados, programaciones y comunicaciones con el fin de abordar la puesta en marcha en la instalación con el máximo de garantías posible.
- Minimizar el máximo posible los tiempos de puesta en marcha.

En esta fase el **CO** deberá rellenar y entregar a la **DO/AT/ICOM** todos los PPIs (Programa de puntos de inspección) que se hayan concretado en el procedimiento de calidad redactado al comienzo de la obra para su validación.

2.3.19.10 Montaje en Campo

Una vez finalizada la puesta en marcha en el taller, validados los PPIs (Programa de puntos de inspección) estipulados en el procedimiento de calidad, y tras recibir un consentimiento expreso por parte de la **DO/AT/ICOM** para abordar esta fase, el **CO** comenzará con los trabajos de montaje en campo, que generalmente se tratan de:

- Traslado y montaje de cuadros en obra
- Montaje de equipos.
- Tendido de bandejas, tubos y cables.
- Conexión de los cables de fuerza y control.
- Comprobación de los sentidos de giro de los motores.
- Ajuste y calibración de la instrumentación.
- Etc...

IMPORTANTE: Todos los trabajos serán realizados de acuerdo a lo indicado en el plan de seguridad.

2.3.19.11 Puesta en marcha (en la instalación)

Tras la realización del montaje en campo, se procederá a la puesta en marcha final de la instalación, que consta de tres fases:

- **Comprobación de instalación de campo:** El **CO** realizará las verificaciones y comprobaciones que considere necesarias para garantizar que la instalación funciona y se ha realizado acorde a lo especificado en la ingeniería de detalle. Generalmente se trata de:
 - Tendido y conexión de mangueras.
 - Tierras.
 - Sentidos de giro de los motores.
 - Conexiones en los equipos externos a los cuadros.
 - Señales del PLC.
 - Suministro eléctrico adecuado para garantizar la funcionalidad de la instalación.
 - Comunicaciones con la aparamenta y/o equipos de campo (controladores electrónicos de motores, variadores, controladores de sondas...) y con la red de comunicaciones del CABB.
 - ...

La **DO/AT/ICOM** (si se considera necesario y en función de los PPIs definidos) revisará la instalación realizada.

- **Puesta en marcha de la instalación en local:** Una vez realizado este primer control por parte del **CO**, el interlocutor para coordinación de las labores eléctricas y de control procederá a realizar la puesta en marcha completa en conjunto con la **DO/AT/ICOM**. El objetivo de esta fase de proyecto es verificar la operatividad completa (probando todas las posibles situaciones de funcionamiento ideal o anomalías que se puedan dar) de la instalación a falta del SCADA y del mapa de memoria del PLC con los sistemas de supervisión y control centrales (PCC y PCE, incluyendo el Front End).
- **Puesta en marcha de la instalación en remoto:** Una vez verificado el correcto funcionamiento de la instalación en local, el interlocutor para coordinación de las labores

eléctricas y de control realizará la puesta en marcha completa del mapa de memoria de la instalación contra los sistemas de supervisión centrales (PCC y PCE). Verificará que en el SCADA del PCC se reciben todos los estados y alarmas, y que el PLC recibe todas las órdenes (a través del Front End). Realizado este primer control por parte del **CO**, se procederá a realizar la puesta en marcha completa en conjunto con la **DO/AT/ICOM**.

El objetivo de esta fase de proyecto es verificar la operatividad completa de los sistemas de supervisión y control PCC y PCE y del programa de comunicaciones del Front End.

NOTA: En función del curso de la obra y de las exigencias de proceso de cada instalación puede realizarse la puesta en marcha en local al mismo tiempo que la puesta en marcha en remoto, o solaparse en el tiempo o realizarse la remota inmediatamente después de la finalización de la local.

Si durante el desarrollo de estas pruebas a juicio de la **DO/AT/ICOM** no tiene la construcción/programación del conjunto eléctrico y de control no tiene el grado de calidad suficiente (5% de señales erróneas), las pruebas se suspenderán y se establecerá un periodo para que el **CO** subsane los errores detectados y vuelva a verificar el correcto funcionamiento del suministro eléctrico y de control. Este proceso podrá repetirse cuantas veces como sea necesario.

Si se trata de una remodelación de una instalación, el **CO** debe solicitar un "testigo" a la **DO/AT/ICOM** que le autorice a realizar los trabajos de programación, supervisión y control en campo. Sin este "testigo" está totalmente prohibido acceder a una instalación con el fin de realizar labores de programación o supervisión sobre ninguno de los equipos de control de la instalación (PLC, OPs, variadores, controladores electrónicos, controladores de sondas, routers, switches, PCs, SCADAs – PCC, PCE-...).

En el caso de tener que realizar labores en el PCC, siempre se deberá solicitar "testigo" ya que es una infraestructura existente y en funcionamiento por lo que, aunque se trate de la integración de una instalación nueva, visto desde el PCC, siempre se trata de una remodelación.

Este "testigo" aportará al **CO** de la información necesaria para la conexión y gestión de copias de seguridad de los equipos de control. (Direcciones IP para la conexión de equipos ethernet en las redes, copias actuales de los equipos de supervisión y control, ubicación donde dejar las copias modificadas...).

Los "testigos" se deberán de solicitar como mínimo con una semana de antelación.

Además, antes de acceder y antes de abandonar instalaciones que se encuentren telemandadas desde el PCC o PCE, el **CO** deberá avisar a estos puestos de control con el fin de mantenerlos informados de las labores que se están realizando y para verificar que quedan correctamente funcionando antes de abandonar las instalaciones.

En esta fase el **CO** deberá rellenar y entregar a la **DO/AT/ICOM** todos los PPIs (Programa de puntos de inspección) que se hayan concretado en el procedimiento de calidad redactado al comienzo de la obra para su validación.

2.3.19.12 Documentación As-Built

Finalmente, una vez realizada la puesta en marcha en campo y realizados los correspondientes ajustes finales de funcionamiento, el **CO** modificará los documentos de proyecto necesarios y preparará la documentación final ("As built") según se describe en el apartado "Documentación". También se procederá a la legalización de las instalaciones que corresponda.

2.3.19.13 Seguimiento de los trabajos

Para evitar desviaciones en el planning, se realizarán reuniones y/o se redactarán informes (Semanal-Mensual - frecuencia a acordar en las fases de la obra) con los trabajos realizados y los previstos, así como las incidencias y consultas necesarias a la propiedad.

2.3.20 Gestión de residuos

Formará parte de los trabajos a realizar la gestión de todos los residuos generados durante la ejecución de la obra.

La gestión de los residuos se realizará de acuerdo a la legislación vigente, cumpliendo como mínimo las siguientes obligaciones:

- Separación en origen de los residuos generados, según normativa
- Se deberá transportar y depositar en el centro autorizado (punto limpio)
- Se deberá presentar la documentación acreditativa de la correcta gestión de los residuos.

Durante la ejecución de la obra se tomarán las medidas necesarias para conseguir una gestión eficiente de los residuos originados

El contratista será el responsable de redactar un Plan de Gestión de Residuos (PGR) que deberá ser aprobado por la dirección de obra y aceptado por la propiedad.

El material desmontado de las instalaciones existentes, que pueda estar en buenas condiciones (según las indicaciones del CABB/BBUP), será entregado al almacén que sea indicado. Se presentará junto con la documentación final un resguardo del aparellaje en cuestión.

2.4 Gestión de residuos

La gestión de residuos se realizará según los aspectos indicados en **Anejo nº21 Gestión de residuos, Anejo nº18 Estudio de Caracterización de suelos alterados o bien Anejo nº17 Evaluación simplificada de Impacto ambiental.**

2.4.1 Plan de gestión de residuos

2.4.1.1 Objetivo

El objetivo del plan es la recogida, gestión y almacenamiento de forma selectiva y segura, de los residuos y desechos, sólidos o líquidos generados en las obras, para evitar la contaminación de las aguas superficiales o subterráneas, así como de los suelos del lugar. De esta manera se permitirá su traslado a plantas de reciclado o de tratamiento. Esta medida deberá estar incluida en el Plan de Gestión de Residuos (PGR) que deberá presentarse por el contratista, de acuerdo con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, antes del inicio de las obras para su aprobación por la Dirección Ambiental de Obra.

2.4.1.2 Descripción de la medida

El contratista deberá redactar un Plan de Gestión de Residuos que desarrolle el Estudio de Gestión de Residuos incluido en este proyecto, de acuerdo con el Real Decreto 105/2008, antes del inicio de las obras para su aprobación por la Dirección Ambiental de Obra.

En este plan se establecerán las siguientes medidas:

- Sistemas de reducción de producción de residuos
- Sistema de segregación de residuos
- Sistemas de reciclaje
- Comprobación final del estado de limpieza

El plan se apoyará en los siguientes elementos:

- Puntos limpios
- Servicio de recogida
- Formación e información

Puntos limpios

Para la gestión de los residuos sólidos generados durante las obras (maderas, plástico, papel, etc.), se prevé la instalación de puntos limpios, distribuidos por el parque de maquinaria y demás instalaciones auxiliares. Se entiende por puntos limpios aquellas zonas de almacenamiento temporal de residuos, desechos, aguas sucias o similares. Los puntos limpios son diseñados acordes con el objetivo de un almacenamiento selectivo y seguro de materiales sobrantes y aguas residuales.

Para cada punto limpio se define una zona de influencia y, en su caso, se organiza el correspondiente servicio de recogida con periodicidad suficiente (diario, semanal,...) y contarán con una señalización propia.

Al final de la vida útil de cada punto limpio o al terminar la ejecución de la obra, se procederá a la restauración de las áreas utilizadas con los criterios establecidos en el apartado correspondiente a la restauración de las zonas de instalaciones.

En el caso de residuos sólidos, el sistema de puntos limpios consiste en un conjunto de contenedores, algunos con capacidad de compactación, distinguibles según el tipo de desecho y contiguos a las áreas más características del proyecto. El correcto funcionamiento de este sistema no descarta una minuciosa limpieza al final de la obra de toda el área afectada, directa o indirectamente, por el presente proyecto.

Contenedores

Los contenedores son seleccionados en función de la clase, tamaño y peso del residuo considerado, las condiciones de aislamiento requeridas y la movilidad prevista del mismo.

En principio se escoge el material de cada contenedor dependiendo de la clase de residuo, el volumen y el peso esperado de los mismos y las condiciones de aislamiento deseables. Probablemente, la mayor parte de los contenedores podrán seleccionarse entre aquellos diseñados para los residuos urbanos.

El correcto funcionamiento del sistema de puntos limpios aconseja la distinción visual de los contenedores según el tipo de residuo. Para ello se colocarán contenedores de distintos colores, de tal modo que colores iguales indiquen residuos de la misma clase.

Una posible distribución de colores es la siguiente:

TIPO DE RESIDUO	COLOR
Metal, plástico y brick	Amarillo
Madera	Marrón
Tóxicos	Rojo
Neumáticos	Negro
Papel y cartón	Azul
Vidrio	Verde
Restos orgánicos	Blanco

Independientemente del tipo de residuo, el fondo y los laterales de los contenedores serán impermeables, pudiendo ser sin techo (abiertos) o con él (estancos).

Respecto a los residuos peligrosos, es especialmente importante separar y no mezclar estos, así como a envasarlos y etiquetarlos de forma reglamentaria. Por lo tanto, es necesario agrupar los distintos residuos peligrosos por clases en diferentes contenedores debidamente etiquetados para facilitar su gestión.

Localización de los puntos limpios

Los puntos limpios, se localizan en las zonas de instalaciones, ya que la actividad fuera de éstas se reducirá a la maquinaria de movimiento de tierras.

El desarrollo de la obra aconsejará la ampliación de contenedores o la retirada de algunos de ellos. Los lixiviados de puntos limpios son recogidos y almacenados en el depósito estanco preparado a tal efecto.

Se señala como orientativa la siguiente distribución de contenedores según su localización:

Parque de maquinaria y residuos de metales. Oficinas, almacén, comedor y vestuarios

Depósito estanco preparado para grasas, aceites y otros derivados del petróleo

Contenedor estanco para recipientes metálicos

Contenedor abierto para neumáticos

Contenedor estanco para embalajes y recipientes plásticos

Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón

Contenedor estanco para recipientes de vidrio

Contenedor estanco para restos orgánicos.

Zona de construcción de estructuras y obras de fábrica

Contenedor abierto para metales

Contenedor abierto para maderas

Contenedor estanco para embalajes plásticos

Contenedor estanco para embalajes de papel y cartón

Servicio de recogida

Existirá un servicio de recogida periódico y selectivo a cargo de una empresa certificada como Gestor de Residuos autorizado. La determinación del turno de recogida más conveniente dependerá de las condiciones particulares de la obra y del momento de

operación, así como de la localización de los puntos limpios antes descritos. Independientemente del servicio de recogida normal, se prevén los medios y personal necesario para la recogida, almacenamiento, tratamiento y/o transporte a vertedero o localización definitiva, de aquellos materiales sobrantes que, por su peso, tamaño o peligrosidad no estén al alcance del servicio de recogida.

Formación e información

La empresa contratista deberá asegurarse de que todos los que intervienen en la obra conocen sus obligaciones en relación con los residuos; para esto, se deben dar a conocer las obligaciones y responsabilidades de cada uno de los que intervienen en la gestión de los residuos, mediante la difusión de las normas y las órdenes dictadas por la dirección técnica de la obra.

No obstante, la acción del encargado no debe limitarse solamente a transmitir esa información, sino que además debe velar por el estricto cumplimiento de la misma.

Asimismo, se deberá fomentar en el personal de la obra el interés por reducir el uso de recursos utilizados y los volúmenes de residuos originados; para ello se explicará mediante formación a todos los que intervienen en la obra las ventajas medioambientales de una buena práctica, esto es, una práctica que reduzca los recursos utilizados y los residuos generados, habida cuenta de que la sensibilización es uno de los motores más eficaces para lograr una construcción sostenible.

Puntos de inspección

Antes del inicio de la obra

Comprobación de la validez del PGR (concordancia con el Estudio de Gestión de Residuos del Proyecto, desarrollo de las medidas establecidas,...).

Durante y tras la ejecución de la medida

Comprobación de la segregación y gestión adecuada de los residuos tanto en el aspecto del estado real de la obra, como en el aspecto de documentos acreditativos de la gestión de los residuos.

Comprobación de la existencia de los medios necesarios para la adecuada gestión de los residuos.

2.4.2 Segregación de residuos

Los residuos generados en la ejecución de la obra deben segregarse adecuadamente para que la gestión de los mismos sea de acuerdo a la legislación; en todo caso deberán segregarse en obra los residuos peligrosos de los no peligrosos.

Para favorecer el cumplimiento de estas prescripciones, se deberá aportar por el contratista a la Asistencia Ambiental de Obra, antes de la emisión del acta de replanteo de la obra, un procedimiento específico de segregación de residuos al que se deberá someter el contratista y todas las partes que participen en la obra.

Este procedimiento deberá establecer la siguiente segregación mínima en las siguientes clases:

Clase 1.

Los residuos derivados de la actividad humana en la obra, constituidos por:

- Plástico (envoltorios y envases de productos alimentarios)
- Vidrio (envoltorios y envases de productos alimentarios)

- Restos orgánicos de comida

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 2.

Los residuos orgánicos procedentes de desbroces y la vegetación existente en la zona.

- Troncos,
- Ramaje derivado de poda,
- Tocones

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 3.

Los residuos inertes de materiales de construcción, tanto si han sido generados en la propia obra, como si están presentes en el ámbito de trabajo.

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 4.

Los residuos derivados de la excavación de materiales sin características de tierra vegetal.

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

Clase 5.

Los residuos derivados de la excavación de materiales sin características de tierra vegetal.

No se incluye en este grupo ningún residuo de estas características pero que esté manchado con residuos o sustancias peligrosas.

2.4.3 Segregación de residuos peligrosos

Los residuos generados en la ejecución de la obra deben segregarse adecuadamente para que la gestión de los mismos sea de acuerdo a la legislación. En todo caso, deberán separarse los residuos peligrosos de los no peligrosos.

Los residuos deberán segregarse de acuerdo con un procedimiento específico que deberá aportar y al que deberá someterse el contratista.

Este procedimiento deberá aportarse antes del acta de replanteo de la obra, y deberá aprobarlo la Asistencia Ambiental antes del inicio de la obra.

Este procedimiento deberá establecer la segregación de los residuos peligrosos de los siguientes tipos:

- Aceites usados
- Tierras manchadas de combustible o aceites
- Otros materiales impregnados de aceites, hidrocarburos, y otras sustancias peligrosas
- Envases de aceites, combustibles, aditivos para el hormigón, ...
- Residuos inertes de construcción y demolición contaminados con aceites, o combustibles
- Residuos impregnados con aditivos para el hormigón, cemento, gunita, ...
- Envases de aerosoles
- Tubos fluorescentes agotados, pilas...

En caso de detectarse en obra algún otro tipo de residuo peligroso que deba segregarse adicionalmente, el contratista deberá modificar el citado procedimiento para adecuarlo a la segregación de este nuevo tipo de residuo. El procedimiento se implantará tras la aprobación de la Asistencia Ambiental de Obra.

Para todos estos tipos de residuos deberá obtenerse la aceptación de residuos peligrosos por parte de un gestor autorizado antes de la emisión del acta de replanteo.

La localización de los residuos peligrosos deberá estar sujeta a estricto control, evitando la localización en puntos en que puedan ocasionar riesgo de contaminación, a determinar por la Asistencia Ambiental de Obra.

Acopio

El acopio de los residuos peligrosos deberá hacerse en zonas especiales para esto: los Puntos Limpios, debiendo garantizar la segregación de cada uno de los tipos de residuos para los que se cuenta con aceptación de residuos.

No podrá realizarse el acopio en obra de residuos peligrosos durante más de 6 meses, sin que esta circunstancia suponga una limitación para que se disponga de toda la documentación necesaria para acreditar la correcta gestión de residuos peligrosos.

Gestión

En particular los requisitos referentes a la gestión de los residuos peligrosos que se generen en la obra serán:

- Disponer de Autorización de productor de residuos peligrosos (más de 10.000 kg.) o realizar la inscripción en el Registro de pequeños productores de residuos peligrosos (menos de 10.000 kg).
- Disponer de Documentos de aceptación por parte de una empresa de gestión de residuos peligrosos autorizada, para los diferentes residuos tóxicos y peligrosos generados.
- Gestionar la retirada de residuos con transportistas autorizados para el transporte de residuos peligrosos y asegurar que dicha retirada se realiza en condiciones adecuadas; entregar los residuos peligrosos a gestores autorizados.
- No almacenar residuos peligrosos en las instalaciones de la obra por tiempo superior a 6 meses.
- Etiquetar los recipientes, o envases que contengan residuos tóxicos o peligrosos según el código de identificación del residuo que contiene (conforme al anexo del R.D. 833/1988: nombre, dirección, teléfono del titular de los residuos y fecha de envase de estos) e indicar la naturaleza de los riesgos que presentan los residuos mediante los pictogramas (anexo II del R.D. 833/1988).
- Llevar un registro referente a la generación de residuos en el que consten la cantidad, naturaleza, identificación (según anexo I del R.D. 833/1988), origen, métodos y lugares de tratamiento, así como las fechas de generación, cesión de tales residuos, frecuencia de recogida y medio de transporte.
- Cumplimentar los documentos de control y seguimiento (formato oficial) de los residuos en la entrega del gestor.
- Conservar todos los documentos relacionados con la gestión de residuos durante un período de tiempo no inferior a 5 años; en caso de ser productor de residuos peligrosos realizar la correspondiente Declaración anual de productor de residuos peligrosos.

2.4.4 Residuos de construcción y demolición

Acopio

Los residuos inertes de construcción y demolición deberán segregarse durante su generación, localizando contenedores adecuados para su acopio en diferentes partes de la obra.

Habrà de cumplirse en todo momento el *Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición*.

El contratista deberá establecer en obra los medios necesarios para garantizar la ausencia de mezcla de estos materiales con residuos peligrosos; así como la inaccesibilidad al público de estos depósitos, en caso de que no pueda garantizarse la no-utilización de estos contenedores por parte del público, deberán trasladarse diariamente a gestor autorizado de residuos.

Gestión

Estos residuos deberán ser gestionados independientemente por la empresa adjudicataria a través de gestor autorizado, garantizando un medio de transporte inscrito en el registro de transportistas autorizados para traslado de este tipo de residuos.

2.4.5 Residuos de tierras sin características de tierra vegetal no contaminada

La ejecución del proyecto implica la extracción de una serie de materiales procedentes de las excavaciones. Estos materiales se reutilizarán en obra en la medida de lo posible, pero el resto pasarán a formar parte de lo que se ha denominado sobrantes de excavación.

El volumen de tierras sobrantes derivadas de las acciones de excavación que se han de retirar a depósito o vertedero autorizado ascienden a 11.950,49 m³.

Con objeto de minimizar los costes ambientales del transporte de tierras, se primará la reutilización de las tierras en la propia obra o en el ámbito portuario.

Para los materiales caracterizados como inertes, se seguirá el siguiente orden para su gestión:

- Reutilización en los rellenos de la propia obra.
- Si los materiales no son aptos para su uso como relleno, transporte en el interior del ámbito portuario para su uso en rellenos de inertes en el ámbito portuario.
- Si no existen rellenos en el Puerto de Bilbao susceptibles de recibir los materiales excavados, transporte y vertido en rellenos de inertes fuera del ámbito portuario. Se considera la posibilidad de la existencia de obras activas deficitarias en tierras, que coincidan en el tiempo con la ejecución del proyecto, donde pueden ser llevados los excedentes de excavación, previo acuerdo entre contratistas. En cualquier caso, si finalmente se opta por esta opción, deberá demostrarse documentalmente el traslado de sobrantes mediante documentos de aceptación de sobrantes de excavación por parte de la obra receptora.

No obstante a lo anterior, será la Dirección de Obra la que establezca el destino de los materiales según los intereses de la obra. El contratista deberá presentar una propuesta para la gestión de los residuos que deberá ser aprobada por la DO antes de comenzar los trabajos de movimiento de tierras.

2.4.6 Residuos sólidos urbanos

Los R.S.U. serán depositados en los contenedores correspondientes instalados dentro del ámbito de obra. Para esto se distribuirán contenedores en obra, debiendo ser correctamente señalizados para su conocimiento y uso por parte de todo el personal de la obra.

Esta contenerización se realizará de acuerdo con el sistema de gestión y recogida de residuos del municipio en el que se desarrollen los trabajos, estableciendo dispositivos o sistemas de control que permita garantizar que los contenedores no son utilizados por parte del público.

Los contenedores deberán ser móviles, y tener un tamaño adecuado para su traslado diario al punto de entrega al gestor o para su traslado al punto de recogida municipal.

La gestión de los residuos se realizará a través del servicio municipal de recogida de residuos, debiéndose depositar de manera regular en los contenedores del servicio municipal.

En ningún caso se podrán producir situaciones de insalubridad por acumulo de R.S.U. en obra.

3. EJECUCIÓN, MEDICIÓN Y ABONO DE LAS OBRAS

3.1 Normas generales para la medición y el abono de las distintas unidades de obra

Este apartado se detalla con carácter general en **capítulo III.1.5 del PPTG** incluido en este documento.

Como resumen, sintético, las unidades de obra, se abonarán a los precios del Cuadro de Precios nº 1 afectados por los coeficientes de Contrata y de adjudicación. Los precios se refieren a unidades totalmente terminadas, ejecutadas de acuerdo con la definición de los Planos y con las condiciones del Pliego y aptas para ser recibidas por la Dirección de las Obras.

Todos los trabajos, medios auxiliares y materiales que sean necesarios para la correcta ejecución y acabado de cualquier unidad de obra, se considerarán incluidos en el precio de la misma, aunque no figuren todos ellos especificados en su descripción.

Todos los gastos que por su concepto sean asimilables a los considerados como gastos indirectos, quedan incluidos en los precios de las unidades de obra del Proyecto cuando no figuren en el Presupuesto valorados en unidades de obra o en partidas alzadas.

Serán de cuenta de la Contrata los gastos de inspección, vigilancia y ensayos de la obra civil y de equipos, incluidos en los precios de las unidades de obra hasta un porcentaje máximo detallado en PPTG.

- Todos los ensayos previos para aceptación de cualquier tipo de material.
- Todos los ensayos correspondientes a la fijación de canteras y préstamos.
- Los ensayos cuyos resultados no cumplan con las condiciones estipuladas en el presente Pliego.
- Las pruebas de estanqueidad y de presión de las tuberías de agua y de saneamiento.
- Las pruebas de mandrilado de las canalizaciones de alumbrado, telefonía y electricidad

Asimismo, serán de cuenta del Contratista las cargas fiscales que se deriven de las disposiciones legales vigentes.

También serán de cuenta de la Contrata y quedan absorbidos en los precios:

- La construcción de accesos de obra, pistas, etc. que no estén expresamente definidos en el Proyecto y valorados en su Presupuesto.
- Los gastos originados al practicar los replanteos y la custodia y reposición de estacas, marcas y señales.
- Las indemnizaciones a la Administración y a terceros por todos los daños que cause con las obras y por la interrupción de los servicios públicos o particulares.
- Los gastos de establecimiento y desmontaje de almacenes, talleres y depósitos, así como las acometidas de energía eléctrica y agua y sus consumos.
- La implantación y conservación de señales de tráfico y elementos para la seguridad del tráfico rodado y peatonal, de acuerdo con la normativa vigente.
- Los gastos de protección de todos los materiales y de la propia obra contra todo deterioro o daño durante el período de construcción y durante el plazo de garantía.
- Los gastos derivados de la más estricta vigilancia para dar cumplimiento a todas las disposiciones relacionadas con la seguridad personal de los obreros en el trabajo.
- La retirada de todas las instalaciones, herramientas, materiales, etc. y la limpieza general final de la Obra para su recepción provisional.
- Los vertederos necesarios para el vertido de sobrantes, incluso habilitación, compra o indemnización y arreglo final del mismo.

En el caso de que el Contratista no cumpliera con alguna de las obligaciones expresadas, la Dirección de Obra, previo aviso, podrá ordenar que se ejecuten las correspondientes labores con cargo a la Contrata.

Para la medición serán válidos los levantamientos topográficos y los datos que hayan sido conformados por la Dirección de Obra.

Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas, deberán ser medidas antes de su ocultación. Si la medición no se efectuó a su debido tiempo, serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para llevarlas a cabo posteriormente.

La Dirección de Obra, en el momento de la orden de iniciación de las obras, señalará al Contratista el proceso que ha de seguirse para la ordenada toma de datos y siguiente medición de las sucesivas fases de obra.

Sin perjuicio de particularizaciones que se hagan en este Pliego, el sistema a seguir será tal que no se iniciará una nueva fase de obra sin que previamente esté medida y confirmada la fase anterior, y ello para cada uno de los tajos de obra.

El representante del Contratista o persona en quien delegue al efecto, habrá de prestar su conformidad a la medición que en su presencia se haga, antes de iniciar la fase siguiente.

Si por error imputable al Contratista, la obra ejecutada fuere en exceso sobre la fijada en los Planos de Construcción que se hubieran entregado; a efectos de mediciones y consiguiente valoración, el elemento base de medición serán los planos entregados por la Dirección de Obra para la ejecución del tajo respectivo.

Si el Contratista construye mayor volumen de cualquier clase de fábrica que el correspondiente a los dibujos que figuran en los Planos del Proyecto o de sus reformas autorizadas (ya sea por verificar mal la excavación, por error, por su conveniencia, por alguna causa imprevista, o por cualquier otro motivo), no le será de abono el exceso de obra, y si resultase perjudicial, el Contratista tendrá la obligación de demoler la obra a su costa y rehacerla nuevamente con las dimensiones debidas.

En el caso de que se trate de un aumento excesivo de excavación que no pueda subsanarse con la demolición de la obra ejecutada, el Contratista quedará obligado a corregir ese defecto de acuerdo con las normas que dicte la Dirección de Obra (relleno con hormigón, inyecciones de lechada de cemento, etc.), sin que tenga derecho a exigir indemnización alguna por estos trabajos.

Sin embargo, los excesos de obra que la Dirección de Obra defina por escrito como inevitables, se abonarán a los precios que para las unidades realizadas figuren en el Contrato.

3.2 Sostenimiento de excavaciones a cielo abierto

3.2.1 Conceptos generales

Se entenderá por sostenimiento el conjunto de elementos de contención y apuntalamiento a colocar en los taludes o pantallas de la zona excavada, para garantizar su estabilidad. Se emplearán para ello los elementos habituales en este tipo de obras: carriles hincados, micropilotes, anclajes monobarra, anclajes de barra, anclaje de cables, etc.

3.2.2 Sistemas de Sostenimiento

3.2.2.1 Anclaje monobarra

3.2.2.1.1 Definición y alcance

El anclaje monobarra, inyectado y pretensado tanto en tierra como en roca, es aquel elemento estructural que permite garantizar tanto un equilibrio de fuerza como una limitación de las deformaciones de los taludes, planos o paramentos a estabilizar mediante la transmisión de las cargas activas a las zonas estables del terreno.

Dicho elemento de sostenimiento resulta adecuado para anclajes en suelos (zona de adherencia en suelos) y aquellos anclajes que aunque la zona de adherencia se sitúe en roca, el elemento de contención (muro, pantalla, placas de anclaje) actúa, sostiene y equilibra fuerzas producidas por suelos.

Los anclajes monobarra transmiten las fuerzas desde la cabeza de anclaje a la zona de adherencia, a través de una longitud libre de anclaje, siendo luego postensados. Se instalan en las perforaciones practicadas y se inyectan con mortero de cemento. La transmisión de cargas se produce mediante una cabeza de anclaje a disponer en el extremo opuesto, en el exterior del paramento a estabilizar, para lo cual deberá estar provisto de una placa de reparto de acero y de una tuerca hexagonal. La placa de acero podrá situarse, según los casos, sobre una cabeza de mortero o directamente sobre un paramento de hormigón.

Los anclajes monobarra están constituidos por barras corrugadas de alto límite elástico 900/1030 N/mm² y 1080/1230 N/mm² que son pretensadas hasta el 85% de su Carga de Servicio.

Al objeto de garantizar la deformación del acero que permita alcanzar las cargas de servicio ya sea por pretensado o deformación, se deberá disponer de una zona libre que permita realizar movimientos relativos entre barra y recubrimiento.

Los límites de la capacidad portante están generalmente determinados por el rozamiento que se puede alcanzar en la totalidad de la longitud de adherencia.

Al objeto de garantizar la durabilidad de los anclajes monobarra permanentes, éstos deberán ir provistos de las siguientes protecciones:

- Zona adherencia:
 - Recubrimiento de mortero de cemento de 5 mm
 - Vaina corrugada de PVC
 - Relleno con mortero de cemento
- Zona libre:
 - Recubrimiento de mortero de cemento de 5 mm
 - Vaina corrugada de PVC
 - Vaina de P.E.
 - Relleno posterior con lechada de mortero en la perforación libre.
- Cabeza de anclaje:
 - Barra zincada.
 - Tuerca hexagonal zincada
 - Placa reparto galvanizada.
 - Caperuza de protección rellena con masa protectora contra la corrosión.
- Manguitos de unión.

- Tubos de PVC rellenos con masa protectora.
- Sellados mediante manguera termo retráctil.

Al objeto de garantizar el recubrimiento total del anclaje por el mortero, se colocarán centradores. Dentro de esta unidad se incluye:

- El replanteo
- El suministro del equipo de elevación (grúa más plataforma de maniobra) en caso de que se necesitara ejecutar el anclaje cuando la excavación del talud se encontrara en una cota muy inferior, de tal forma que resultara inaccesible para los equipos de trabajo.
- La perforación y limpieza de la misma. Entubamiento de aquellos tramos de suelos, huecos o materiales descompuestos.
- El suministro e inyección del mortero de anclaje, acelerantes y cualquier tipo de aditivo que sea necesario.
- Las operaciones de post-inyección que sean necesarias en suelos (especialmente cohesivos) para aumentar el rozamiento en la zona de adherencia, así como el suministro del mortero, válvulas de post-inyección dispuestas cada 1,5 m en la zona de anclaje, tubos de inyección, etc.
- El suministro de las barras roscadas tipo DYWIDAG, con los tratamientos específicos de protección según se corresponda a la:
 - Zona libre.
 - Zona de adherencia.
 - Cabeza de anclaje.

Así como manguitos de unión, centradores, tubos flexibles de inyección del mortero de cemento, equipo guía para la introducción del anclaje en la perforación, etc.

- La ejecución, en su caso, de la cabeza soporte de la placa de reparto, realizado a base de mortero de cemento IIII/35/MRSR y con forma prisma tronco piramidal cuya cara de apoyo de la placa de anclaje queda ortogonal a la directriz del anclaje.
- Suministro de la placa y la tuerca roscada y la realización de la prueba de tesado, comprobando hasta la carga de servicio, aumentada en un 50%, descarga y retesado posterior hasta tensión remanente con los escalones de carga que se especifican más adelante.
- La inyección del mortero de la zona libre de anclaje en el caso de que no se hubiera inyectado a la vez que la zona de adherencia, así como el suministro y colocación del tubo de retorno de la inyección y su posterior tapado y mantenimiento de 2 Kp/cm² durante 1 minuto en el mortero.
- Parte proporcional de pruebas necesarias para conocer la longitud de zona de adherencia.
- Despuntes, recortes y sobredimensionamiento necesario para poder actuar el gato de tesado.
- Suministro y colocación de la caperuza de protección de la cabeza de anclaje y cuantas otras operaciones, equipos y suministros, sean necesarios para una correcta ejecución de la unidad.

CUADRO DE ANCLAJES MONOBARRA

CALIDAD N/mm² Fv/fs	ONOM. M.m.	CARGA SERVICIO Tn	Máx. TESADO FINAL Tn	PLACA ANCLAJE m.m.	OPERF. MÍNIMA m.m.	L. MÍNIMA ZONA ADH. EN SUELOS m.(*)	L. MÍNIMA ZONA ADH. EN ROCA m.(*)
900/1030	26,5	30	25	150 X 30	73	5	1.5
900/1030	32	45	40	200 X 35	88	6	2
900/1030	36	60	50	250 X 40	108	7	2.5
900/1030	40	70	60	250 X 45	125	8	2.5
1080/1230	26,5	35	30	200 X 35	83	5	2
1080/1230	32	55	45	200 X 40	98	7	2.5
1080/1230	36	70	60	250 X 45	125	8	2.5

(*) Las longitudes mínimas han sido establecidas para los ~ mín. de perforación. En el caso de que la Dirección de Obra estimara oportuno ampliar dichos diámetros de perforación, habría que establecer una nueva longitud mínima de zona de adherencia mediante la relación: $l_2 / l_1 = D_1 \text{ perf.} / D_2 \text{ perf.}$

- Nunca deberá ser inferior a 1 m.
- Nunca se permitirá reducir los 4 mín. de perforación del cuadro para un 4 nom. determinado.

3.2.2.1.2 Materiales

3.2.2.1.2.1 Barra de acero

Se emplearán redondos de acero corrugado de alto límite elástico 900/1.030 N/mm² y 1.080/1.230 N/mm² tipo DYWIDAG. Las barras tendrán la longitud expresada en los planos, o en su defecto, la indicada por la Dirección de la Obra. La corruga permitirá los roscados a través de ella, de manera que no se necesite mecanización posterior.

Las barras para los anclajes permanentes deberán ser preinyectados, preferentemente en fábrica, con un recubrimiento de mortero de cemento de 5 mm en el interior de vaina de PVC corrugada. La preinyección en obra únicamente se podrá realizar cuando sea aprobada expresamente por la Dirección de Obra y siguiendo los procedimientos y controles que ella determine.

3.2.2.1.2.2 Sistema de anclaje

El sistema de anclaje consistirá en un mortero, que se situará en el fondo de la perforación. Como aglomerante se utiliza únicamente cemento Portland de resistencia mínima 350 Kp/cm².

Para reducir el contenido de agua y mejorar la fluidez se emplean aditivos. La relación agua-cemento para la inyección primaria debe estar comprendida entre 0,36 y 0,44. Para la post-inyección en suelos cohesivos la relación agua-cemento debe ser de 0,5.

La longitud de la zona de anclaje dependerá básicamente de las características del terreno y del diámetro de perforación, y se determinará realizando pruebas de tracción sobre varios anclajes con distinta longitud de adherencia. En ningún caso se emplearán diámetros de

perforación inferiores a las indicadas en el cuadro anterior. Si la Dirección de obra optara por un diámetro de perforación mayor, se podrá disminuir la longitud de adherencia según $D2/D1 = l1/l2$ en ningún caso resultará una l inferior a 1 m.

La Dirección de Obra podrá ordenar que la inyección del mortero de adherencia no se utilice para rellenar también la perforación de la zona libre entre el terreno y la vaina lisa. En este caso deberán utilizarse los tubos de inyección, obturadores y otros elementos que resulten necesarios y proceder posteriormente a la inyección en la zona libre.

3.2.2.1.2.3 Placa de reparto

Tiene por objeto transmitir el esfuerzo de tracción del anclaje sobre un dado de mortero que se sitúa sobre la superficie del paramento del elemento de contención o directamente sobre éste. Será de acero $a_e = 3600 \text{ Kg/cm}^2$ y cuadrada con unas dimensiones mínimas determinadas en el cuadro anterior. Dispondrá de un taladro en el centro de diámetro superior en un centímetro (1 cm.) o centímetro y medio (1,50 cm.) al diámetro de la barra empleada.

Dicha placa deberá disponer de dos orificios para los tubos de inyección y desaireación.

La placa de reparto deberá galvanizarse una vez se hayan realizado los taladros pertinentes.

2.4

3.2.2.1.2.4 Tuerca hexagonal

Se situará en el extremo de la barra roscada y resistirá la tracción del anclaje. Será de acero y deberá tener un paso de rosca idéntico al de la barra y un diámetro exterior ligeramente superior al del orificio de la placa de reparto. La tuerca hexagonal irá zincada.

3.2.2.1.2.5 Arandelas cónicas

Si una vez ejecutado el dado de la cabeza de anclaje se comprobara que la superficie del mismo sobre la que apoya la placa de reparto, no es perpendicular a la dirección del anclaje, deberá disponerse de dos arandelas cónicas por anclaje con objeto de permitir un buen apoyo de la tuerca sobre la placa de reparto. El diámetro interior de las arandelas será similar al del orificio de la placa de reparto y el exterior, ligeramente superior al de la tuerca. Su espesor mínimo deberá ser superior a medio centímetro.

Podrá prescindirse de las arandelas cuando la superficie en que apoye la placa sea perpendicular a la dirección del anclaje. Dichas arandelas deberán ser galvanizadas.

3.2.2.1.2.6 Lechada de cemento

Se utilizará si la zona de adherencia ha sido rellenada previamente con objeto de rellenar el taladro en la zona libre de anclaje.

En los anclajes monobarra se inyectará una lechada de cemento cuya relación, en peso, entre el cemento y el agua sea de uno a dos (1/2).

Para reducir en lo posible la retracción, se añadirá a la mezcla un pequeño porcentaje de aluminio en polvo (0,005% del peso del cemento) o algún otro aditivo similar.

3.2.2.1.2.7 Mortero en cabeza de anclaje

Se empleará para obturar el orificio del taladro una vez introducida la lechada y para la construcción de un dado entre la placa de reparto y el elemento de contención que se ancle donde este dado resulte necesario. Para esta operación se utilizará un mortero de fraguado rápido, formado a partir de un volumen de arena y dos de cemento Portland, con una relación agua/cemento inferior a 0,5.

El mortero a utilizar en la cabeza del anclaje será III-1/35/MRSR. El dado tendrá forma de tronco-piramidal con la cara de menores dimensiones ortogonal al eje del anclaje. La cara exterior o de menores dimensiones, será cuadrada con un enmarque de 5 cm. a cada lado de la placa de acero de reparto.

3.2.2.1.2.8 Caperuza de protección

Deberá disponerse en la parte exterior de la cabeza de anclaje al objeto, de que el extremo de la barra y la tuerca de apriete queden protegidas ante la corrosión. A tal efecto se rellenará con masa protectora homologada, que se rellenará mediante dos orificios dispuestos para la inyección y purga.

3.2.2.1.2.9 Gato hidráulico

Para realizar el tesado de los anclajes que garantice una tensión de tesado de al menos el doble de la tensión de servicio y que permita medir las deformaciones. Lleva incluido el sistema de colocación e izado.

La central hidráulica estará dotada de un manómetro calibrado con otro patrón al inicio de la obra y cuando la Dirección de Obra así lo solicite.

3.2.2.1.2.10 Protección contra la corrosión

Además de la protección de la cabeza de anclaje indicada, los principales componentes de la protección contra la corrosión son:

Mortero de cemento

Se empleará mortero de cemento, que al tener un valor del pH de hasta 12,6, es una protección activa contra la corrosión. La superficie de acero se volverá eléctricamente pasiva por el medio alcalino del mortero de cemento, por lo que independientemente del potencial existente no se producirá corrosión.

Vainas de material plástico

Se utilizarán vainas lisas y corrugadas, que separarán el mortero de cemento interior y exterior y crearán una barrera estanca al gas.

Debido a sus exigencias mecánicas, transporte y condiciones de montaje, se utilizarán tubos de P.V.C., PPh o PE con un espesor de pared como mínimo de un milímetro (1 mm) en vainas corrugadas. Las calidades del material se controlarán según las especificaciones de las normas.

Masas protectoras contra la corrosión de plasticidad permanente.

Estas masas tienen que rellenar los huecos existentes y permitir las deformaciones durante el tensado. Los requisitos impuestos a estas masas son en parte muy distintos a los impuestos a las grasas convencionales. Este hecho es tenido especialmente en consideración

en los certificados de homologación y catálogos especiales. Tienen que cumplir determinadas exigencias desde el punto de vista de la calidad (pureza, absorción de agua, resistencia eléctrica, saponificación, durabilidad) y aplicación (viscosidad, resistencia a la temperatura).

Barras de anclaje

Con objeto de proteger la barra, irán zincadas la cabeza de anclaje y la tuerca hexagonal de fijación.

La barra dispondrá de una doble protección contra la corrosión formada por mortero de cemento, que se inyecta en el espacio anular entre la barra roscada centrada, y la vaina de PVC nervada a lo largo de toda su longitud.

El anclaje podrá ser inyectado en fábrica. En la longitud adherente, las corrugas transmiten la carga al mortero en la perforación. En la longitud libre se impide la transmisión de la fuerza por medio de una vaina lisa adicional. El mortero de cemento en el interior será la primera medida de protección, dado que las grietas que se produzcan forzosamente durante el proceso de tensado, se mantienen por debajo de los 0,1 mm.

Una segunda medida de protección estará constituida por la vaina corrugada de P.V.C., que es suficientemente impermeable al gas.

La vaina lisa en la zona libre será una protección mecánica adicional para la vaina corrugada inyectada con mortero de cemento y la inyección se traduce en una mayor resistencia mecánica en la cabeza del anclaje.

Una junta deslizante en un tubo relleno con masa protectora contra la corrosión, permite la absorción de la dilatación de la barra debido al tensado y a la carga del ensayo.

La barra y la tuerca de anclaje que sobresalen de la placa de anclaje se taparán con una caperuza rellena con masa protectora contra la corrosión. Esta disposición permite en todo momento el postensado, relajamiento o vigilancia mediante gatos de tensar hidráulicos.

Los manguitos al igual que la cabeza de anclaje, estarán en un tubo relleno de masa protectora contra la corrosión, que se cerrará por medio de juntas deslizantes.

3.2.2.1.3 Ejecución de las obras

3.2.2.1.3.1 Perforación

El diámetro de la perforación debe garantizar, bajo el supuesto de barra centrada en la misma, una separación mínima entre pared y elemento más exterior del anclaje de 10 mm. La longitud de la perforación viene determinada por la necesidad de atravesar las zonas a estabilizar a partir de cuyo momento se define el inicio de la longitud de adherencia, la cual vendrá determinada, por las pruebas previas a realizar.

Una vez terminada la perforación se limpiará ésta con aire comprimido o agua, con objeto de asegurar una correcta adherencia del mortero.

Se deberán entubar aquellos tramos de suelos atravesados u oquedades en zona de roca. En este último caso la perforación se prolongará los metros que sean necesarios hacia el interior del macizo rocoso de manera que la zona de adherencia no se sitúe en zona de oquedades.

Según los tipos de terrenos a perforar se deberán utilizar distintos métodos de perforación que, a su vez, exigen que se tomen precauciones específicas.

3.2.2.1.3.2 Instalación de los anclajes

Una vez limpia la perforación debe introducirse hasta el fondo una barra de diámetro igual al anclaje preinyectado, para verificar que ésta es rectilínea y sin resaltos.

Posteriormente se introducirá el anclaje (sin la tuerca) con un dispositivo de guiado que asegure una perfecta unión entre la perforación y el anclaje. A este efecto, hay que hacer notar que se debe disponer de un número suficiente de estos dispositivos en la obra, ya que no deberán soltarse hasta que el mortero se haya endurecido.

Durante la operación de introducción deberá mantenerse el anclaje en el eje de la perforación. Para ello en la zona de adherencia se dispondrán de centradores.

A continuación, tras haberse comprobado las preceptivas pruebas de adherencia, se procederá a la ejecución del bulbo de anclaje mediante lechada de cemento, incluyendo, en su caso, las operaciones de post-inyección que sean necesarias, de acuerdo con lo especificado más adelante.

Las uniones de tramos de anclaje en obra se harán, en caso de ser necesario, mediante manguitos roscados.

3.2.2.1.3.3 Transmisión de las fuerzas de anclaje al suelo

Anclajes inyectados en roca

Para la transmisión de fuerzas de anclaje muy elevadas es necesario que la roca no tenga fisuras u otros defectos que provoquen un desplazamiento bajo los efectos de las cargas. Por tanto, antes de instalar el anclaje se procederá a la consolidación de las rocas fisuradas por inyección a través de la perforación.

Mediante la introducción de lanzas de inyección y obturadores, se inyectará el terreno que rodea la perforación realizada para el anclaje y volverá a comenzarse el ciclo, perforando las veces que fuese preciso hasta alcanzar la estanqueidad necesaria.

Anclajes en tierra

Con objeto de incrementar el rozamiento del anclaje en la zona de adherencia se recurrirá a la post-inyección.

Se entiende por post-inyección el proceso de volver a inyectar el anclaje después de la inyección primaria. Se inyecta a altas presiones, con lo que se somete al terreno a tensiones radiales, lo que da lugar a un rozamiento más alto y, por otra parte, se produce una superficie irregular que provoca un entrelazamiento del cuerpo inyectado con el terreno.

La post-inyección se compone de una tubería de inyección de polietileno de alta densidad adosada a lo largo del anclaje, desde la boca de la perforación hasta la zona de adherencia así como de válvulas de inyección fijadas a la barra de anclaje cada 1,5 m.

Al final de la tubería de inyección se coloca un elemento intercambiador para el retorno de dicha tubería hasta la boca de la perforación.

Las válvulas de post-inyección estarán construidas de tal forma que ocasionen sólo un pequeño aumento de diámetro del anclaje y pese a ello permitan alcanzar una gran presión para romper el mortero de la inyección primaria.

La post-inyección se efectuará a las 24 horas de realizada la inyección primaria. Se comienza inyectando agua hasta que se elimina el aire de los tubos de post-inyección, lo que se aprecia por su salida por el tubo de retorno, momento en que éste se tapona. A continuación se incrementa la presión del agua hasta que se rompe el mortero de la inyección anterior, lo que se advierte por el descenso de presión que registra el manómetro del equipo hidráulico.

A partir de este momento se vuelve a incrementar la presión durante un periodo de dos minutos, lo que es suficiente, en general, para que la presión se estabilice en los máximos del equipo, que no deben ser inferiores a 50 Kp/cm².

Una vez efectuada la operación descrita en el párrafo anterior, se procederá a repetirla inyectando, en esta ocasión, lechada de cemento. Después de finalizado el proceso se limpiarán los tubos de post-inyección haciendo circular agua por ellos, en el caso de que estuviera prevista la realización de una segunda post-inyección.

3.2.2.1.3.4 Relleno del taladro

El relleno del taladro se efectuará normalmente en la totalidad de su longitud de una sola vez. No obstante, la Dirección de Obra podrá ordenar que se inyecten de forma independiente la zona de adherencia y la zona libre.

La lechada deberá utilizarse inmediatamente después de efectuada la mezcla de cemento y agua.

La placa de reparto deberá disponer de dos ranuras que permitirán instalar dos tubos de polietileno, con objeto de poder inyectar la lechada una vez tesado el anclaje. Uno de los tubos deberá llegar hasta las proximidades de la zona previamente inyectada, a fin de depositar la lechada desde el fondo del taladro; el otro tubo, de unos 10 a 15 cm. de longitud permitirá la salida del aire y de la propia lechada cuando el taladro esté totalmente relleno, confirmando así que la inyección ha sido correcta. El relleno se efectuará mediante una bomba de inyección. Una vez que aflore la lechada de cemento por el tubo de retorno se taponará ésta y se da una presión por el otro de 2,0 Kp/cm² durante, al menos, 1 minuto.

Una vez relleno se colocará un tapón de mortero de endurecimiento rápido, haciéndolo penetrar lo más posible en el interior del taladro e inmediatamente después, con objeto de que no haya fraguado la lechada ni el mortero, se instalará la placa, las arandelas y la tuerca, dándole a la barra la tensión deseada mediante gato hidráulico.

3.2.2.1.3.5 Cabezas de tesado

Se dispondrán placas de acero de reparto, arandelas cónicas de apoyo sobre la placa, arandela de acero endurecido y rosca hexagonal de presión.

La transmisión de las compresiones desde la cabeza de anclaje (placa, tuerca y anclaje) sobre el paramento del elemento de contención a estabilizar se efectúa directamente o bien por medio del citado prisma tronco-piramidal de mortero de cemento, con la cara de dimensiones menores contenida en un plano perpendicular al eje del anclaje. En su caso, el lado del plano perpendicular al anclaje tendrá como mínimo 5 cm. más de longitud por cada extremo que la placa de reparto que sustenta.

La puesta en carga del anclaje ha de producirse en el momento que quede asegurada una resistencia mínima a compresión de 250 kg/cm². Para ello se obtendrán las roturas a 24 h., 72 h. y 1 semana de las probetas obtenidas al efecto.

La sección de anclaje en la zona libre deberá estar protegida mediante un tubo de plástico, con objeto de que al aplicar la tensión se transmita a la zona de anclaje.

La placa de reparto deberá quedar apoyada, en su totalidad, sobre el paramento a estabilizar o sobre la cara del dado si éste es necesario.

3.2.2.1.3.6 Tesado del anclaje

Una vez instalada la placa, colocada la tuerca y, en su caso las arandelas cónicas, y asegurada la resistencia del conjunto, se procederá al tesado del anclaje mediante un gato hidráulico.

En la parte final del anclaje se presentará la rosca hexagonal de manera que se pueda apretar en el momento de su colocación definitiva dejando el extremo libre disponible para la colocación de un manguito de unión al que se le acoplará un tramo de barra de iguales características (calidad de acero y sección) al objeto de que sea retirado por el gato hidráulico.

La tuerca de anclaje en anclajes monobarra tiene que desplazarse durante el tensado y proceso de destensado con los cambios de longitud elásticos y únicamente tras la conclusión del ensayo serán definitivamente fijados a la carga de fijación. Durante el desplazamiento se girará continuamente la tuerca de anclaje al mismo ritmo que el alargamiento.

Una vez puesto el gato en posición, se tensará hasta el 15% de la carga de servicio, a partir de este momento se comenzará a medir las deformaciones y tensiones del gato, mediante tres escalones de carga: 50%, 100% y uno final del 150% de la carga de servicio.

En los dos últimos escalones (correspondientes a la carga de trabajo y a la carga de ensayo) se miden los desplazamientos durante un periodo de tiempo hasta su estabilización. Este periodo es de cinco (5) minutos como mínimo en suelos de roca y suelos no cohesivos, y de quince (15) minutos en suelos cohesivos.

A continuación se procede a disminuir la carga nuevamente hasta el 15% de la carga de servicio registrando también los desplazamientos en los escalones intermedios.

Por último, se aplicará la tensión final de pretensado (carga de fijación) reflejada en los cuadros (que corresponde al 85% de la carga de servicio). En este proceso se miden desplazamientos al cincuenta por ciento (50%) y al cien por cien (100%) de la carga de fijación.

No obstante, la Dirección de Obra podrá determinar las tensiones últimas que estime oportunas sin suponer incremento presupuestario alguno dichas medidas.

Para cada anclaje se obtendrá el cuadro tensión - deformación correspondiente a todo el proceso descrito, para la aprobación por parte de la Dirección de Obra, de manera que si se hubiera producido arrastre, o la pendiente resultante se desviara de la del módulo de elasticidad teórico, se rechazaría el anclaje, debiendo reperforarse uno nuevo y no dando lugar a abono alguno por el anclaje no apto.

Todos los anclajes se numerarán y se anotará en la cabeza de anclaje la fecha de tesado.

Periódicamente, y a lo largo de la ejecución de los trabajos, la Dirección de la Obra revisará la situación, número, longitudes y tensiones de los anclajes.

3.2.2.1.3.7 Defectos a evitar durante la ejecución

- **Perforación**

Durante la ejecución de las perforaciones los defectos más corrientes se refieren a los aspectos siguientes:

- Perforaciones mal orientadas en dirección.
- Perforaciones con diámetro demasiado grande o demasiado pequeño.
- Ejecución de perforaciones de diámetro irregular (ovalizaciones en el comienzo) demasiado largos (lo que tiene como consecuencia una falta de relleno en la obra) o demasiado cortos (el anclaje sale demasiado).

- Falta de limpieza de la perforación y de los anclajes.
- Anclaje
 - Introducción parcial del anclaje.
 - Utilización de un mortero o lechada mezclados con demasiada antelación.
 - Colocación de un volumen insuficiente de mortero.
 - Empleo de productos de baja resistencia mecánica.
- Colocación de las placas de apoyo
 - Es frecuente en la práctica que las placas de apoyo estén mal colocadas y no apoyen contra la superficie de colocación, lo que disminuye la eficacia del anclaje.

Un anclaje correctamente colocado debe sobresalir del plano de la placa de anclaje al menos 10 centímetros.

Con el certificado de garantía de fabricante podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción de los distintos elementos que compone el anclaje.

El Director de Obra podrá ordenar la toma de muestras que considere oportuna, tanto del propio acero como de la lechada o de los distintos elementos de la cabeza de anclaje (placa de reparto, tuerca roscada, dado de mortero y arandelas cónicas) y de la lechada del mortero de inyección para la protección del anclaje.

3.2.2.1.4 Control de calidad

Para asegurarse de la calidad y eficacia de los anclajes se pueden realizar cuatro tipos de control:

- Un control de calidad de los componentes (anclajes, lechadas, morteros, etc.).
- Control estadístico de la longitud no sellada de los anclajes. Para ello se quitarán las placas de apoyo midiendo a continuación con una varilla de acero la longitud sin relleno.
- Ensayos destructivos in situ por tracción y torsión.
- Medidas de tensión en la cabeza del anclaje con células dinamométricas introducidas entre la placa y la tuerca midiendo las deformaciones periódicamente con un comparador.

En primer lugar debe considerarse el proceso de tesado antes descrito como un ensayo de aceptación. Tras el dibujo del diagrama de fuerza-desplazamiento se registrará la línea de rozamiento cero, en la mediana entre las líneas de descarga y de carga del ciclo. A partir de estos resultados es preciso comprobar para cada anclaje:

- Si se cumplen los límites permisibles de la longitud de la barra libre.
- Si se ha tenido en cuenta el desplazamiento en la carga de fijación para que la carga efectiva alcance la magnitud proyectada.

Asimismo, se llevará a cabo en los tres (3) primeros anclajes que se realicen en cada capa de terreno una prueba de aptitud que tiene por objeto comprobar la aptitud del suelo para soportar la carga del anclaje. A diferencia de la prueba de recepción, en este caso se descarga hasta la carga previa (15% de la carga de servicio) cuando alcanza por vez primera cada escalón de carga y registra la deformación remanente. En cada escalón se efectúa una medición en función del tiempo, mientras se mantiene constante la carga.

Los ensayos de tracción y de torsión sobre los anclajes colocados pueden hacerse con un gato hueco que permita tirar de la cabeza del anclaje apoyándose en la superficie anclada en las cercanías de la placa de apoyo.

El alargamiento del anclaje y de su relleno de mortero se mide con un comparador, pudiéndose así elaborar la curva tensión-deformación característica del anclaje.

Se anotará el valor de la fuerza necesaria para arrancar el anclaje o para que éste resbale con relación al relleno o, en fin, para que se rompa.

En tal sentido, para los anclajes determinados con los diámetros de perforación mínimos establecidos y para cada tipo de terreno o zona en que se utilicen anclajes monobarra, se realizarán los siguientes anclajes de prueba con las siguientes longitudes de adherencia referidos a la longitud mínima establecida en el presente pliego (L. mín.):

- Zona de adherencia situada en roca sana

Si la zona de adherencia se encuentra situada en su totalidad en roca sana se realizarán, en principio, 4 anclajes de prueba:

- 1.- 0,50 L. mín.
- 2.- 0,75 L. mín.
- 3.- 1,00 L. mín.
- 4.- 2,00 L. mín.

Se procederá a tesar el primero de ellos (0,5 L.mín) hasta producir o el arrastre del bulbo de anclaje o la rotura de la barra.

Si se produjera la rotura de la barra quiere decir que resulta suficiente la longitud mínima establecida en el pliego.

Comprobándose que la carga de rotura coincide con la teórica del acero. En tal caso se seguiría haciendo la prueba con el de 0,75 L.mín. y en caso de coincidir que la rotura se ha producido por la barra se dejaría de hacer pruebas y los otros dos anclajes realizados, 1,00 L.mín y 2,00 L.mín se tratarían como anclajes de obra.

En el caso de que el anclaje 0,50 L.mín deslizará, se realizará la prueba con el de 0,75 L.mín de manera que si éste no deslizará y tampoco el de 1,00 L.mín., la nueva longitud de adherencia mínima habría que aumentarla hasta 1,50 L.mín. y ésta regiría para la totalidad de los anclajes.

Si se hubiera deslizado con 0,75 L.mín. se probaría con 1,00 L.mín. repitiéndose de igual manera que lo indicado anteriormente, si no desliza se adoptaría 2,00 L.mín. como nueva longitud mínima de anclaje.

Si a pesar de todo, deslizará se realizará otra serie de 4 anclajes con 2,00, 3,00, 4,00, 5,00, L.mín. hasta obtener la longitud mínima que será igual a 2 veces la 1ª longitud en la que no se deslice.

- Zona de adherencia situada en suelos

Si se trata de suelos granulares se podrá, siempre que la Dirección de Obra lo autorice, proceder a realizar únicamente 4 anclajes de prueba y ensayarlos según el procedimiento descrito anteriormente para anclajes en roca. En el caso de suelos cohesivos o cuando la Dirección de Obra lo considere oportuno se procederá a la realización de 6 anclajes de prueba:

- 1.- 0,50 L. mín.
- 2.- 0,50 L. mín.
- 3.- 0,75 L. mín.
- 4.- 0,75 L. mín.
- 5.- 1,00 L. mín.
- 6.- 2,00 L. mín.

provistos con válvulas de post-inyección cada 1,50 m, con excepción del primero.

Como en el caso de anclajes con la zona de adherencia en roca, se procederá, en primer lugar, a tesar el primero de ellos (0,5 L.mín, sin post-inyección) hasta producir o el arrastre del bulbo de anclaje o la rotura de la barra.

Si se produjera la rotura de la barra, se seguiría haciendo la prueba con uno de los de 0,75 L. mín pero sin utilizar sus válvulas de post-inyección y, en caso de que la rotura se produjera también por la barra, se dejaría de hacer pruebas y los anclajes de 1,00 L. mín y 2,00 L.mín se tratarían como anclajes de obra con post-inyección, sin necesidad de post-inyección, debiendo descartarse el sobrante de 0,75 L.mín. En este supuesto, se adoptarían las longitudes mínimas del cuadro sin post-inyección.

En el caso de que no se diera el supuesto del párrafo anterior, se procedería como en el caso de anclajes con la zona de adherencia situada en roca, partiendo del anclaje de 0,50 L. mín pero procediendo a la post-inyección en todos los casos, por lo que las longitudes de anclajes que se determinen en este caso se entenderán válidas con las características de las operaciones de post-inyección utilizadas en las pruebas.

Las características de las operaciones de post-inyección a utilizar en los anclajes de prueba (número de operaciones de postinyección, presiones, duraciones, etc.) deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Si, a pesar de todo, las longitudes de los anclajes de prueba no resultaran suficientes, se realizará otra serie de 4 anclajes con 2,00, 3,00, 4,00, 5,00, L.mín., todos provistos con válvulas de post-inyección cada 1,50 m, hasta obtener la longitud mínima que será igual a 2 veces la 1ª longitud en la que no se deslice.

Con el certificado de garantía de fabricante podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción de los distintos elementos que compone el anclaje.

El Director de las Obras podrá ordenar la toma de muestras y la realización que considere oportunas, tanto de la propia barra de acero de alta resistencia como del anclaje preinyectado, del mortero, de los distintos elementos de la cabeza de anclaje (placa de reparto, tuerca roscada, dado de mortero y arandelas cónicas) y de la lechada del mortero de inyección para la protección de la zona libre del anclaje.

Las piezas o elementos se suministrarán en envases adecuados, suficientemente protegidos para que los golpes de un transporte ordinario no dañen las mismas.

En cuanto al control estadístico de longitudes libres, placas de apoyo-final de bulbo de anclaje, se realizará cada cinco (5) anclajes según su longitud.

Los ensayos destructivos de arranque y determinación de la zona de adherencia se producirán cada cien (100) unidades de cada tipo, o fracción, cuando ésta supera las cuarenta (40) unidades. La existencia de fallos en este ensayo obligará a la realización de subdivisiones en lotes de veinte (20) y repetir el ensayo o recepcionado de lotes en la medida que sean favorables y siempre que los resultados negativos no se deban a falta de calidad de los materiales.

Los ensayos de evolución de tensiones, quedan recogidos en la unidad: "Ud. Medición de las tensiones desarrolladas en un bulón".

3.2.2.1.5 Medición y abono

Se medirá por metro lineal (m) de anclaje totalmente colocado, medido entre la placa de anclaje y el límite extremo de la barra dentro de la perforación según la carga nominal y calidad del acero (límite elástico 900/1.030 o 1.080/1.230 N/mm²) en función de la longitud ejecutada, según resulte inferior o igual/superior a 12 m; incluyendo la instalación del equipo

de perforación, realización del bulbo de anclaje, cabeza de anclaje, tesado, inyección de lechada, resto de sistemas de protección contra la corrosión, piezas especiales, tuercas, manguitos, centradores y ensayos especificados en este Artículo, así como cuantas operaciones fuera necesario realizar para una correcta ejecución de la unidad.

En el caso de anclajes en suelos estarán incluidos en el precio todos los materiales y dispositivos y el empleo de los equipos necesarios para post-inyección de los anclajes.

Se incluye, además, los materiales, maquinaria, accesorios y aditivos necesarios para su correcta ejecución, así como el precio de grúa o andamio preciso para acceder a la ubicación del anclaje.

No se establecerá ninguna distinción entre los anclajes a ejecutar en la obra, en base a las distintas fechas en que se ordenen ejecutar y el estado en que se encuentren los terrenos afectados. Cualquiera que sea el método de perforación empleado, o los medios auxiliares necesarios, el precio para la unidad será fijo y no sujeto a variación de ningún tipo.

Se consideran también incluidos los cajetines a realizar en los paramentos de los muros de hormigón, que se dispongan sobre los taludes a estabilizar, con objeto de ocultar las cabezas de los anclajes. No será objeto de medición, y por tanto de abono, aquellos anclajes que:

- No hayan sido señalados por la Dirección de las Obras para su ejecución.
- Hayan sido empleados en ensayos destructivos de arranque y determinación de la zona de adherencia.
- Hayan sido arrancados al realizar el tesado hasta el último escalón de carga del proceso de tesado señalado en el presente artículo.
- No contengan el dado de anclaje o dispositivo de cabeza (placa, tuerca roscada, longitud libre de barra roscada) indicados en los planos o requeridos según las especificaciones anteriores.

Asimismo, el exceso de mortero de inyección que sea necesario introducir debido a pérdida por grietas, coqueras, sobreperforación, etc., no dará lugar a abono complementario. Así como el cambio de diámetro de perforación sea cual fuere la razón que lo motivara.

Tampoco será de abono el exceso de mortero empleado en la formación del dado de anclaje, por irregularidades del talud una vez esté saneado ni las sobredimensiones con respecto a las indicaciones de la Dirección de las Obras en la ejecución de cada anclaje.

Esta unidad de obra se abonará según el tipo, la carga de servicio y en función de si la longitud realmente ejecutada es $<$, $=$ o $>$ de 12 m para los anclajes colocados, de acuerdo con los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº1.

No dará lugar a modificación del precio unitario a aplicar a la longitud total del anclaje ejecutado, la necesidad de variar las longitudes de adherencia ni la longitud total del anclaje, cuando estas variaciones de longitud no afecten al límite inferior o superior a 12 m. Cabe exclusivamente la posibilidad de cambiar de grupo, cuando habiéndose previsto una longitud superior a 12 m, el anclaje ejecutado realmente es clasificable como inferior o igual a dicha longitud y viceversa, es decir, anclajes previstos para longitudes menores o iguales a 12 m que después de su ejecución resultan con longitudes superiores a esa medida. En todo caso el precio a aplicar será el del grupo al que pertenezca la longitud del anclaje realmente ejecutado (menor o igual a 12 m, o superior a 12 m), sin otro suplemento o compensación alguna por tal concepto.

En el supuesto de que los anclajes se realicen directamente sobre un paramento sin que sea necesario ejecutar el dado de mortero a la medición resultante, se le aplicará un coeficiente corrector de 0,95.

Las entalladuras o resaltos sobre muros o paramentos, no tendrán el carácter de dado y por tanto, serán susceptibles de la aplicación de dicho coeficiente corrector.

3.2.2.2 Anclaje

3.2.2.2.1 Definición y alcance

Se define como anclajes inyectados pretensados en tierra y en roca, a los elementos a tracción en la zona subsuelo, que transmiten las fuerzas de la cabeza del anclaje a la zona de anclaje propiamente dicha a través de una longitud libre de anclaje, siendo luego pretensados. Se instalan en perforaciones y se inyectan con mortero de cemento en toda la longitud de aplicación de la fuerza.

Dentro de esta unidad se incluye:

- El replanteo.
- El suministro del equipo de elevación (grúa más plataforma de maniobra) en caso de que se necesitara ejecutar el anclaje cuando la excavación del talud se encontrara en una cota muy inferior, de tal forma que resultara inaccesible para los equipos de trabajo.
- La perforación y limpieza de la misma.
- El suministro de cables y equipo guía para su introducción en la perforación.
- La inyección de la lechada de cemento.
- La ejecución de la cabeza de soporte de la placa de reparto, realizado a base de mortero de cemento M 450.
- El suministro de la placa y los accesorios especiales para tesado, incluyendo cabezas, placa, cuñas y demás elementos, así como la realización de la prueba de tesado, comprobando hasta el valor indicado y retesado posterior hasta tensión remanente.
- La inyección del mortero de la zona libre de anclaje de cara a su protección.

3.2.2.2.2 Materiales

3.2.2.2.2.1 Acero

La calidad de los aceros será St 1570/1770 para los alambres lisos, que serán estirados en frío.

Las características de fabricación, resistencias, características geométricas, tensiones y radios de curvatura permisibles, marcas de fabricante, transporte y almacenaje, así como datos sobre el control de calidad y verificación, vendrán señalados en los correspondientes certificados de homologación de acero de tensado. El fabricante controlará la calidad del acero y las tolerancias de laminación.

Los requisitos fundamentales de estos aceros vienen impuestos por la necesidad de resistir prolongados y grandes esfuerzos de tracción. El límite de elasticidad y la resistencia a la rotura tendrán una correcta relación entre sí, para evitar la influencia plástica bajo carga permanente y alcanzar un comportamiento de relajación idóneo, con el objeto de mantener reducida la pérdida de tensión (relajación) durante la vida útil de la estructura de anclaje. Los aceros de tensar superarán también los ensayos de fatiga, ya que las cargas de servicio pueden dar lugar a solicitaciones alternadas.

El acero de tensado debe almacenarse protegido contra la intemperie, y debe estar en ambiente ventilado.

Los anclajes permanentes de cables se transportan generalmente en rollos con dos flejes de acero en cada vuelta. Las vainas nervadas deben ser de PE. Los anclajes arrollados sobre las bobinas se pueden abrir en obra mediante desembobinadoras con freno. También se pueden transportar los anclajes en lazos ovalados. La vaina nervada comienza en el tramo recto de óvalo.

3.2.2.2.2.2 Composición del material a inyectar

Como aglomerante se utiliza únicamente cemento Portland de resistencia mínima 350 kp/cm².

Para reducir el contenido de agua y mejorar la fluidez, a juicio de la Dirección de Obra se podrán emplear aditivos. La relación agua-cemento para la inyección primaria debe estar comprendida entre 0,36 y 0,44. Para la post-inyección en suelos adhesivos la relación agua-cemento debe ser de 0,5.

3.2.2.2.2.3 Otros elementos

La placa de reparto será como mínimo de acero de quince centímetros (15 cm) de lado y veinte milímetros (20 mm) de espesor.

Cuando la inclinación del anclaje sea inferior a doce grados (12°), esta placa deberá disponer de dos (2) orificios para los tubos de inyección y desaireación.

El mortero a utilizar en la cabeza del anclaje será M-450, según la dosificación indicada en el artículo 611.3 del PG-3/75, y tendrá la forma indicada en los planos, o en su defecto, forma tronco-piramidal, con la cara de menores dimensiones, de veinticinco por veinticinco centímetros (25 x 25 cm), ortogonal al eje del anclaje y separada de su base mayor una distancia superior a diez centímetros (10 cm) cuando se trate de un talud de roca o a tres centímetros (3 cm) cuando se trate de un paramento de hormigón.

El mortero de protección de la zona libre de anclaje se inyectará en forma de lechada con una relación, en peso, agua/cemento igual a dos (2).

3.2.2.2.3 Ejecución de las obras

3.2.2.2.3.1 Perforación

3.2.2.2.3.1.1 Perforación por hincado

Con terrenos buenos la perforación por hincado es la más sencilla, económica y rápida. El entubado se llevará a cabo mediante una broca de percusión. Por cada percusión se gira el tubo de forma continua en la dirección de la rosca, para que no se suelten las conexiones roscadas, y evitar que los golpes se apliquen sobre la rosca, logrando que se transmitan a través del collar directamente sobre el tubo. Con el giro se impiden también las desviaciones laterales.

En condiciones normales del terreno se utilizará una punta con collar liso. En condiciones difíciles se utilizarán puntas con ranura radial o longitudinal, para que la punta gire con el tubo. En suelos embarrados o arcillosos se utilizará una punta de perforación con orificios que permite el paso del agua. A este fin se necesita una elevada presión de agua, que se inyecta a un conducto a través de un cabezal.

3.2.2.2.3.1.2 Perforación a rotación con enjuague exterior

En el extremo del tubo de perforación se soldará por puntos una corona de perforación. Tendrá forma de cruz o de pala y encajará en una ranura para recibir las fuerzas de giro. El tubo de perforación se profundizará girando, a cuyo fin el enjuague tendrá lugar a través del tubo y se establecerá una corriente ascendente por la parte exterior del tubo. La velocidad

de giro, avance y corriente de agua tendrán que estar sintonizados para lograr un rendimiento de perforación óptimo. La punta será desprendida antes de la instalación del anclaje. El método de perforación es especialmente idóneo para suelos poco permeables y de granulometría mixta.

En suelos arenosos existe el peligro de que el agua de retorno por la parte exterior del tubo provoque socavaciones. Cuando se monta otro tubo de perforación y se interrumpe el flujo de agua, la tierra asentada puede taponar los canales.

Una ventaja especial de este procedimiento es que el rozamiento exterior a lo largo de los tubos de perforación es muy bajo.

3.2.2.2.3.1.3 Perforación con sobrecarga

La perforación con sobrecarga que se aplica sobre las capas rocosas hasta penetrar en la roca, se denomina perforación con sobrecarga y se puede hacer en una operación.

El tubo de perforación con corona anular se hará avanzar con un taladro hueco con corona de percusión o cincel de rodillos que avanzará girando o por percusión rotativa.

El agua para enjuagar deberá fluir a través del taladro hueco hasta el fondo de la perforación, volver con los residuos a través del espacio anular entre el útil interior y el tubo de perforación y salir a través del cabezal.

Cuando el tubo de perforación haya alcanzado roca sólida, solamente avanzará el útil interior. Los anclajes serán instalados una vez retirado el útil interior.

3.2.2.2.3.1.4 Perforación con martillos para agujeros profundos

El procedimiento es idóneo para tipos de suelos duros y rocosos así como para suelos que presentan obstáculos a la perforación.

El martillo neumático trabajará en el fondo de la perforación y cada golpe del pistón incidirá directamente sobre la corona de perforación. Para evacuar los residuos, se añadirá al aire del martillo una mezcla de agua y espumante. Con este procedimiento se consiguen avances rápidos y pequeñas desviaciones angulares. Para perforaciones entubadas se utilizará una corona de perforación excéntrica. El entubado se introducirá por su propio peso sin girar.

3.2.2.2.3.1.5 Perforación con cabezal doble

La perforación por percusión con tuberías introducidas por giro se denomina perforación con cabezal doble. Con este procedimiento pueden realizarse perforaciones casi libres de vibración y ruido a grandes profundidades.

Se utilizarán equipos con un cabezal giratorio doble, así como dos sistemas de tubos concéntricos. El tubo interior lleva el martillo de accionamiento neumático, el tubo exterior una corona de perforación anular. El avance del tubo exterior estará sincronizado con el del martillo. Los giros de los dos sistemas de tubos serán opuestos e impedirán la obstrucción del espacio anular, debido a los residuos de la perforación.

Si al perforar con cabezal doble se tropezase con rocas sólidas la perforación podrá continuar sólo con el martillo de perforación, junto con el tubo interior.

Si se trata de terreno cohesivo, en lugar del martillo puede utilizarse una corona de perforación giratoria o un cincel de rodillos instalado en el tubo interior. En este caso se trata de un método de perforación giratoria doble.

3.2.2.2.3.1.6 Perforación con sinfín

La perforación con sinfín es idónea para suelos estables, donde el terreno puede ser cortado por el filo del sinfín.

El sinfín de perforación macizo es idóneo para la extracción de la tierra introducido en los tubos de anclaje ya hincados o perforados. A lo largo de toda la longitud de la perforadora se soldará una espiral de acero. Los anclajes se introducirán en las perforaciones después de realizar el sinfín.

La perforación con sinfín hueco es adecuada para suelos adhesivos. En este caso las espirales de acero estarán soldadas sobre los tubos de perforación. Para la protección contra el desgaste del sinfín se acoplará un sinfín inicial reforzado. Las puntas de perforación, que se equiparan con filos de avance, no son recuperables. Para el trabajo con sinfín pueden utilizarse casi todas las máquinas de perforación giratorias que tengan suficiente potencia, con o sin chorro central.

3.2.2.2.3.1.7 Perforación de rocas

La perforación de rocas macizas se efectuará con perforadoras de percusión rotativas, neumáticas o hidráulicas, en las cuales la energía de percusión se transmite a través del tubo de perforación acoplado a la corona de perforación. Para limpiar se utilizará chorro de agua o de aire o una mezcla de ambos, a través de los tubos huecos de perforación.

Para que la destrucción de la roca sea lo más efectiva posible, será preciso presionar constantemente, hacia adelante la corona de perforación.

3.2.2.2.3.2 Instalación de los anclajes

Hay que tomar precauciones para que no se estropeen los componentes delicados del anclaje y que son sensibles a la corrosión. A veces es conveniente emplear embudos sin cantos y velar para que los orificios de perforación sean suficientemente grandes como para poder introducir fácilmente los anclajes y separadores.

3.2.2.2.3.3 Transmisión de las fuerzas de anclaje al suelo

3.2.2.2.3.3.1 Anclajes inyectados en roca

Para la transmisión de fuerzas de anclaje muy elevadas es necesario que la roca no tenga fisuras u otros defectos que provoquen un desplazamiento bajo los efectos de las cargas. Por tanto, antes de instalar el anclaje se procederá a la consolidación de las rocas fisuradas por inyección a través de la perforación.

Mediante la introducción de lanzas de inyección y obturadores, se inyectará el terreno que rodea la perforación realizada para el anclaje y volverá a comenzarse el ciclo, perforando las veces que fuese preciso hasta alcanzar la estanqueidad necesaria.

3.2.2.2.3.3.2 Anclajes en tierra

La capacidad portante de un anclaje en tierra depende fundamentalmente del terreno adyacente y de la técnica utilizada para inyectar la zona de adherencia. El principal factor, que influye en la capacidad portante del anclaje es la longitud de adherencia. También se

puede incrementar el perímetro de inyección. Con esto se consigue un aumento del rozamiento, hasta cierto límite.

Sin embargo, los métodos más eficaces son los que provocan el aumento de la presión de inyección. En muchos suelos, principalmente en suelos no adhesivos, bastará un solo proceso de inyección. Si el anclaje se realiza en suelos con características mecánicas más deficientes, principalmente en suelos adhesivos, un solo proceso de inyección no será suficiente.

3.2.2.2.3.3 La post-inyección

Se entiende por post-inyección el proceso de volver a inyectar el anclaje después de la inyección primaria.

Con suelos impermeables, adhesivos, la inyección primaria únicamente puede rellenar el orificio de la perforación y los huecos adyacentes. Por tanto, la adherencia entre el material inyectado y la pared de perforación es pequeña y las fuerzas de anclaje, que se puedan transmitir son también pequeñas, principalmente en el caso de suelos plásticos.

Debido a estas causas se procede a la post-inyección, manteniendo una presión elevada durante cierto tiempo e inyectando material en el tramo de adherencia ya inyectado, con lo que se consigue una adherencia considerablemente mayor entre el cuerpo inyectado y el suelo. Por una parte, al terreno se le somete a tensiones radiales, lo que da lugar a un rozamiento más alto y por otra parte, se produce una superficie irregular que provoca un entrelazamiento del cuerpo inyectado con el terreno. Si se efectúa varias veces la post-inyección, la adherencia puede aún ser mayor.

La post-inyección se compone de una tubería de inyección adosada a lo largo del anclaje, desde la boca de la perforación hasta la zona de adherencia así como de válvulas de inyección. Las válvulas de inyección mantienen el cable de acero centrado en la perforación y, también actúan como válvula de un solo sentido a través de la cual el mortero de inyección sale de las tuberías de inyección.

Estarán construidas de tal forma que ocasione solo un pequeño aumento de diámetro del anclaje y pese a ello permitan alcanzar una gran presión para romper el mortero de la inyección primaria.

3.2.2.2.3.4 Equipos de inyección

Para obtener mezclas coloidales se utilizarán mezcladores de alta turbulencia. Para garantizar un bombeo continuo se emplearán contenedores independientes de mezcla y reserva. Para la alta presión de la post-inyección, las bombas más adecuadas son las de émbolo de largo recorrido.

Para la medición de las altas presiones de inyección se utilizarán manómetros con retenes rellenos de grasa.

3.2.2.2.3.4 Cabeza de tesado

Se dispondrán placas de acero de reparto de quince por quince por dos centímetros (15 x 15 x 2 cm) como mínimo, que apoyarán sobre una base de asiento de mortero M-450, según la dosificación indicada en el artículo 611.3 del PG-3/75, y tendrá la forma indicada en los planos, o en su defecto, forma tronco-piramidal, con la cara de menores dimensiones, de veinticinco por veinticinco centímetros (25 x 25 cm), ortogonal al eje del anclaje y separada

de su base mayor una distancia superior a diez centímetros (10 cm) cuando se trate de un talud de roca o a tres centímetros (3 cm) cuando se trate de un paramento de hormigón.

3.2.2.2.3.5 Operaciones de tensado

3.2.2.2.3.5.1 Tensado

Los anclajes se pretensan para transmitir las cargas al terreno. Con este fin se utilizarán gatos hidráulicos con bombas de accionamiento manual o eléctrico, similares a la que se emplean en hormigón postensado. Antes de su fijación los anclajes serán sometidos a la carga de ensayo especificada en el apartado 4 del presente Artículo. La carga de ensayo se aplica escalonadamente, tras alcanzar la carga de ensayo se destensa de nuevo hasta una cierta carga previa.

Las cuñas de anclaje tienen que desplazarse durante el tensado y proceso de destensado con los alargamientos del tendón, y únicamente tras la conclusión del ensayo será definitivamente fijados a la carga de trabajo (hay varios ciclos de carga en la ejecución de los ensayos). Los gatos de tensar se equiparán con unos soportes, para que haya suficiente espacio donde se puedan mover los elementos de anclaje. Dado que los gatos de tensar no están previstos para desplazamientos de esta magnitud, las piezas de anclaje no se instalarán para el proceso del ensayo. Tras la prueba se desmontará el gato de tensar, se colocarán las piezas de anclaje y entonces se tensarán hasta la carga de servicio.

Durante el desplazamiento se adelantarán las cuñas de anclaje, hasta fijarlas.

3.2.2.2.3.5.2 Retesado

Para poder verificar o regular, en cualquier momento las fuerzas de anclaje, es preciso disponer de las piezas adecuadas.

Para la fijación del anclaje con el gato es preciso que estos sobresalgan, o montar cabezas de anclaje roscadas. Para la fijación de estas cabezas roscadas se utilizan manguitos con husillos. Las cuñas para los anclajes de cables se colocarán por lo menos 15 mm en contra de la dirección de tracción, para conseguir una nueva longitud de agarre suficiente. Por esta razón, en anclajes de cables se sacará la cabeza de anclaje completa y se calzará convenientemente.

3.2.2.2.3.6 Sistemas de protección contra la corrosión

Seguidamente se reseñan las condiciones que deben cumplir la protección contra la corrosión para anclajes temporales y anclajes permanentes.

3.2.2.2.3.6.1 Componentes

Además de la protección de la cabeza de anclaje, que salvo especificación en contra por parte de la Dirección de Obra se realizara con hormigón o mortero de cemento, los principales componentes de la protección contra la corrosión son:

3.2.2.2.3.6.1.1 Mortero de cemento

Se empleará mortero de cemento, que al tener un valor del pH de hasta 12,6, es una protección activa contra la corrosión. La superficie de acero se volverá eléctricamente pasiva

por el medio alcalino del mortero de cemento, por lo que independientemente de la potencia existente no se producirá corrosión.

3.2.2.2.3.6.1.2 Vainas de material plástico

Se utilizarán vainas lisas y corrugadas, que separarán el mortero de cemento interior y exterior y crearán una barrera estanca al gas.

Debido a sus exigencias mecánicas, transporte y condiciones de montaje, se utilizarán tubos de P.V.C., PPh o PE con un espesor de pared como mínimo de un milímetro (1 mm) en vainas corrugadas. Las calidades del material se controlarán según las especificaciones de las normas.

3.2.2.2.3.6.1.3 Grasas protectoras contra la corrosión de plasticidad permanente

Estas grasas tienen que rellenar los huecos existentes y permitir las deformaciones durante el tensado. Los requisitos impuestos a estas grasas son en parte muy distintos a los impuestos a las grasas convencionales. Este hecho es tenido especialmente en consideración en los certificados de homologación y catálogos especiales. Tienen que cumplir determinadas exigencias desde el punto de vista de la calidad (pureza, absorción de agua, resistencia eléctrica, saponificación, durabilidad) y aplicación (viscosidad, resistencia a la temperatura).

3.2.2.2.3.6.2 Anclajes temporales

Los elementos fundamentales de la protección contra la corrosión son:

- En la longitud de anclaje: con recubrimiento de mortero de cemento, de 20 mm alrededor del tendón en suelos cohesivos y de 10 mm en roca.
- En la longitud libre de tensión: con una vaina de plástico obturada en el extremo inferior, que ofrece protección suficiente y libre dilatación durante el tensado. Deberá resistir los golpes de manipulación.
- En la cabeza de anclaje: una vez unida herméticamente con la vaina se aplicará un recubrimiento o una caperuza para proteger la tuerca o la unión con cuñas.

3.2.2.2.3.6.3 Anclajes permanentes con cables

La libre deformación de los cables se logrará embebiendo cada cable en toda la longitud libre de tensión, por medio de un procedimiento de fabricación especial, en la grasa protectora contra la corrosión en el interior de la vaina de plástico, antes de ser instalado el haz de cables en el interior de una vaina lisa y corrugada.

3.2.2.2.3.7 Defectos a evitar durante la ejecución

- Perforación
Durante la ejecución de las perforaciones los defectos más corrientes se refieren a los aspectos siguientes:
 - Perforaciones mal orientadas en dirección.
 - Perforaciones con diámetro demasiado grande o demasiado pequeño.
 - Ejecución de perforaciones de diámetro irregular (ovalizaciones en el comienzo demasiado largos (lo que tiene como consecuencia una falta de relleno en la obra) o demasiado cortos (el anclaje sale demasiado).
 - Falta de limpieza de la perforación y de los anclajes
- Anclaje

- Introducción parcial del anclaje.
- Utilización de un mortero o lechada mezclados con demasiada antelación
- Colocación de un volumen insuficiente de lechada.
- Empleo de productos de baja resistencia mecánica
- Colocación de las placas de apoyo
 - Es frecuente en la práctica que las placas de apoyo estén mal colocadas y no apoyen contra la superficie de colocación, lo que disminuye la eficacia del anclaje.

3.2.2.2.4 Control de calidad

Los elementos de armado para el suelo tienen todos la característica común de que no son accesibles para un control posterior de sus características o de sus variaciones. La pérdida de calidad solo se reconoce, si acaso, cuando los componentes individuales han perdido su función.

La garantía de estas construcciones se basa por tanto en un esmerado control de las características fijadas antes de la instalación. Principalmente para los anclajes inyectados equipados con aceros de tensado, se seguirá desde el principio un proceso de control, que permita reducir el riesgo a un mínimo estadístico.

El proceso de control comenzará en la fabricación de las piezas. Incluye el montaje en fábrica, el transporte y el almacenamiento, así como la instalación. La adherencia con el suelo se controlará en todos y cada uno de los anclajes mediante ensayos de comprobación. En anclajes permanentes, cada 2 años se realizarán comprobaciones estadísticas para un pequeño porcentaje de aquellos o se preverán sistemas permanentes de medición.

El proceso de control se llevará a cabo a dos niveles, uno durante la producción con mayor intensidad, otro en obra, menos intenso, con el fin de reducir al mínimo los posibles defectos. El control de calidad se efectuará por inspección ocular, con calibres para comprobar las tolerancias y por muestreo para pruebas de rotura. El número de probetas depende de la importancia de las piezas dentro de la estructura y de sus características. Se vigilará el proceso de producción por medio de controladores.

Las homologaciones de los anclajes deberán fijar detalladamente cómo se realizará el control de calidad. Los servicios exteriores de control de calidad únicamente serán encomendados a laboratorios homologados.

Las obras equipadas con anclajes permanentes se registrarán en una central de control, y se guardarán sus datos en archivos durante diez años.

En obra, para asegurarse de la calidad y eficacia de los anclajes, se pueden realizar varios tipos de control:

- Un control de calidad de los componentes (anclajes, lechadas, morteros, etc.).
- Control estadístico de la longitud no sellada de los anclajes. Para ello se quitarán las placas de apoyo midiendo a continuación con una varilla de acero la longitud sin relleno. Posteriormente se volverán a colocar las placas.

Con el certificado de garantía podrá prescindirse, en general, de los ensayos de recepción de los distintos elementos que componen el anclaje.

El Director de Obra podrá ordenar la toma de muestras que considere oportunas, tanto del propio acero como de la lechada o de los distintos elementos de la cabeza de anclaje (placa de reparto, tuerca roscada, dado de mortero y arandelas cónicas) y de la lechada del mortero de inyección para la protección del anclaje.

Las piezas o elementos se suministrarán en envases adecuados, suficientemente protegidos para que los golpes de un transporte ordinario no dañen las mismas.

En cuanto al control estadístico de longitudes libres, placas de apoyo-final de bulbo de anclaje se realizará cada cinco (5) anclajes de cada tipo (longitud).

Pero, en todos los anclajes deberá realizarse la prueba de recepción para comprobar su capacidad portante. La forma de realizar dicha prueba es la siguiente: Se parte de una carga inicial del quince por ciento (15%) de la carga de trabajo y se tensa en tres (3) escalones de la misma amplitud. El cuarto escalón es el de la carga de ensayo, que en anclajes temporales es el ciento veinticinco por ciento (125%) y en anclajes permanentes el ciento treinta y cinco por ciento (135%) de la carga de trabajo. Este valor no debe nunca sobrepasar el noventa y cinco por ciento (95%) del límite elástico del acero. En todos los escalones de carga se miden los desplazamientos de la cabeza de anclaje. En los escalones correspondientes a la carga de trabajo y a la carga de ensayo, se miden los desplazamientos durante un período de tiempo hasta su estabilización. Este período es de cinco (5) minutos como mínimo en suelos de roca y suelos no adhesivos, y de quince (15) minutos en suelos adhesivos. Al disminuir la carga hasta la carga previa se registran también, en todos los escalones intermedios, los desplazamientos. Al tensar hasta la carga de fijación, se mide al cincuenta por ciento (50%) y al cien (100%) de la misma. Tras el dibujo del diagrama de fuerza-desplazamiento se registrará la línea de rozamiento cero, en la mediana entre las líneas de descarga y de carga del ciclo. Para cada anclaje es preciso comprobar:

- Si se cumplen los límites permisibles de la longitud libre.
- Si se ha tenido en cuenta el desplazamiento en la carga de fijación para que la carga efectiva alcance la magnitud proyectada.

Asimismo, la prueba de aptitud se llevará a cabo en los tres (3) primeros anclajes, en cada capa de terreno y tiene por objeto comprobar la aptitud del suelo para soportar la carga del anclaje. A diferencia de la prueba de recepción, en este caso se descarga hasta la carga previa cuando alcanza por vez primera cada escalón de carga y registra la deformación remanente. En cada escalón se efectúa una medición en función del tiempo, mientras se mantiene constante la carga.

Se registra un gráfico de cargas-desplazamiento. Las curvas del desplazamiento en función del tiempo se registran en escala semilogarítmica para cada escalón de carga. El coeficiente de deslizamiento K_s es el desplazamiento situado en la zona casi recta de esta curva. La carga límite del anclaje es la carga interpolada correspondiente a un deslizamiento de 2 mm.

3.2.2.2.5 Medición y abono

Se medirán por metro lineal (m) de anclaje totalmente colocado, incluyendo la instalación del equipo de perforación, ejecución de la cabeza de soporte de la placa de reparto, inyección de lechada, tesado, protección con mortero, comprobación y ensayos especificados en este Pliego.

No será objeto de medición y por tanto de abono aquellos anclajes que:

- No hayan sido señalados en Proyecto o indicados por la Dirección de Obra para su ejecución.
- Hayan sido arrancados al realizar la prueba de tesado.
- No dispongan del dado de anclaje o dispositivo del mismo en las disposiciones especificadas anteriormente.

El exceso de lechada o de mortero de inyección que sea necesario introducir debido a pérdida por grietas, coqueras, sobreperforación, etc., no dará lugar a abono complementario.

Tampoco será de abono el exceso de mortero empleado en la formación del dado de anclaje, por irregularidades del muro. Esta unidad de obra se abonará de acuerdo con los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.3 Instalación de tuberías

3.3.1 Generalidades

Además de lo citado en el correspondiente apartado del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales se considerarán las siguientes cuestiones:

- No se permitirá la colocación de los apoyos de nivelación de los tubos para su nivelación mientras no se haya producido el fraguado del hormigón de limpieza. En el caso de existencia de agua en la zanja, se eliminará antes del vertido de dicha capa de hormigón. Si no pudiera asegurarse la ausencia de agua, al hormigón de limpieza se le añadirán los aditivos necesarios para el correcto fraguado del mismo en un período de tiempo que no afecte a sus características mecánicas.
- Para la prueba de infiltración con aire se utilizará el método especificado en la Norma UNE EN-1610 como LD, es decir, se aplicará una presión inicial de 20 kPa.
- Una vez instalada y probada la conducción se procederá a la limpieza general de la misma mediante presión de agua para procederse a continuación a la inspección por televisión de todo el colector según se especifica en el PPTG.

3.3.2 Conceptos de abono

- Las precauciones o modificaciones en los materiales necesarios para el aseguramiento de las condiciones adecuadas de la base de hormigón de limpieza se consideran incluidos en las unidades de obra de excavación y hormigón, no admitiéndose ninguna reclamación al respecto.
- Las pruebas de infiltración, la limpieza de la tubería y la inspección por televisión se consideran incluidas en los precios unitarios de las tuberías correspondientes, no siendo objeto de abono independiente.

3.3.3 Tuberías de PEAD.

3.3.3.1 Instalación de tubería

3.3.3.1.1 Suministro, transporte, carga y descarga

Los tubos de pequeño diámetro deben suministrarse paletizados. Las tuberías pueden apoyarse directamente una sobre otra sin inconvenientes, dado el peso reducido y la considerable rigidez circunferencial.

Durante el transporte no se colocarán pesos encima de los tubos que les pueda producir aplastamiento. Asimismo debe evitarse que otros cuerpos, principalmente si tienen aristas vivas, golpeen o queden en contacto con el tubo.

Con el fin de evitar que el tubo ruede y reciba choques, se aconseja que se sujeten con cordel o cuerda y no se utilizarán cables, alambres ni cintas metálicas.

La descarga debe realizarse directamente con todo el palet o separadamente, en los pequeños diámetros puede incluso realizarse a mano.

Es necesario evitar el uso de ganchos en los extremos para evitar daños, siendo aconsejable el uso de tiras de material no abrasivos.

La primera capa de tuberías que se apoya sobre el terreno debe colocarse sobre un fondo uniforme de arena o sobre sacos para evitar posibles daños en la superficie externa del tubo y flexiones longitudinales.

3.3.3.1.2 Almacenamiento

Los tubos deberán ser almacenados sobre superficies planas y limpias, en forma horizontal, pudiéndose apilar unos encima de otros. No se dejarán nunca almacenados verticalmente.

Se podrán amontonar formando capas horizontales. Si no hubiese paredes de contención, para evitar el desplome de la pila deberán asegurarse los tubos extremos de la capa inferior con cuñas de madera, o tierra blanda. En caso de utilizar las cuñas, deberá procurarse que éstas no tengan cantos vivos; la separación entre ellas deberá ser de 1 metro aproximadamente.

Para la formación de capas superiores se tendrá presente que un tubo debe descansar entre dos de la capa inferior. La altura de apilado no debe sobrepasar de 2 metros a fin de evitar esfuerzos importantes en las capas inferiores.

3.3.3.1.3 Ejecución de juntas

3.3.3.1.3.1 Unión o soldadura a tope

Se realiza mediante máquina por polifusión según Norma DSV-2207, o DIN-16960. Se cuidará la correcta alineación de los extremos de los tubos, la temperatura exacta de calentamiento, las presiones correctas tanto en el calentamiento como en la soldadura y el enfriamiento de la unión antes de ser aflojada la presión, siguiendo en todos estos puntos las indicaciones del fabricante.

3.3.3.1.3.2 Unión por electrofusión

Unión efectuada por el calentamiento de un alambre metálico incorporado en la boca del tubo durante la fabricación del mismo. Este calentamiento funde las zonas circundantes del tubo que están en contacto con el alambre realizando así la unión de forma rápida y segura. Después del ciclo de soldadura la unión debe dejarse enfriar convirtiéndose en ese tiempo en un todo homogéneo y fuerte garantizando una unión permanente.

3.3.3.2 Medición y abono

Se consideran incluidos en los precios el suministro, pruebas, e inspección en fábrica, el transporte, cargas, descargas, transportes internos en obra, el acopio provisional en lugar distinto al de montaje, medios auxiliares, montaje, preparación, cortes, soldaduras, parte proporcional de piezas especiales, alineación y nivelación, inspección, pruebas y ensayos con la tubería instalada, etc.

La tubería se abonará por metros lineales medidos en zanja, según diámetro, presión y calidad, de acuerdo con los precios del Cuadro de Precios nº 1.

3.3.4 Tuberías de saneamiento por vacío

Será de aplicación todo lo especificado en el presente pliego para tuberías de PEAD mientras no contradiga las normas específicas para tuberías de saneamiento por vacío.

Asimismo se atenderá a las especificaciones de la norma UNE-EN 1091 y a las recomendaciones del suministrador de tecnología de saneamiento por vacío.

3.3.4.1 Instalación de tubería

El Contratista presentará una metodología de instalación de las tuberías de vacío de acuerdo a las recomendaciones del suministrador de tecnología de vacío para aprobación por parte de la Dirección de las Obras.

Todos los cambios o alteraciones del perfil de la tubería durante su instalación deben ser consultados con el diseñador del sistema de saneamiento por vacío antes de su ejecución. El diseñador debe aprobar el cambio una vez comprobada su viabilidad desde el punto de vista del diseño hidráulico del sistema.

El perfil de la tubería deberá facilitar el flujo del caudal y evitar la acumulación de residuos sólidos, con una pendiente mínima de 1/500 (0,2%). Las acometidas deberán tener una distancia mínima de 2,0 m entre tramos con elevación.

En terrenos con pendiente favorable mayor del 0,2%, las tuberías pueden colocarse con la pendiente natural, para terrenos planos o con pendiente desfavorable, se colocará el colector con una pendiente mínima del 0,2% y se utilizará un perfil con forma de diente de sierra, con elevaciones separadas un mínimo de 6 metros entre ellas.

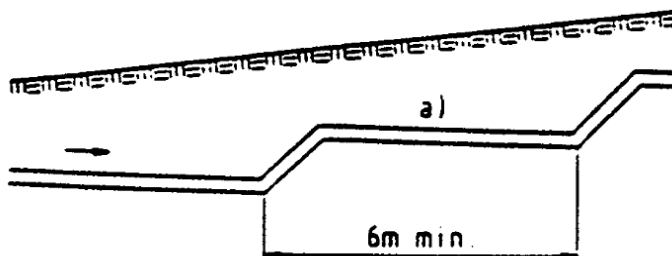


Figura 10. Ejemplo de perfil de redes de alcantarillado por vacío para transporte ascendente.

(Fuente: Norma UNE-EN 1091:1996)

En conexiones de acometidas o ramales, las uniones entre tuberías se realizarán con derivaciones a 45°. Las acometidas se conectarán a la red general en el sector comprendido entre $\pm 60^\circ$ medidos a partir del eje vertical de la sección.

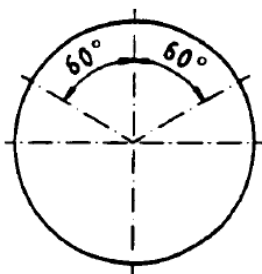


Figura 11. Sector disponible para conexión de acometidas (Fuente: Norma UNE-EN 1091:1996)

Se recomienda realizar el montaje de los colectores de vacío comenzando por el punto más alejado de la estación de vacío, y avanzar en dirección a la misma.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se comprobará que su interior está libre de tierra, piedras, útiles de trabajo, etc. y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual se procederá a calzarlos y acodalarlos con un poco de material de relleno para impedir su movimiento. No está permitido el uso de calzos de ladrillo, hormigón u otros materiales que no se correspondan con el de relleno de las zanjas, con el objeto de evitar los daños a las tuberías de vacío.

Cada tubo deberá centrarse perfectamente con el adyacente. Si se precisase reajustar algún tubo, deberá levantarse el relleno y realizar de nuevo todo el proceso de colocación. Al igual que para cualquier otro tipo de tubería, se procurará mantener zanjas y tuberías libres de agua, para ello es buena práctica montar los tubos en sentido ascendente asegurando el desagüe en los puntos bajos.

Cuando el gradiente de la tubería sea menos pronunciado de 1/150, las tuberías no se deberán desviar verticalmente más de +12 mm del perfil previsto en el diseño. Ninguna desviación deberá producir retrocesos.

Durante el montaje del tubo se montarán todos los tapones de final de línea y además, al final de cada día o en circunstancias meteorológicas adversas, se montarán tapones reutilizables en el punto donde se esté trabajando con el fin de evitar infiltraciones dentro de la tubería que pudieran falsear las pruebas de vacío.

Deberá disponerse en la zanja, encima de la tubería, una cinta indicando la tipología de tubería existente. Cuando el material de la tubería sea no conductor, se deberá disponer un sistema de localización.

3.3.4.2 Pruebas

Para la realización las pruebas de vacío se estará a lo dispuesto en el anexo B de la norma UNE-EN 1091:1996. Para su ejecución será necesario el siguiente material:

- Equipo de vacío capaz de alcanzar un vacío absoluto de -0,99 bar con todas las medidas de seguridad internas del equipo e instrucciones necesarias según normativa vigente para su correcto uso. El equipo de vacío debe ser liviano y móvil para poder ser transportado por toda la obra según necesidad. Todos los subequipos del conjunto deben ser aptos para trabajar bajo presión. Además es aconsejable que disponga de elementos filtrantes propios para la limpieza del aire que extrae para su propia conservación.
- Equipo Terminal de pruebas con unión desmontable de diámetro 90mm, 125mm, 160mm, 200mm, y 250mm con vacuómetro de glicerina de diámetro mínimo de 100mm y válvulas para aislar el tramo de pruebas. Todo el conjunto debe ser reutilizable y debe garantizar la estanqueidad antes y después de cada una de las pruebas realizadas. El terminal de pruebas se aconseja sea liviano, móvil y resistente a los trasiegos del día a día en obra.
- Manguera semirígida de conexión rápida para trabajar bajo presión para la unión del equipo de vacío y el terminal de pruebas. Al igual que los demás equipos debe ser estanca al cien por cien. La manguera se aconseja sea liviana y resistente a los trasiegos del día a día en obra.

Los ensayos de vacío, la limpieza de las acometidas, red general y tanques de vacío deberán completarse antes de la instalación de las válvulas de interconexión, excepto cuando el sistema se vaya a completar por fases. En caso de que el sistema se vaya a completar por fases, tan sólo en la primera de ellas se ensayará de esta manera.

3.3.4.2.1 Pruebas de vacío en tramos instalados.

Para la realización de cualquiera de las pruebas de vacío se deberá disponer del equipo de pruebas de vacío especificado en el punto anterior.

Antes de realizar un ensayo de vacío se comprobará que el equipo de ensayo funciona correctamente y que está adecuadamente instalado a la red de alcantarillado por vacío o acometida.

La pérdida de vacío permitida se ajustará para tener en cuenta cambios de temperatura y de presión barométrica durante el ensayo. Las temperaturas de la tubería y la presión barométrica se registrarán al comienzo y final del ensayo así como a intervalos horarios entre medias.

Como máximo por cada 450 m de tubería que se coloque se realizará un ensayo que consistirá en someterla a vacío parcial de (70 ± 5) kPa por debajo de la presión atmosférica. Se le permitirá estabilizarse durante un tiempo no inferior a 30 minutos y a partir de entonces no deberá perder más de un uno por ciento (1%) de la presión de ensayo cada hora, por espacio de dos. En el caso de que el tramo disponga de válvulas de seccionamiento (aislamiento) o tuberías de inspección, se permitirá una pérdida superior al 1% pero siempre inferior al 5% de la presión de ensayo en el transcurso de una hora. Esta prueba se denomina test o prueba parcial de vacío.

Junto a las pruebas parciales, se realizan los tests de vacío acumulativos, que acompañarán a los test de vacío parciales, pero siempre serán prioritarios. A diferencia de los tests parciales, en los test acumulativos se realiza la misma prueba de vacío que se desarrolla durante un test parcial, pero a lo largo de todo el tramo de conducción ejecutado. Esto es, la ejecución de un nuevo tramo máximo de 450 m o de un nuevo tramo hasta el seccionamiento o hasta una nueva conexión, vendrá acompañado de dos ensayos:

- a. Un ensayo parcial aislando el nuevo tramo ejecutado
- b. Un ensayo acumulativo del tramo o ramal total ya ejecutado.

En todo caso, la Dirección de Obra decidirá si ambos ensayos se realizan o, en su caso, qué ensayo se realiza dando preferencia al ensayo acumulativo. Siempre es preferible realizar test de vacío acumulativos en lugar de test de vacío parciales para comprobar que no se hayan producido desperfectos en zonas de la obra ya probadas.

La periodicidad del test de vacío se realizará según el rendimiento de obra del Contratista pero siempre dentro del rango de periodicidad aconsejado por la Dirección de Obra. Como regla general, se recomienda ensayar la tubería montada cada 200 metros en tramos de tubo recto sin ramales secundarios, y realizar pruebas diarias en tramos de tubo con conexiones secundarias. Como máximo por cada 450 m de tubería que se coloque se realizará el ensayo.

Cuanto más pruebas de vacío intermedias se realicen en obra por el Contratista menor será la probabilidad que en la prueba final realizada desde la estación de vacío existan problemas. El contratista no tiene limitación alguna para realizar el número de pruebas de vacío que crea convenientes.

Se aconseja mantener la zanja sin rellenar o, al menos, las uniones, hasta que la tubería no esté probada y/o el ensayo de vacío haya concluido positivamente, con el objeto de que la localización de las fugas de presión sea lo más rápida y sencilla posible.

3.3.4.2.2 Control de tubería instalada. Procedimiento del Ensayo Final de vacío

El Ensayo o Prueba Final de vacío consiste en un último test de vacío de todo el sistema desde la estación de vacío. Esta prueba deberá ejecutarse una vez finalizada la instalación

de toda la red de saneamiento por vacío (conducciones, válvulas de interfase gravedad-vacío, válvulas de seccionamiento y vacuómetro), con el objeto de certificar la validez de los test de vacío acumulativos o parciales y el resto de ensayos asociados a los demás elementos de sistema de vacío. Durante esta prueba deberá estar presente la Dirección de Obra y el Contratista.

Cuando todas las tuberías de la red y de las acometidas hayan sido colocadas se someterá al conjunto del sistema incluyendo la estación de vacío a un vacío parcial de (70 ± 5) kPa por debajo de la presión atmosférica. Se permitirá que se estabilice a esa presión durante por lo menos 30 minutos y a partir de entonces no deberá perder más de un 1% de la presión de ensayo por hora durante un periodo a de 4 h.

Si la prueba final no es satisfactoria el Contratista está obligado a detectar el fallo en la tubería y repararlo hasta la superación de la prueba. Todos los trabajos necesarios para la localización y reparación de los fallos correrán por cuenta del contratista.

3.3.4.3 Medición y abono

La tubería se abonará por metros lineales medidos en zanja de tubería completamente instalada según los precios recogidos en el Cuadro de Precios Nº 1, según el diámetro nominal de cada tramo.

En las unidades de tubería de PE de vacío se incluye la parte proporcional de uniones entre tubos mediante manguito de unión electrosoldado de PEAD, la parte proporcional de codos, derivaciones, lifts, piezas especiales y accesorios propios de colectores de vacío, y todos elementos y medios auxiliares necesarios para su instalación, pruebas y puesta en servicio.

Se consideran incluidos en los precios el suministro, pruebas, e inspección en fábrica, el transporte, cargas, descargas, transportes internos en obra, el acopio provisional en lugar distinto al de montaje, medios auxiliares, montaje, preparación, cortes, soldaduras, parte proporcional de piezas especiales, alineación y nivelación, inspección, pruebas y ensayos con la tubería instalada, etc.

3.3.5 Otras tuberías

3.3.5.1 Tuberías de acero electrosoldado

3.3.5.1.1 Definición

Se entiende por tubería electrosoldada, la construida de chapa de acero.

3.3.5.1.2 Materiales

El acero correspondiente a las tuberías de la conducción, cumplirá como mínimo las siguientes características:

- Resistencia a la rotura: entre 37 y 45 Kg/mm².
- Límite elástico aparente: 24 Kg/mm² para espesor menor o igual de 16 mm
- Alargamiento mínimo en rotura: 26%
- Resistencia mínima: 2,8 Kg/cm² a 0° C
- Contenidos máximos: Carbono = 0,200%, Fósforo = 0,50%, Azufre = 0,050%.

3.3.5.1.3 Fabricación

Las tuberías deben construirse en fábrica o taller debiendo realizar en obra el menor número posible de soldaduras. Por tanto, deberán ser de la mayor longitud transportable. La chapa para la ejecución de la tubería se curvará en frío.

La preparación de bordes se efectuará siguiendo las indicaciones en los Planos del Proyecto, o en su defecto, ateniéndose a las instrucciones contenidas en la Propuesta de Norma UNE 14.036.

Las soldaduras longitudinales o helicoidales se efectuarán siempre antes que las transversales se crucen con ellas. No obstante, se podrán dejar sin soldar hasta el momento de ejecutar las uniones transversales, trozos de diez (10) centímetros de aquellas, con objeto de facilitar el debido acoplamiento de las virolas contiguas.

El sobreespesor total de las soldaduras a tope no será superior al diez por ciento (10%).

No podrá comenzar la fabricación sin la aprobación previa de la Dirección de Obra, y está obligado a adoptar cuantas modificaciones se le impongan.

3.3.6 Equipamiento

En la cámara seca el equipamiento deberá incluir, al menos:

- Válvula/s de vacío, de membrana, émbolo o pistón, con su/s correspondiente/s controlador/es.
- válvula de seccionamiento aguas arriba de cada válvula de vacío.
- conducción de baipás con válvula de seccionamiento.

En la cámara húmeda, además de la tubería de aspiración, la cámara va equipada con el actuador de la válvula de vacío (uno por válvula) y una boya de nivel de emergencia. El actuador puede ser de tipo tubo sensor ($\varnothing > 45$ mm) o en forma de boya.

La boya de emergencia emitirá señal de alerta al cuadro de control en caso de que el agua sobrepase el nivel máximo recomendado.

Las tuberías, accesorios y piezas especiales se han previsto de PVC con juntas de manguito elástico o roscadas. Las válvulas y demás elementos irán montadas sobre perfilera metálica anclada a las paredes del pozo.

Debido a las diferencias en la capacidad de las válvulas de los distintos suministradores, el tamaño y número de válvulas necesarias en cada cámara colectora deberá ser ajustado una vez la Dirección de las obras haya aprobado el suministrador.

3.3.7 Control de calidad

El control de calidad de la obra civil se realizará según lo indicado en los artículos correspondientes del pliego.

Se realizará una inspección visual interna de las cámaras colectoras antes de su puesta en servicio. Si durante la inspección se detectan evidencias de acceso de agua través de la estructura envolvente (paredes y suelos), la cámara deberá someterse a un ensayo de presión interna.

Antes de la puesta en servicio de las cámaras colectoras, deberán limpiarse de escombros todos los desagües por gravedad que vierten en ellas. Todas las cámaras colectoras deberán limpiarse y no contener materia extraña. La limpieza deberá realizarse antes de cualquier ensayo de puesta en servicio.

ENSAYO DE PRESIÓN INTERNA

Tras sellar todas las tuberías de entrada y salida de la cámara colectora se llenará ésta con agua hasta un nivel 500 mm por debajo de la cara superior de la tapa. El volumen de agua contenido en la cámara colectora llena hasta ese nivel deberá ser determinado por cálculo y/o medición. Se permitirá un periodo de estabilización y absorción de al menos 2 horas tras el cual se añadirá agua de un recipiente graduado a intervalos de 5 minutos en la cantidad necesaria para alcanzar el nivel original del agua.

Se considerará que el pozo ha superado el ensayo si la cantidad de agua añadida en un periodo de 3 horas es menor de un 0,2% del volumen inicial de agua.

3.3.8 Medición y abono

Las cámaras colectoras se medirán en unidades (ud) totalmente ejecutadas y se abonarán con los precios que figuran en el Cuadro de Precios Nº 1.

Se incluye una unidad para el abono de la obra civil y otra para el abono del equipamiento para cada tipo de cámara colectora.

3.4 Cámaras colectoras

3.4.1 Generalidades

Según la definición incluida en la norma *UNE-EN 1091:1996 Sistemas de alcantarillado por vacío en el exterior de los edificios*, las cámaras colectoras son los pozos que contienen el sumidero colector y la válvula de interconexión o de vacío. Las cámaras colectoras cumplirán las especificaciones establecidas en dicha norma UNE-EN 1091:1996 además de en la vigente UNE-EN 16932-3:2019.

Las cámaras colectoras se proyectan de hormigón armado ejecutado in-situ, con distintas dimensiones según el caudal punta recogido, pero todas ellas constan de dos cámaras:

- Una cámara húmeda, o sumidero colector, que es el pozo en el que se almacena el agua residual hasta alcanzar el nivel de activación de la válvula. Esta cámara debe tener capacidad de almacenamiento de agua residual en caso de fallo del sistema.
- Una cámara seca, en la que se ubicarán la válvula o válvulas de vacío o interfase con sus respectivos controladores y demás elementos auxiliares necesarios para la conexión del agua residual desde la cámara húmeda a la red de colectores de vacío.

Su construcción y acabados garantizarán la estanqueidad interior, en especial en la cámara seca. No sólo la obra civil, sino también las uniones entre tuberías y entre estas y la obra civil.

La/s válvula/s de vacío y el/los controlador/es deben ser de fácil acceso desde el exterior, de manera que el operador no tenga que entrar dentro de la cámara. La cámara húmeda contará con pates de polipropileno para viabilizar su inspección y mantenimiento. Las dimensiones mínimas de los accesos a cada una de las cámaras son de 0,70 metros de diámetro.

Ambas cámaras deben estar adecuadamente ventiladas para garantizar la presión atmosférica en su interior. En la cámara húmeda se podrá aprovechar la ventilación de la red de gravedad, si existe.

3.4.2 Equipamiento

En la cámara seca el equipamiento deberá incluir, al menos:

- Válvula/s de vacío, de membrana, émbolo o pistón, con su/s correspondiente/s controlador/es.
- válvula de seccionamiento aguas arriba de cada válvula de vacío.
- conducción de baipás con válvula de seccionamiento.

En la cámara húmeda, además de la tubería de aspiración, la cámara va equipada con el actuador de la válvula de vacío (uno por válvula) y una boya de nivel de emergencia. El actuador puede ser de tipo tubo sensor ($\varnothing > 45$ mm) o en forma de boya.

La boya de emergencia emitirá señal de alerta al cuadro de control en caso de que el agua sobrepase el nivel máximo recomendado.

Las tuberías, accesorios y piezas especiales se han previsto de PVC con juntas de manguito elástico o roscadas. Las válvulas y demás elementos irán montadas sobre perfilera metálica anclada a las paredes del pozo.

Debido a las diferencias en la capacidad de las válvulas de los distintos suministradores, el tamaño y número de válvulas necesarias en cada cámara colectora deberá ser ajustado una vez la Dirección de las obras haya aprobado el suministrador.

3.4.3 Control de calidad

El control de calidad de la obra civil se realizará según lo indicado en los artículos correspondientes del pliego.

Se realizará una inspección visual interna de las cámaras colectoras antes de su puesta en servicio. Si durante la inspección se detectan evidencias de acceso de agua través de la estructura envolvente (paredes y suelos), la cámara deberá someterse a un ensayo de presión interna.

Antes de la puesta en servicio de las cámaras colectoras, deberán limpiarse de escombros todos los desagües por gravedad que vierten en ellas. Todas las cámaras colectoras deberán limpiarse y no contener materia extraña. La limpieza deberá realizarse antes de cualquier ensayo de puesta en servicio.

ENSAYO DE PRESIÓN INTERNA

Tras sellar todas las tuberías de entrada y salida de la cámara colectora se llenará ésta con agua hasta un nivel 500 mm por debajo de la cara superior de la tapa. El volumen de agua contenido en la cámara colectora llena hasta ese nivel deberá ser determinado por cálculo y/o medición. Se permitirá un periodo de estabilización y absorción de al menos 2 horas tras el cual se añadirá agua de un recipiente graduado a intervalos de 5 minutos en la cantidad necesaria para alcanzar el nivel original del agua.

Se considerará que el pozo ha superado el ensayo si la cantidad de agua añadida en un periodo de 3 horas es menor de un 0,2% del volumen inicial de agua.

3.4.4 Medición y abono

Las cámaras colectoras se medirán en unidades (ud) totalmente ejecutadas y se abonarán con los precios que figuran en el Cuadro de Precios Nº 1.

Se incluye una unidad para el abono de la obra civil y otra para el abono del equipamiento para cada tipo de cámara colectora.

3.5 Válvulas de vacío

3.5.1 Control de calidad

Cuando se introduzcan nuevas válvulas o controladores, o se realicen cambios significativos a válvulas ya comprobadas, se deberán realizar pruebas de laboratorio en las que se simulen las condiciones reales de trabajo. Las pruebas de laboratorio, en las que se usará aire y agua limpia, deberán demostrar que el conjunto de la unidad de interconexión puede operar dicho número de veces sin más mantenimiento que el especificado por el fabricante y seguir funcionando con efectividad. Si se solicitase, se realizarán ensayos para comprobar que la válvula de interconexión funciona satisfactoriamente cuando está sumergida, que en caso de fallo queda cerrada y que el curso del caudal no es obstruido por el mecanismo de la válvula. El ensayo de funcionamiento bajo el agua deberá realizarse solamente cuando la unidad de interconexión vaya a instalarse en el sumidero de la cámara colectora, o cuando se especifique el uso de una unidad de interconexión a prueba de inundación.

Cada válvula deberá ser probada en fábrica. Las válvulas se deben fabricar en una instalación certificada según la norma internacional ISO 9000.

3.5.1.1 Ensayos.

Comprobaciones preliminares

Una unidad de interconexión se seleccionará al azar de al menos cada 10 unidades listas para enviar.

La unidad de interconexión deberá conectarse a una fuente de vacío y ser ensayada para determinar que la válvula no funcionará a menos que el vacío parcial exceda como 15 kPa por debajo de la presión atmosférica. Para ello se reducirá el vacío hasta ese nivel y se comprobará que la válvula no opera. Se deberá comprobar también que la válvula se cierra cuando las condiciones de vacío desaparecen.

Se indica, a continuación, el desarrollo óptimo de ensayos a realizar y que sería aconsejable. Sin embargo, será la Dirección de Obra quien reduzca el número de ensayos según su criterio.

Ensayo de resistencia

La unidad de interconexión instalada en una cámara colectora se conectará a una fuente de vacío capaz de mantener este dentro del rango de operación normal de la válvula y con un tiempo de recuperación en la válvula de menos del 50% del ciclo de ésta. Se deberán disponer medios que permitan la descarga y recirculación del agua sin que se interrumpa el ensayo.

Deberá determinarse el volumen de activación del sumidero colector. El ensayo se realizará usando agua limpia. Se ajustará a la válvula al menos un contador que deberá ser puesto a cero. La válvula y el contador deberán estar sellados para evitar su manipulación. Se ajustará el caudal de agua que llega al sumidero colector de modo que el ensayo se complete en el transcurso de un año.

El sensor se ajustará de manera que en cada ciclo la válvula evacue al menos el volumen de activación. La proporción aire/agua no deberá ser menor de 1,5. El ensayo se dará por terminado después del número de ciclos equivalentes a evacuar 3000 m³ o 200.000 operaciones. Si no se alcanzase el número especificado de ciclos se registrará que la unidad de interconexión no superó el ensayo.

En el transcurso del ensayo la válvula no deberá recibir más asistencia que el mantenimiento especificado por el fabricante.

Ensayo de resistencia a la obstrucción

El ensayo requiere que ciertos materiales extraños pasen a través de la válvula de interconexión. Los siguientes materiales extraños se colocarán en el sumidero colector elemento a elemento a lo largo de 10 ciclos en un orden cualquiera al azar:

- pañuelos de algodón: (400 ± 35) mm x (400 ± 35) mm; (15 ± 5) g 2 unidades
- bolsa de plástico: (300 ± 30) mm x (270 ± 20) mm 1 unidad
- bolsa de plástico: (200 ± 20) mm x (150 ± 15) mm 1 unidad
- cierre metálico de botella: diámetro nominal 25 mm 2 unidades
- condones masculinos: 2 unidades
- toallas sanitarias: peso en seco (4 ± 10) g; (número a escoger)
- pañal infantil desechable, completo con impermeabilizante, con un peso (45 ± 5) g; 1 unidad

Todo material absorbente se sumergirá en agua durante más de 1 minuto y menos de tres antes de colocarse en el sumidero colector.

El ensayo continuará por otros 10 ciclos tras el vertido del último elemento extraño.

El ensayo se realizará cinco veces.

Se registrarán los resultados de los ensayos y se determinará qué materia extraña permaneció en el sumidero tras cada ensayo, si la válvula falló en cerrarse o si la tubería contenía materia extraña al final del ensayo. Un fallo en el cierre de la válvula o la presencia de materiales sólidos en la tubería de succión al final del ensayo se considerará como un fracaso en la superación de éste. La retención de material sólido en el acceso a la tubería de succión no se considerará como un fracaso en el ensayo.

No obstante, según la UNE-1091 este ensayo no es de obligado cumplimiento si la normativa nacional o local prohíbe el vertido de sólidos de tales características al alcantarillado. En todo caso, la Dirección de Obra decidirá su realización si lo considerare pertinente.

Ensayo de sumergimiento

Se eliminará el vacío y el sumidero colector se llenará de agua hasta cubrir la parte superior de la válvula de interconexión en 300 mm. El tubo de aireación no deberá sumergirse. Tras permanecer sumergida durante 24 h se restablecerán las condiciones de vacío y se operará el mecanismo de la válvula de interconexión 20 veces. El ensayo se realizará 3 veces.

La válvula de interconexión no superará el ensayo de sumergimiento si no opera las 20 veces correctamente en los tres ensayos.

3.5.1.2 Recepción y recusación.

Por cada suministro o grupo de válvulas fabricadas dentro de un mismo lote, se realizarán las pruebas siguientes:

- Comprobación del aspecto.
- Comprobación geométrica.
- Prueba de estanqueidad.
- Prueba de rotura por presión hidráulica interior.

Cualquier pieza cuyos defectos se hayan ocultado será rechazada. Las válvulas que presentan pequeñas imperfecciones inevitables a consecuencia del proceso de fabricación y que no perjudiquen al servicio para el que están destinados, no serán rechazadas.

Se rechazarán todas las piezas cuyas dimensiones sobrepasen las tolerancias admitidas.

De cada inspección se extenderá un Acta que deberán firmar la Dirección de Obra, el fabricante y el Contratista. Las piezas que se pesen separadamente figurarán en relación con su peso y un número. Cuando se trate de pesos conjuntos se hará constar en Acta, figurando con un número y el peso total del lote.

La garantía será válida para un período de un (1) año desde la fecha de entrega. El Contratista deberá puntualizar en su contrato de suministro con el fabricante, que si antes de terminar el período de garantía se encuentran defectos debidos a la fabricación se extenderá un acta en presencia del fabricante, y éste deberá, o bien efectuar el trabajo necesario para corregir los defectos o reemplazar a su cargo el material defectuoso que le sea devuelto. La falta de este requisito no eximirá al Contratista de la obligación de sustituir los elementos defectuosos.

3.5.2 Medición y abono

Las válvulas de vacío se abonarán como parte de las unidades de equipamiento de las cámaras colectoras, que incluyen el conjunto completo de válvula+actuador+controlador además del resto de elementos necesarios para el funcionamiento de la cámara (tuberías, piezas especiales, perfiles de apoyo, válvulas de seccionamiento, boya de emergencia, etc.).

3.6 Equipamiento de la estación de vacío

Antes del inicio de los trabajos la empresa contratista presentará a la DO los planos detallados con el diseño de la empresa suministradora de tecnología de saneamiento por vacío elegida, para su aprobación.

Será responsabilidad del contratista la subsanación de cualquier elemento defectuoso antes de la finalización del periodo de garantía de las obras.

3.6.1 Control de calidad

Todos los equipos incluidos de vacío a instalar en la estación de vacío serán certificados e instalados por técnicos de la empresa suministradora de tecnología de saneamiento por vacío elegida.

Se realizará una inspección visual de todos los elementos antes de su instalación, para verificar que no han sufrido daños durante el almacenamiento y transporte hasta la obra.

3.6.2 Pruebas y ensayos

La dirección de obra y el contratista deben estar presente durante la realización de los ensayos correspondientes al equipamiento de la estación de vacío, por lo que el contratista debe informar con antelación del inicio de las pruebas y de la planificación prevista para su ejecución. No será válido el resultado de pruebas que no se hayan realizado en presencia de la DO.

En el caso de tuberías, juntas, válvulas, piezas especiales, bombas de impulsión e instrumentación, se cumplirá lo especificado para estos elementos en los subcapítulos correspondientes del presente pliego.

Para el tanque de vacío, se realizarán radiografías de las uniones soldadas y se comprobará la estanqueidad del conjunto con anterioridad a su montaje en el interior de la estación de vacío.

Una vez instalados todos los equipos, se realizará una prueba de vacío de la instalación completa, según se define en el presente pliego correspondiente a los colectores de vacío.

Para la puesta en funcionamiento de la instalación, seguirán las prescripciones del *Anexo D* de la norma *UNE-EN 1091*, así como lo especificado en el apartado *3.16.5 Carga, transporte y canon de vertido de otros residuos de RCD's*

Definición

Consiste en la entrega de los residuos de RCD's a un centro de gestión autorizado.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, prevenida los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.6.3 Carga, transporte y canon de vertido de residuos de papel y cartón

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos de papel y cartón, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.6.4 Carga, transporte y canon de vertido de residuos plásticos limpios inertes

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de residuos plásticos limpios inertes, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.6.5 Carga, transporte y canon de vertido de residuos asimilables a urbanos

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos asimilables a urbanos, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.6.6 Carga, transporte y canon de vertido de residuos de metales mezclados

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos de metales mezclados, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.6.7 Carga, transporte y canon de vertido de residuos bituminosos mezclados

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos bituminosos mezclados, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia. Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma. Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.6.8 Carga, transporte y canon de vertido de residuos peligrosos de envases

Definición

Consiste en el conjunto de operación para la recogida y transporte de los residuos peligrosos de envases desde la zona principal de almacenamiento de los residuos (Punto limpio) hasta la planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Esta operación será realizada por los gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.6.9 Carga, transporte y canon de vertido de residuos peligrosos de absorbentes contaminados

Definición

Consiste en el conjunto de operación para la recogida y transporte de los residuos peligrosos de absorbentes contaminados (trapos, sepiolita, etc.) desde la zona principal de almacenamiento de los residuos (Punto limpio) hasta la planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia. Esta operación será realizada por los gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma. Se incluye la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.6.10 Otras unidades

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t) o metros cúbicos (m3) según indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

del presente pliego de prescripciones.

Los ensayos de puesta en funcionamiento se realizarán después de que el sistema haya empezado a operar y funcione satisfactoriamente.

Deberán proporcionarse a la DO los planos constructivos del sistema, así como el manual de funcionamiento, antes y después de la puesta en servicio, en caso de haber sufrido modificaciones.

3.6.11 Medición y abono

Tal y como se especifica en el Cuadro de Precios Nº 1, todo el "Equipamiento para estación de vacío EV1" se abonará mediante una única unidad, que incluye todo el equipamiento mecánico necesario para el funcionamiento de la Estación de vacío, desde la llegada de los colectores al interior del edificio de la estación hasta la salida de la tubería de impulsión, entre otros elementos:

- Conducciones, piezas especiales y valvulería de diversos diámetros y materiales;
- Válvulas de seccionamiento con accionamiento eléctrico en cada uno de los colectores de vacío que llegan a la estación;
- Equipamiento para WC con sistema de vacío (inodoro+lavabo) y válvula de vacío adicional para recogida de las aguas que se puedan generar en el mantenimiento de la estación, conexión de dichos equipos al tanque de vacío.
- Máquinas de vacío con capacidad suficiente para el caudal de cálculo y con 1 unidad de reserva;
- Equipamiento para el tratamiento del aire extraído del sistema de saneamiento por vacío: conducciones, ventilador y equipo de tratamiento de olores.
- Tanque de vacío estanco, fabricado en acero inoxidable dotado de los accesos y la instrumentación necesaria para una correcta explotación y mantenimiento;
- Bombas de impulsión con capacidad suficiente para el caudal de cálculo y con 1 unidad de reserva y todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la impulsión, incluso elementos de mitigación de golpe de ariete, en su caso.
- Juntas, anclajes, tornillería, así como todos los elementos auxiliares necesarios para el correcto montaje, funcionamiento y mantenimiento de todos los equipos.
- Trabajos de ingeniería necesarios para la adaptar el diseño de proyecto a las particularidades de los equipos suministrados
- Asistencia técnica de la empresa suministradora hasta la puesta en marcha.

3.7 Servicios afectados

3.7.1 Consideraciones Generales

Se corresponde a este epígrafe con las labores de desvío y/o reposición de infraestructuras existentes afectadas por las obras.

Comprenden en general los elementos de obra siguientes:

- Redes de servicios
- Conductos de distribución de agua
- Líneas de energía eléctrica
- Líneas de comunicaciones, fibra óptica, etc.
- Tuberías de gas y oleoductos
- Tuberías de saneamiento y drenaje
- Superficies pavimentadas (viales, aceras, etc.)
- Mobiliario urbano
- Jardinería y arbolado
- Casetas, muros y otros elementos de obra

3.7.2 Normas de ejecución

En la confección del proyecto se han detectado y situado en planta una serie de servicios afectados, y para cada uno de ellos, en función de la información disponible, se ha realizado una propuesta de actuación.

De cara a minimizar las afecciones a los servicios existentes, y a la propia obra, será responsabilidad del contratista la obtención de la información actualizada a través de las gestiones necesarias con las Compañías responsables de los mismos. Igualmente será labor del Contratista gestionar la presencia de representantes de dichas Compañías durante la ejecución de las obras de desvío de servicios que les cometan.

El contratista deberá analizar la información recopilada, localizar definitivamente las interferencias y tomar las medidas necesarias que conlleven a la correcta ejecución de todos los trabajos, todo ello con anterioridad al inicio de los trabajos en cada zona de la obra.

En cualquier caso, en los cruces y paralelismos con los diferentes servicios en la ejecución de zanjas y excavaciones, se realizarán catas para la localización exacta de las conducciones y se apearán o protegerán adecuadamente los mismos durante el tiempo que permanezca abierta la excavación, con el fin de tratar de mantener, en todos los casos, el servicio correspondiente durante la realización de los trabajos. Los daños que pudieran causarse por la inobservancia de las normas anteriores, por parte del Contratista, serán de exclusiva responsabilidad, siendo de su cuenta los costes de reparación e indemnización a que dieran lugar.

En la ejecución de las unidades de obra a que se refiere este artículo, el Contratista estará obligado a seguir, además de las normas de seguridad que dicte la Dirección de Obra, las que pudieran provenir de la Compañía responsable de la red afectada que debería autorizar los trabajos correspondientes y la metodología para llevarlos a cabo.

3.7.3 Reposición de infraestructuras afectadas

En el caso de que por la realización de la obra fuera necesario reponer infraestructuras que se ven afectadas, éstas se realizarán de acuerdo con las especificaciones aquí reseñadas y las especificaciones de las compañías propietarias.

3.7.3.1 Reposición en la red de agua potable

3.7.3.1.1 Generalidades

La reposición de la conducción a presión comprende las operaciones de:

- Colocación de los tubos.
- Ejecución de juntas.
- Pruebas.

Todo ello realizado de acuerdo con las presentes Prescripciones y con lo que ordene la Dirección de Obras.

3.7.3.1.2 Colocación de los Tubos

En la colocación de los tubos deberán cumplirse las normas del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua", del que se transcriben las normas fundamentales.

Los tubos se bajarán a la zanja con precaución, empleando los elementos adecuados según su peso y longitud.

Los tubos irán apoyados sobre una cama de material granular, con arena de cantera, según un ángulo mínimo de 120°.

Una vez los tubos en el fondo de la zanja, se examinarán éstos para cerciorarse de que su interior esté libre de tierra, piedras, etc., y se realizará su centrado y perfecta alineación, conseguido lo cual, se procederá a calzarlos y acodarlos con un poco de material de relleno para impedir sus movimientos.

Cada tubo deberá centrarse con los adyacentes; en el caso de zanjas con inclinaciones superiores al diez por ciento (10%), la tubería se colocará en sentido ascendente.

Las tuberías y zanjas se mantendrán libres de agua, agotando con bombas o dejando desagües en la excavación.

En general, no se colocarán más de cien metros (100 m) de tubería sin proceder al relleno, al menos parcial, para evitar la posible flotación de los tubos en caso de inundación de la zanja y para protegerlos de golpes.

Colocada la tubería y revisada por la Dirección de las Obras, podrá ser tapada, pero dejando al descubierto las uniones hasta que haya sido sometida a la presión hidráulica y comprobada la impermeabilización de las juntas.

Por otra parte, al final de cada jornada, los extremos de las conducciones montadas se cerrarán con una tapa que imposibilite la entrada de agua o cuerpos extraños en la tubería hasta la reanudación de los trabajos, la referida tapa debe requerir una herramienta adecuada para ser quitada.

La máxima tolerancia admitida en el perfil longitudinal de las tuberías será de un (1) centímetro respecto de las cotas indicadas en el perfil longitudinal del Proyecto o en las modificaciones que introduzca al mismo el Director de la Obra.

3.7.3.1.3 Ejecución de juntas

Las juntas de los tubos se realizarán de acuerdo con lo especificado en los apartados correspondientes, según el tipo de tuberías en que se empleen.

El corte de los tubos de fundición dúctil se hará, cuando sea necesario, con discos abrasivos, no permitiéndose realizarlo con autógena o electrodos.

3.7.3.1.4 Pruebas

Las pruebas de la tubería de presión instalada en la zanja, para cuya realización el Contratista proporcionará todos los medios y personal necesario, serán las siguientes:

- Prueba de presión interior.
- Prueba de estanqueidad.

El agua necesaria para estas pruebas, deberá ser obligatoriamente potable, no permitiéndose agua que pueda crear una contaminación en el tubo.

- Prueba de presión interior

A medida que avance el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales a presión interna, por tramos de longitud fijada por la Dirección de las Obras. Como norma general, se recomienda que estos tramos tengan longitud aproximada a los quinientos metros (500 m), pero en el tramo elegido la diferencia de cotas entre el punto de rasante más baja y el punto de rasante más alta no excederá del diez por ciento (10%) de la presión de prueba.

Antes de empezar la prueba, deben estar colocados en su posición definitiva todos los accesorios de la canalización; la zanja puede estar parcialmente rellena, dejando al menos las juntas descubiertas.

Se empezará por llenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que pueden dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después, y sucesivamente de abajo hacia arriba, una vez se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible, el tramo se empezará a llenar por la parte baja, con lo cual se facilitará la expulsión del aire por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se hará aún más lentamente para evitar que quede aire en la tubería.

En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión del aire y para comprobar que todo el interior del tramo a probar se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica podrá ser manual o mecánica, pero en este último caso deberá estar provista de llaves de descarga o elementos apropiados para poder regular el aumento de presión con toda lentitud. Se dispondrá en el punto más bajo de la tubería a ensayar y estará provista de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Dirección de las obras, previamente comprobado por ella.

Los puntos extremos del trozo a probar se cerrarán convenientemente con piezas especiales, que se apuntalarán para evitar deslizamientos de las mismas o fugas de agua, y que deben ser fácilmente desmontables para poder continuar el montaje de la tubería. Se comprobará cuidadosamente que las llaves intermedias en el tramo en prueba, de existir, se encuentren bien abiertas.

Los cambios de dirección, piezas especiales, etc. deberán estar ancladas y sus fábricas fraguadas suficientemente.

La presión interior de prueba en zanja de la conducción será tal que se alcance 1,4 veces la presión máxima de trabajo.

La prueba durará treinta (30) minutos, y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior a $\sqrt{P/5}$, siendo "P" la presión de prueba en zanja en atmósferas. Cuando el descenso del manómetro sea superior, se corregirán los defectos observados examinando y corrigiendo las juntas que pierdan agua, cambiando así si es preciso algún tubo de forma que al final se consiga que el descenso de presión no sobrepase lo previsto.

- Prueba de estanqueidad

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión, deberá realizarse una de estanqueidad. La Dirección de las obras podrá suministrar los manómetros o equipos medidores, si lo estima conveniente, o comprobar los suministros por el Contratista.

La presión de prueba de estanqueidad será la máxima estática que exista en la tubería a la cual pertenece el tramo en prueba con identidad de características.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse con un bombín tarado de la tubería, de forma que se mantenga la presión de estanqueidad después de haber llenado la tubería de agua y de haberse expulsado el aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de dos horas (2 h.) y la pérdida en este tiempo será inferior a:

$$V = K L D$$

siendo:

V = Pérdida total de la prueba en litros.

L = Longitud del tramo de prueba en metros.

D = Diámetro interior en metros.

K = Coeficiente dependiente del material

K = 0,35 (fibrocemento)

K = 0,40 (hormigón armado)

K = 0,30 (fundición dúctil)

De todas formas, si las pérdidas fijadas son sobrepasadas, el Contratista a sus expensas reparará las juntas y tubos defectuosos; así como viene obligado a reparar aquellas juntas que acusen pérdidas apreciables, aun cuando el total sea inferior a la admisible. El Contratista vendrá obligado a sustituir cualquier tramo de tubería o accesorios en el que se haya observado defectos o grietas y pérdidas de agua.

3.7.3.1.5 Piezas Especiales

Las válvulas y piezas cumplirán lo estipulado en el capítulo 3 de este Pliego. Las arquetas, anclajes, etc. se realizarán de acuerdo con el capítulo 3 de este Pliego en lo referente a hormigones, encofrados, armaduras, etc.

3.7.3.2 Reposición en la red de saneamiento

Las posibles afecciones en la red de saneamiento que no es modificada por el presente proyecto se realizará efectuando las actuaciones necesarias para el restablecimiento del servicio una vez finalizados los trabajos.

En general se utilizará el mismo material, diámetro y apoyo que el de las conducciones afectadas, pero podrá modificarse siempre que se mantenga la capacidad hidráulica y sea aprobado previamente por la Dirección de Obra.

3.7.3.3 Reposición de la obra civil de alumbrado y semaforización

Las obras del sistema de saneamiento podrán afectar al alumbrado e instalación de semaforización en tres unidades de obra civil: canalizaciones, cimentaciones de los báculos y arquetas.

A continuación se indican las condiciones especificadas para su total reposición.

3.7.3.3.1 Canalizaciones

Las zanjas para el tendido de cables en las aceras tendrán como mínimo 0,60 metros de profundidad.

El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente retirando los elementos puntiagudos o cortantes, y sobre dicho fondo se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor como mínimo que servirá de asiento a los tubos. Sobre los tubos se depositará otra capa de arena de 10 cm. de espesor y sobre esta una cinta plástica de color amarillo con inscripción de aviso de canalización de electricidad. El relleno de la zanja se compactará perfectamente.

La zanja en calzada tendrá 1 metro de profundidad y llevará dos tubos de hormigón centrífugo de 100 mm de diámetro colocados en idéntica forma a la descrita con un asiento y relleno de hormigón HM-20.

En toda la canalización subterránea se tenderá cable de acero de 3 mm de diámetro por el interior del tubo al objeto de facilitar el tendido de cables.

3.7.3.3.2 Cimentaciones

Las cimentaciones u obra de fábrica para el anclaje de báculos, se realizará en hormigón en masa HM-20 en las que quedarán empotrados los pernos de anclaje.

Comprenderán la excavación, encofrado si fuese necesario y colocación de los pernos de anclaje mediante plantillas y zunchado en su parte inferior para su correcto posicionamiento vertical y a las distancias correctas, colocación adecuada del tubo, hormigonado, nivelado de la superficie superior y transporte de los productos sobrantes a vertedero.

En las cimentaciones que se realicen en zonas de tierra o jardines, la cara superior de la misma quedará en 5 cm., bajo el nivel de tierra y en las que se realicen en aceras o similares, la terminación será la que considere oportuna la Dirección de Obra en cada caso.

Por el Contratista serán tomadas a su cuenta y riesgo todas las medidas de seguridad y defensa que garanticen el tráfico normal de vehículos y peatones, asimismo, se instalarán todas las señales diurnas y nocturnas precisas, que adviertan del peligro para circulación.

Cuidará igualmente de la estabilidad y conservación de las canalizaciones e instalaciones que existan sobre el suelo y que resulten directa o indirectamente afectadas por los trabajos. A este efecto, llegado el caso, el Contratista se pondrá en contacto con la Dirección de Obra que le dará las indicaciones pertinentes y que deberán ser aceptadas en su totalidad.

Aun cuando por el Contratista sean tomadas las medidas de seguridad que procedan, la reparación de cualquier avería y consecuencias de cualquier accidente que de modo imprevisto se produzca, será de cuenta del Contratista y responderá igualmente de cuanto de ello se derive.

3.7.3.3.3 Arquetas

Las arquetas de registro correspondientes a cada farola tendrán como dimensiones 0,60 x 0,60 x 0,60 metros.

Las paredes serán de hormigón y se dispondrá de un dren al objeto de favorecer el filtrado de las aguas pluviales.

El marco y tapa serán de hierro fundido con la inscripción de ALUMBRADO, de acuerdo con el modelo aprobado por el Ayuntamiento correspondiente.

Las arquetas de cambio de sentido serán similares en construcción a la anterior variando únicamente las dimensiones que serán de 0,80 x 0,80 x 1 metros.

Para su construcción se empleará hormigón en masa HM-20.

3.7.3.4 Reposición de canalización telefónica, telégrafos y fibra óptica

La posible afección y reposición de las canalizaciones telefónicas, telégrafos o fibra óptica existentes se realizarán de acuerdo con las normas de la compañía explotadora.

En el momento en que la zanja del colector transcurra, a juicio de la Dirección de Obra, próxima o cruce una canalización de telefónica, telégrafos o fibra óptica, existirá un vigilante de esta Compañía para dirigir las operaciones de afección, siendo los gastos de la citada persona por cuenta del Contratista.

3.7.3.5 Reposición de canalización de energía eléctrica

La acometida de energía eléctrica a la estación de vacío se realizará de acuerdo con las especificaciones del capítulo correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas, con las secciones tipo definidas en plano y las instrucciones de la compañía Iberdrola, S.A.

La reposición de las posibles afecciones de la red de energía eléctrica por las obras de este proyecto se efectuará de acuerdo con las normas de la compañía explotadora.

3.7.3.6 Reposición de canalización de gas

Las posibles reposiciones y afecciones en la canalización de gas existente se realizarán de acuerdo con las normas que la compañía de gas señale y de acuerdo con las especificaciones que a continuación se indican.

3.7.3.6.1 Montaje de las tuberías

3.7.3.6.1.1 Almacenamiento, manipulación y transporte

La tubería de polietileno se almacenará sobre superficies planas, exentas de piedras, protegida de la luz solar o de focos de calor y de objetos punzantes.

Cuando se utilice polietileno enrollado sobre bobinas metálicas, se vigilará que la última capa quede a una distancia suficiente del aro o corona exteriores de apoyo de la bobina, tal que al depositarla en el suelo las irregularidades del mismo no lleguen a dañar el polietileno que conforma las últimas capas.

El transporte, carga, descarga y las diferentes manipulaciones deberán hacerse tomando todas las precauciones necesarias para no dañar la tubería.

No se admitirá:

- Hacer rodar los tubos sobre el suelo. El desplazamiento de los tubos por rodadura debe ejecutarse sobre potros de madera de bordes redondeados.
- Desplazar o levantar los tubos mediante cables u otros medios que puedan dañar los mismos.
- Apilar los tubos sobre una altura de más de 1 metro con el fin de evitar deformaciones.
- Poner los tubos o accesorios en contacto con aceites o productos bituminosos.
- Colocar los tubos o accesorios bajo temperaturas superiores a los 40°C.

3.7.3.6.1.2 Colocación en zanja

En la colocación en zanja de la tubería, el Contratista adoptará las siguientes medidas para no producir daños a la tubería:

- Antes de colocar la tubería en zanja, ésta debe estar limpia de objetos extraños, como piedras, pedazos de madera, desperdicios, etc., que pudieran dañar la tubería.
- Durante el tendido en zanja, la tubería debe tener los puntos de apoyo suficientes, con el fin de que sirvan de guía para no rozarla con las paredes; después deben ser retirados.
- La tubería debe ser colocada haciendo un ligero serpenteo de forma que las contracciones del material que puedan producirse a posteriori no afecten en absoluto a la canalización.
- Si fuera necesario bordear obstáculos, se puede curvar la tubería siempre y cuando el radio mínimo de curvatura sea de 20 veces el diámetro de la tubería.
- La tubería debe reposar libremente en el fondo de la zanja sin tocar los bordes.

Para colocar la tubería en la zanja se empleará el método convencional, que consiste en tener la zanja abierta antes de tender el tubo.

Una vez abierta la zanja, y empleando tubería en bobinas, se fijará un extremo de la tubería haciendo trasladar la bobina sobre la zanja, depositándose el tubo sobre el fondo a medida que la desplazamos.

Este método tiene el inconveniente que no puede usarse en caso de que exista algún obstáculo transversal en la zanja.

Para evitar el inconveniente anterior, otro método sería a partir de la bobina fija se tira del tubo y se va introduciendo en la zanja sobre lecho de arena. De esta forma se evitan roces con el fondo, haciendo deslizar la tubería sobre la cama de arena. Permite salvar obstáculos transversales que aparezcan en la zanja.

Tanto en el empleo de un método o de otro, se tomará la precaución de que el extremo de la tubería esté tapado para que no pueda penetrar ningún objeto o arena en el interior de la misma.

En todos los cruces o pasos que se requieran tubos de protección, éste debe instalarse recto, de manera que la conducción pueda ser reemplazada sin problemas en caso de ser necesario.

En cambios secundarios o en otros donde sea necesario instalar tubo de protección durante la construcción de las obras, la tubería debe instalarse recta para facilitar la colocación de la vaina en caso de requerirse posteriormente.

El interior del tubo de protección se limpiará cuidadosamente antes de introducir la tubería. Se colocará a la entrada del tubo de protección un útil para evitar el rozamiento de la tubería con la vaina. Inmediatamente después de introducir la tubería se sellarán los extremos de tubo protector.

Las uniones entre tubos se realizarán mediante soldadura, de acuerdo con las especificaciones del apartado siguiente.

Las extremidades de toda conducción que se abandonan provisionalmente en la zanja deberán ser siempre protegidas contra las infiltraciones de agua y penetración de suciedad o cualquier objeto por medio de un accesorio de cierre.

Cuando se realice la continuación de la canalización con tubería en carga, se utilizará el estrangulador de tubería, para de esta forma proceder al corte del accesorio de cierre y colocación del manguito de unión.

Colocada la tubería en la zanja, se procederá al relleno de la misma una vez que la colocación haya sido aprobada por la Dirección de Obra.

La zanja pendiente de relleno será debidamente señalizada por el Contratista.

El relleno se efectuará preferentemente con la máxima temperatura ambiental, y nunca cuando el terreno de relleno esté helado.

3.7.3.6.2 Soldadura de la Tubería

3.7.3.6.2.1 Uniones soldadas en Polietileno

La técnica de unión soldada para materiales de polietileno (PE) permite asegurar la continuidad del material.

Hay cuatro tipos de técnicas para las uniones soldadas en tubería de PE, que son: a tope, enchufe, asiento y electrosoldadura. Esta última es la que se impone por su facilidad de empleo y fiabilidad.

En los cuatro tipos, las superficies de PE a unir se calientan hasta una determinada temperatura para dotar de movilidad a las cadenas moleculares. Difieren entre sí sólo en los medios materiales empleados en su aplicación y en el control de los tres parámetros fundamentales siguientes:

- 1º La temperatura a la cual debe llevarse al PE para obtener la fusión sin degradación del material.
- 2º La presión de contacto de las dos superficies a unir para conseguir la suficiente interpenetración de las cadenas moleculares.
- 3º El tiempo de calentamiento para fundir la materia y el tiempo de enfriamiento para permitir la soldadura y su solidificación.

- **Soldadura a tope**

Especialmente indicada para tuberías a partir de 110 mm de diámetro.

Las dos caras de los tubos a unir de PE se sueldan a un plano transversal a sus paredes. El aporte de la energía térmica necesaria es aportada por una placa calentada eléctricamente.

En toda soldadura a tope pueden establecerse las siguientes fases en el procedimiento de unión:

- La preparación de las caras a soldar comprende el pelado, limpieza y alineación de las extremidades de las piezas a soldar.
- Para conseguir mantener paralelas las dos superficies a soldar a ambas caras de los tubos a unir, se le aplica una determinada presión contra la placa de calentamiento para provocar la fusión del material y su fluencia, que luego provocará el cordón de soldadura.
- Concluida la fase de calentamiento, se hace disminuir la presión para permitir la disipación de calor sin que continúe la fluencia del material.

- La retirada de la placa calefactora deber hacerse rápidamente, para evitar fenómenos de oxidación y, sobre todo, pérdidas térmicas.
- La soldadura se consigue presionando ambas caras de los tubos. En esta fase se produce el cordón de soldadura.
- El enfriamiento puede durar entre 15 y 45 minutos, según el espesor de la pared a soldar.
- La soldadura a tope no se aplica a tubos de pequeño diámetro o espesor de pared inferior a 5 mm., pero sí es especialmente indicada para soldar tubos de medianos a grandes diámetros.

Este método de unión va unido al uso de barras y equipos más sofisticados, pudiendo apuntarse las siguientes consideraciones:

- La necesidad de utilizar barras multiplica el número de soldaduras (una cada 10 o 12 metros), frente a la ventaja de utilizar tubo enrollado en bobinas.
- El contacto entre las superficies a soldar exige el desplazamiento de los tubos a unir.
- La unión de resinas de diferentes índices de fluencia debe tenerse muy en cuenta debido a la disimetría de los cordones de soldadura.

Esta técnica exige máquinas automatizadas y trabajar prácticamente fuera de zanja, teniendo luego que emplear alguna técnica especial de puesta zanja.

- Soldadura por enchufe

Mediante este procedimiento se suelda la superficie interna de una pieza con la externa de la otra. La energía térmica es aportada por un elemento metálico calentado eléctricamente.

Las principales fases de soldadura son:

- Cortar el tubo a unir perpendicularmente a su eje, eliminando la rebaba inferior.
- Calibrado del extremo del tubo mediante el correspondiente útil de pelado.
- Limpieza del interior del accesorio para eliminar la oxidación superficial, aplicando papel absorbente celulósico y un decapante.
- Controlar la temperatura del elemento calefactor con lápices térmicos.
- Calentar conjuntamente tubo y accesorio.
- Separar de repente las partes a soldar, quitar el elemento calefactor y unir introduciendo rápidamente a presión (sin girar) tubo y manguito, manteniendo unidas ambas piezas durante el tiempo especificado en el enfriamiento.

La soldadura tipo enchufe permite soldar tubería de pequeños diámetros (20 ÷ 110 mm de diámetro), aunque en la práctica a partir de diámetros superiores a los 63 mm se usan útiles y pequeñas máquinas de aproximación y alineación.

Desde el punto de vista constructivo, cuando se utiliza este método de unión debe preverse el movimiento de aproximación de la tubería antes de proceder al tapado de la zanja.

- Soldadura de asiento

Mediante este procedimiento se suelda la superficie externa de una pieza (accesorio) con la superficie externa de la otra (tubería). La energía térmica es aportada por un elemento metálico calentado eléctricamente.

Las principales fases de soldadura incluyen:

- Control dimensional de las piezas a unir.
- Limpieza del accesorio y de la tubería en la zona de soldadura para eliminar la oxidación superficial.
- Controlar la temperatura del elemento calefactor, que tiene que situarse sobre los 275°C, y calentar conjuntamente tubo y accesorio.
- Separar las partes a soldar, retirar el elemento calefactor y unir rápidamente presionando el accesorio contra la tubería, manteniendo unidas ambas piezas durante el tiempo

especificado para el enfriamiento, efectuando una inspección visual de la soldadura una vez enfriada la misma.

La soldadura de asiento está indicada para realizar injertos sobre una red de distribución.

- Electrosoldadura

La electrosoldadura es un procedimiento de unión que permite soldar la superficie interna de una pieza de PE con la superficie externa de otra. En este tipo de soldadura la energía térmica es obtenida por efecto Joule, gracias a unas resistencias eléctricas incorporadas en la pieza hembra.

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Preparación de las partes a unir, comprendiendo la limpieza de las mismas, raspado de la parte de PE que actúe como macho (el tubo, cuando el accesorio es un manguito) para eliminar la película de PE oxidada por contacto con el aire, alineamiento y posicionado del material a soldar.
- El enderezamiento previo en el supuesto de trabajar con tubería procedente de bobinas es imprescindible.
- Calentamiento y soldadura en una operación sin solución de continuidad. Los parámetros del proceso son controlados automáticamente por equipos especialmente diseñados para ello, siendo prácticamente nulo el margen de error humano. La expansión de material de PE al fundir, unido a la contracción de la pieza hembra obtenida por la liberación de tensiones internas incorporadas a la misma en el curso de su fabricación, favorece el apriete del accesorio hembra sobre la pieza interior y la aplicación de una presión de soldadura adecuada.
- El enfriamiento del material empieza al término del proceso de calentamiento, al interrumpirse de forma automática el aporte de energía eléctrica.

Pueden encontrarse en el mercado accesorios electrosoldables hasta de 110 mm de diámetro, e incluso de hasta 200 mm, que cubren en la práctica la gran mayoría de las necesidades para la realización de redes de distribución de gas natural.

En este procedimiento, los movimientos de la materia de fusión son realmente pequeños y se limitan a rellenar el espacio anular existente entre la pieza hembra y la pieza macho, debido a la dilatación y expansión de la materia al alcanzarse temperaturas de fusión.

Por otra parte, el poder acoplar las piezas a temperaturas ambientes antes de iniciar el calentamiento, se evita, asimismo, pérdidas de calor y oxidación de las superficies en fusión.

En cualquiera de los casos, y para aprovechar al máximo las ventajas de ese procedimiento de soldadura, es preciso emplear correctamente útiles que impidan los movimientos relativos de las piezas en curso de unión. Esta recomendación es especialmente válida cuando se procede a unir dos extremos de tubería procedente de bobinas; en cuyo caso, y a partir generalmente de diámetros de 63 mm en adelante, deben tomarse las precauciones adecuadas para enderezar el tubo, alineando los ejes, y estas disposiciones, las tensiones internas liberadas en el momento de la soldadura y las tensiones ejercidas por los tramos de la tubería a ambos lados del manguito, transmitirá a la zona de fusión esfuerzos locales excesivos y perjudiciales para la calidad de la soldadura.

Los útiles enderezadores y posicionadores deben permanecer instalados durante todo el proceso de enfriamiento durante un espacio de tiempo variable en función del espesor de la tubería a unir. El enfriamiento del material en la zona de soldadura es lento debido al bajo coeficiente de conductividad térmica del PE, unas treinta veces inferior al del acero.

Desde un punto de vista constructivo, la utilización de manguitos electrosoldados para unir tubería de PE presenta notables ventajas respecto al resto de sistema de soldadura, especialmente cuando se trabaja en el campo.

Por una parte, al no precisarse movimientos de aproximación o separación de los extremos de los tubos, la canalización puede cubrirse inmediatamente, dejando sólo descubierto el espacio indispensable para la colocación de un manguito, no precisándose pozos de soldadura ni manipulaciones especiales ni costosas. Simplemente, hacer llegar la máquina de control automático de la energía térmica a suministrar, corrigiendo el tiempo necesario de calentamiento en función del tipo y diámetro del accesorio y temperatura de las superficies a unir.

3.7.3.6.2.2 Capacitación de soldadores y garantía de calidad

- Capacitación de soldadores

Es recomendable, y constituye práctica habitual, que los operarios a los que se les vaya a encomendar trabajos de soldadura superen previamente pruebas de capacitación de los métodos operativos.

Cada soldador al terminar la soldadura marcará la misma con su clave de identificación, utilizando rotuladores indelebles.

- Control de calidad

Los inspectores de obra deben asegurarse regularmente de que el soldador sigue el método prescrito, controlando visualmente la realización de las mismas.

El control visual de las soldaduras incluye la observación del procedimiento seguido y de los principales parámetros, como son la temperatura, tiempo y presiones aplicadas.

Serán rechazadas soldaduras que presenten cordones de soldadura no uniformes, ángulos vivos, porosidades, si la superficie del material aparece excesivamente brillante, prueba de que el material ha sido sometido a temperaturas excesivas, con riesgo de degradación del material.

También constituyen motivo de rechazo de la soldadura la existencia de desalineaciones en las piezas soldadas o deterioro de los tubos en la proximidad de la soldadura.

Las últimas generaciones de accesorios electrosoldables incorporan sistemas visuales que facilitan el control de calidad de las soldaduras.

En cuanto a los controles destructivos, no existe un criterio unificado al respecto, si bien es conveniente su aplicación de forma periódica. Siempre que existan dudas de la buena calidad de la soldadura, es prudente repetir la unión, aprovechando el accesorio para analizar el estado de la soldadura.

Otros tipos de controles no destructivos (ultrasonidos) no suelen aplicarse en obra, quedando reservados a laboratorio o en los procesos de fabricación más sofisticados.

Por supuesto, entre los distintos procedimientos de unión soldada, la electrosoldadura es el procedimiento en el que menos incide el error humano, por la automatización del equipo de soldadura. No obstante, es muy recomendable efectuar periódicamente chequeos de la propia máquina y también comprobar que los tiempos de soldadura que se dan en la práctica se sitúan en la horquilla admisible de tiempos que se recogen en las tablas correspondientes, según tipo de accesorios y diámetro.

3.7.3.6.3 Pruebas de la Tubería

Antes de la puesta en servicio, la canalización de gas se someterá a las pruebas neumáticas de resistencia mecánica y de estanqueidad. Para la realización de las mismas el Contratista hará los siguientes pasos.

3.7.3.6.3.1 Condiciones Generales

A la terminación del tapado se probará la conducción. El método y los criterios de prueba deberán ser aprobados por la Dirección de Obra de antemano, que estarán de acuerdo con la normativa vigente.

El procedimiento de la prueba y los materiales utilizados en ella serán de tal naturaleza que demuestren con claridad la resistencia de cualquier sección de la tubería y la existencia o no de fugas que puedan constituir un peligro para la seguridad pública y/o funcionamiento.

Las pruebas a realizar, así como la duración y presiones, son las determinadas en el apartado de procedimiento de este artículo.

Las pruebas se realizarán "in situ" una vez instalada la conducción, realizándose la de estanqueidad inmediatamente antes de que ésta se ponga en servicio.

Si la prueba revela la presencia de una fuga u otro defecto cualquiera, se ha de proceder a su reparación o sustitución. Una vez efectuada la misma se repetirá la prueba para ver si la reparación se ha hecho correctamente.

La conducción se aprobará si durante la prueba ocurren elevaciones o caídas de presión que puedan explicarse satisfactoriamente en su totalidad por fluctuaciones de temperatura u otro fenómeno físico acaecidos en ese tiempo.

Las conexiones que sean necesarias instalar después de la prueba de estanqueidad entre secciones y/o instalaciones de gasoductos no precisan de ninguna prueba separada de resistencia, si bien los materiales a emplear se deberán probar previamente.

Cuando sea posible, se verificará la estanqueidad de dicha conexión después de la admisión de gas a presión. Esto se puede hacer, por ejemplo, con la ayuda de una solución jabonosa.

Después de comprobar una junta o unión con agua jabonosa se efectuará un lavado profundo con agua para que no quede resto de detergente en contacto con el tubo.

Durante la prueba se han de tomar las precauciones necesarias para garantizar la seguridad del personal y el público, y evitar en la medida de lo posible causar daños materiales.

Las cabezas de pruebas, "caps" y demás elementos de construcción utilizados en las pruebas se diseñarán, fabricarán e instalarán de conformidad con las normas aprobadas sobre diseño y construcción de canalizaciones. Para dichos elementos, la presión de diseño aplicada al calcular el espesor de pared será la presión de prueba de la tubería que se haya de conectar con un coeficiente de seguridad del 0,72.

No podrá hallarse presente ninguna persona en la zanja mientras se esté elevando la presión hasta el nivel requerido, en cuyo caso a la única persona a quien se permite hallarse en la zanja es el responsable de comprobar la estanqueidad de la junta.

3.7.3.6.3.2 Procedimiento de las pruebas

- Prueba de estanqueidad

Esta prueba se hará con agua, aire o gas, y a una presión de 5 kg/cm². La duración será de 6 horas a partir del momento en que se haya estabilizado la presión de prueba (ITC-MIG R.5.3).

La elección del fluido de prueba a emplear será a criterio de la Dirección de Obra.

La línea estará cerrada por ambos extremos con cabezas de prueba construidas para que llenen o vacíen la conducción, y tendrán una conexión para un manómetro y/o registrador de presión.

La Dirección de Obra tendrá acceso a la instalación de pruebas, así como a la comprobación de cualquier instrumento que en dicha instalación se utilice.

Se medirá la temperatura al menos en dos puntos.

- Prueba de agua

Se llenará de agua limpia. Con un rascador de llenado, el aire y la suciedad se empujarán hasta el final de la línea. La bomba estará dotada de filtros de arena.

Antes de que la prueba pueda comenzar, la línea deberá estar llena de agua al menos durante 6 horas. Este tiempo se considerará suficiente si la temperatura del agua para Ø exteriores de hasta 20" no cambia más de 1º C durante las últimas dos horas.

Transcurrido el citado período, se dará la presión a la conducción mediante la bomba. La cantidad de agua necesaria para presurizar la conducción indica la presencia de aire. La cantidad de agua que se haya de añadir se medirá con ayuda de un vaso medidor u otro método aprobado.

Para comprobar el aire que pueda hallarse presente en la conducción, se evacuará una cantidad de agua de la tubería presurizada que arroje un descenso de presión de 0,5 bar. Esta cantidad se medirá con una precisión de 1%.

Este dato se registrará y conservará en el archivo.

La evacuación del agua de la conducción una vez terminada la prueba será por cuenta del contratista.

- Prueba de aire y gas

Se tomarán las medidas necesarias para que no se introduzca en la conducción aceite procedente del compresor u otro producto que pueda dañar al material.

Durante la duración de las pruebas, el contratista deberá registrar con medios adecuados los datos de temperatura y presión.

Si una vez terminada la prueba hay indicios de que la línea probada no mantiene la presión o si existe una duda razonable sobre el resultado, no se dará la aprobación y habrá que someterla a otra prueba, o bien se prolongará la duración de la primera según indique la Dirección de Obra y sin cargo para ésta, a menos que el Contratista pueda demostrar que la duda no era razonable.

Una vez recopilados todos los datos y entregados a la Dirección de Obra, ésta dará su aprobación final o no.

Todas las válvulas estarán parcial o totalmente abiertas durante la prueba.

- Prueba de resistencia mecánica

Cuando se haya instalado un tramo de conducción de suficiente longitud, se podrá someter a continuación a los ensayos de resistencia mecánica.

Este ensayo se realizará con aire a una presión entre 5 y 6 kg/cm² y con una duración de 6 horas, a partir del momento en que se haya estabilizado la presión. Esta prueba se efectuará contra bridas ciegas o tapones soldados, todas las válvulas semiabiertas y la instrumentación, si la hubiese, desconectada.

La estanqueidad de las uniones o juntas se controlará con agua jabonosa, limpiándose posteriormente con agua.

- Purgado de la conducción con nitrógeno

Previo a la puesta en marcha de las conducciones de gas natural y una vez que se ha realizado una prueba de estanqueidad de la conducción, se procede a la operación de evacuar el aire existente y se sustituye por nitrógeno. La conducción se inertiza con

nitrógeno presurizado hasta una presión un poco superior a la presión del gas de las demás redes.

3.7.3.6.4 Señalización de la Conducción

A lo largo de toda la longitud de la canalización se colocarán dos bandas de señalización con el fin de extremar las medidas de identificación de la red de gas existente en el subsuelo ante las acciones de terceros.

El material empleado para señalización de las tuberías enterradas será una banda de polietileno de 30 cm de ancho y de 0,1 mm de espesor, estable a las variaciones de temperatura y resistente a la acción de los ácidos y lejías.

La banda será opaca de color amarillo naranja vivo b-532 según la norma UNE 48.103, inalterable a la acción del sulfuro de hidrógeno según norma DIN 53.378. Deberá tener una resistencia mecánica mínima a la tracción de 100 kg/cm² en su sección longitudinal y de 80 kg/cm² en su sección transversal.

El material se suministrará en rollos de cien metros.

Se instalará en la zanja de alojamiento e implantación de las tuberías con una doble banda de señalización separadas entre ellas 150 mm y colocada la más baja a 200 mm de la generatriz superior del tubo. En los puntos donde el recubrimiento de la tubería es inferior a 0,80 metros, la distancia de la banda al nivel del suelo será reducida a criterio de la Dirección de Obra.

3.7.4 Medición y abono

La gestión de los servicios afectados durante las obras se abonará mediante la unidad correspondiente de proyecto, según se establece en el cuadro de precios nº1. Dicha unidad incluye la localización de los servicios, protección, apeo, desvíos provisionales y definitivos, así como todos los trabajos necesarios para el restablecimiento del servicio, incluyéndose tanto las afecciones en cruces como en paralelismos con servicios existentes. Incluye asimismo la adaptación de los trazados en caso necesario, tanto en planta como en alzado, para la minimización de afecciones y la gestión de los residuos, en su caso.

Esta unidad se mide en metros lineales, y se abonará en función de la longitud de zanja, de cualquier anchura y profundidad, que se ejecute según el avance de las obras. No será de abono independiente la gestión de los servicios afectados en las sobreexcavaciones necesarias en arquetas y pozos. En el caso del edificio de la estación de vacío, se abonará el importe correspondiente a la dimensión mayor del recinto de excavación.

Se ha establecido un precio único que aplica a la totalidad del proyecto, con independencia del número y características de los servicios afectados encontrados en cada tramo de zanja.

Únicamente en el caso de que sea imprescindible que los trabajos deban ser realizados por las compañías propietarias del servicio se actuará según lo establecido en el apartado 1.6 del presente pliego.

3.8 Apeos y cimbras

3.8.1 Definición y alcance

Se define como apeos y cimbras los armazones provisionales que sostienen un elemento estructural mientras se está ejecutando, hasta que alcanza una resistencia suficiente.

El alcance de las correspondientes unidades de obra incluye las siguientes actividades:

- La presentación de un Documento Técnico en el que se justifiquen los cálculos estructurales del sistema, las características de los materiales y los métodos y programa de montaje, cimbrado y descimbrado.
- La preparación del terreno, excavación, relleno con zahorra, nivelación y compactación.
- El suministro y transporte de las correspondientes piezas, ya sean metálicas, de madera o de cualquier otro material.
- Los elementos de apoyo, fijación y sujeción necesarios para el montaje de los apeos y cimbras.
- El montaje y colocación de los apeos y cimbras, su posicionamiento, nivelación y los controles posteriores.
- Las cuñas, cajas de arenas, gatos u otros dispositivos.
- Todo el personal, medios auxiliares y maquinaria necesarios para su montaje y desmontaje.
- Los elementos necesarios tales como vigas, perfiles metálicos, etc., en su caso, para permitir el paso de vehículos, ya sean de la obra o de terceros, bajo la cimbra, respetando los gálibos mínimos, así como las barreras de protección a base de biondas separadas un metro (1 m) de la cimbra y los correspondientes pregálibos instalados a ambos lados del elemento.
- La retirada de todos los materiales empleados, sean o no reutilizables en la obra y el transporte a almacén o vertedero de estos últimos, incluso canon de vertido.
- El personal y medios auxiliares necesarios para la realización de las pruebas previstas en el apartado de control de calidad del presente Artículo.

3.8.2 Ejecución de las obras

3.8.2.1 Apuntalamientos y cimbrados. Instalación.

Los apeos y cimbras, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficientes para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las cargas que puedan producirse sobre ellos.

Los límites máximos de los movimientos de los puntales y cimbras serán de cinco milímetros (5 mm.) para los movimientos locales y la milésima (1/1000) de la luz para los de conjunto.

Los apeos y cimbras deben resistir la combinación más desfavorable de su propio peso, peso de los encofrados, armaduras, peso y presión del hormigón fresco, cargas de construcción y viento, así como el conjunto de efectos dinámicos accidentales producidos por el vertido, vibrado y compactación del hormigón.

Cuando la luz de un elemento sobrepase los seis metros (6 m.), los apeos y cimbras se dispondrán de tal forma que, una vez retirado y cargado el elemento, éste presente una contraflecha del orden del milésimo (1/1000) de la luz.

3.8.2.2 Retirada de apeos y cimbras.

El desmontaje se realizará de forma suave y uniforme, sin producir golpes ni sacudidas, conforme con el programa previsto en la Documentación Técnica.

Cuando los elementos sean de cierta importancia, al desmontar la cimbra es recomendable utilizar calzos, cajas de arena, gatos u otros dispositivos similares, y si así lo requiere la Dirección de Obra, la cimbra se mantendrá despegada del orden de dos o tres centímetros (2 o 3 cm) durante doce horas (12 h), antes de retirarlas completamente.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar, con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a los que va a estar sometido durante y después de la retirada de los puntales o cimbras.

En los casos que determine el Director de Obra se efectuarán "Ensayos de información complementaria" para estimar la resistencia del hormigón y fijar la fecha en que se puede proceder a la retirada de los puntales y/o cimbras de acuerdo con el párrafo "a" del Artículo 89 de la EHE.

Las obras de fábrica en las que se deben efectuar los "Ensayos de información complementaria", el nº de series, nº de probetas, etc., lo determinará el Director de Obra en cada caso.

Si no lo contraindica el sistema estático de la estructura, el descenso de la cimbra se empezará por el centro del tramo y se continuará hacia los extremos.

En todo lo que no contradiga lo expuesto en el presente Pliego, será de aplicación lo comentado al respecto en la Instrucción EHE y, en su defecto, en los apartados 681.2.1 y 681.2.2 del PG-3.

3.8.3 Control de calidad

El Contratista presentará, junto con los planos y cálculos de la cimbra, las calidades de los materiales a emplear. A la vista de dicha propuesta, el Director de Obra fijará el plan de control de calidad a aplicar a esta unidad de obra.

Los elementos que forman la cimbra serán lo suficientemente rígidos y resistentes para soportar, sin deformaciones superiores a las admisibles, las acciones estáticas y dinámicas que comporta su hormigonado, viento, etc.

Una vez montada la cimbra, si el Director de Obra lo cree necesario, se verificará una prueba consistente en sobrecargarla de un modo uniforme y pausado, en la cuantía y con el orden con que lo habrá de ser durante la ejecución de la obra. Durante la realización de la prueba se observará el comportamiento general de la cimbra, siguiendo sus deformaciones mediante flexímetros o nivelaciones de precisión. Llegados a la sobrecarga completa, ésta se mantendrá durante veinticuatro horas (24 h), con nueva lectura final de flechas. A continuación y en el caso de que la prueba ofreciese dudas, se aumentará la sobrecarga en un veinte por ciento (20%) o más. Si el Director de Obra lo considerase preciso, después se procederá a descargar la cimbra, en la medida y con el orden que indique la Dirección de Obra, observándose la recuperación de flechas y los niveles definitivos con descarga total.

Si el resultado de las pruebas es satisfactorio y los descensos reales de la cimbra hubiesen resultado acordes con los teóricos que sirvieron para fijar la contraflecha, se dará por buena la posición. Si se precisa alguna rectificación, el Director de Obra notificará al Contratista las correcciones precisas en el nivel de los distintos puntos.

3.8.4 Medición y abono

Los apeos de cualquier tipo se considerarán incluidos en el precio correspondiente en el metro cuadrado (m^2) de encofrado y por tanto no son objeto de abono por separado. Asimismo, las cimbras no serán de abono, salvo que superen simultáneamente los cuatro metros (4 m) de altura y los cinco metros (5 m) de separación entre apoyos.

Las cimbras que superen dichas dimensiones se medirán por metro cúbico (m^3) obtenido por el producto de la superficie de proyección horizontal de la estructura a encofrar por la altura desde el encofrado hasta el terreno sobre el que se ha iniciado la colocación de la cimbra,

calculada como el valor medio de las alturas medidas en el plano que define el eje longitudinal de la estructura cada tres metros (3 m). Se abonarán por aplicación de los correspondientes precios del Cuadro de Precios Nº 1.

No serán objeto de abono o suplemento las mesetas necesarias para la circulación del personal de obra encargado de la elaboración de los encofrados, armaduras y hormigones, así como todas las labores auxiliares indicadas en el presente Artículo.

3.9 Cierres y vallas

3.9.1 Retirada y reposición de cierres de fincas

Consistirá en la retirada y posterior reposición de cierres de fincas, con postes de madera o de hormigón tal y como sean antes de comenzar las obras.

3.9.2 Colocación de verjas o cierres

En su colocación se cuidará el perfecto aplomado, así como la consecución de una pendiente uniforme en los casos en que no deba estar horizontal.

Deberá estar asimismo perfectamente arriostrada en todas las esquinas y cambios de dirección, no debiendo haber, de cualquier modo, una longitud mayor de 30 m sin arriostramiento.

Los postecillos deberán ser recibidos con basas de hormigón.

3.9.3 Medición y abono

La retirada y reposición de cierres se medirán y abonarán por metros (m) realmente ejecutado

En los precios se incluye la retirada, almacenamiento, reposición de postes y alambrada, la excavación y recibido de los postes, etc. según la calidad que estaba colocada.

3.10 Carga, transporte y canon de vertido de productos procedentes de excavación y/o demolición

3.10.1 Definición y clasificación

Se entienden como tales las operaciones de carga, transporte y vertido de materiales procedentes de excavación y/o demoliciones

- Desde el tajo de excavación o caballero de apilado hasta el vertedero o escombrera, si fueran productos excedentes y/o no reutilizables en otro tajo de la obra, estando incluido dentro de esta unidad el pago del canon de vertido.
- Desde el tajo o caballero de apilado hasta el otro tajo o caballero de la obra en que vayan a ser reutilizados, y estuviesen a más de 500 metros.
- Desde la zona de demolición hasta el vertedero o escombrera si fueran productos de demolición.

3.10.2 Ejecución

Las operaciones de carga, transporte y vertido se realizarán con las precauciones precisas para evitar proyecciones, desprendimientos de polvo, etc. debiendo emplearse los medios adecuados para ello.

El Contratista tomará las medidas adecuadas para evitar que los vehículos que abandonen la zona de obras depositen restos de tierra, barro, etc., en las calles y carreteras adyacentes. En todo caso eliminarán estos depósitos.

Las condiciones de descarga en vertederos no son objeto de este Pliego, toda vez que las mismas serán impuestas por el propietario de los terrenos destinados a tal fin, por tanto en ningún caso la Dirección de Obra será responsable ni del vertido, ni de la evolución posterior de la escombrera que se haya creado. El Contratista cuidará de mantener en adecuadas condiciones de limpieza los caminos, carreteras y zonas de tránsito, tanto pertenecientes a la obra como de dominio público, que utilice durante las operaciones de transporte a vertedero.

3.10.3 Medición y abono

Si en los precios unitarios de excavación y/o demolición aplicables según Proyecto estuvieran incluidas las operaciones de carga, transporte, vertido y canon, no serán de abono separadamente según este capítulo. Por el contrario, si no estuvieran incluidas en los precios de excavaciones y/o demoliciones, se abonarán aplicando los precios correspondientes de los Cuadros de Precios a los metros cúbicos (m³) medidos sobre perfil con anterioridad para las excavaciones de las que procedan, sin tener en cuenta el esponjamiento de los materiales y hasta el límite máximo de las secciones tipo del proyecto o sobreexcavaciones desprendimientos inevitables aprobados por el Director de Obra.

3.11 Hinca con camisa de chapa

3.11.1 Definición

La Hinca con camisa de chapa es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas sin abrir zanjas, consistente en empujar una camisa de chapa dentro del terreno mediante un sistema de avance, que puede ser bien neumático o bien hidráulico. Una vez la tubería metálica o "camisa" se encuentra en posición, se colocan en su interior las conducciones necesarias.

3.11.2 Ejecución

Se estará a lo dispuesto en el capítulo 3.8.7. del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales. Antes de iniciar los trabajos de hinca se comprobará el material existente en ambos extremos de la hinca.

3.11.3 Medición y abono

En el presupuesto del proyecto se han incluido varias unidades que incluyen todos los trabajos y medios necesarios para llevar a cabo la ejecución de la hinca.

La preparación de los recintos de entrada y salida de la hinca se abonará mediante las partidas correspondientes de movimiento de tierras.

Para la ejecución de la hinca se ha previsto el traslado, emplazamiento y montaje de los equipos y medios auxiliares, la ejecución de la hinca del tubo de acero propiamente dicha y la colocación de los tubos en su interior.

Las hincas se medirán por metro (m) realmente ejecutado, medido sobre perfil.

En el precio del tubo de acero se considera incluida la parte proporcional de elementos de deslizamiento, el centrado y anclaje, los equipos y medios auxiliares de colocación, en su caso.

3.12 Raise-boring

3.12.1 Definición

Las hincas mediante raise-boring se ejecutan en dos fases:

- la primera consiste en la excavación de un "taladro piloto" según el eje de la traza de proyecto.
- A continuación, se ejecuta la excavación en sentido contrario, tirando de la "cabeza escariadora" mediante el mismo sistema de varillaje introducido por el taladro piloto. El elemento de corte avanza dejando tras de sí un cilindro hueco perfectamente circular del diámetro deseado.

Este sistema no deja colocada tubería en la zona perforada, por lo que debe colocarse en el interior del túnel una vez terminados los trabajos de perforación.

En función del tipo de terreno, será necesario colocar previamente una vaina o camisa de tubería resistente, normalmente de acero y, una vez la "camisa" se encuentra en posición, se colocan en su interior las conducciones necesarias.

3.12.2 Medición y abono

En el presupuesto del proyecto se han incluido varias unidades que incluyen todos los trabajos y medios necesarios para llevar a cabo el raise-boring.

La preparación de los recintos de entrada y salida se abonará mediante las partidas correspondientes de movimiento de tierras.

Para la ejecución de los trabajos se ha previsto el traslado, emplazamiento y montaje de los equipos y medios auxiliares, la ejecución del taladro piloto y el escarillado hasta un diámetro adecuado. Las unidades de ejecución del raiseboring se medirán por metro (m) realmente ejecutado, medido sobre perfil.

Se considera en unidades independientes el suministro y montaje del tubo de acero que funcionará como camisa y la colocación de los tubos de saneamiento en su interior. En el precio del tubo de acero se considera incluida la parte proporcional de elementos de deslizamiento, el centrado y anclaje, los equipos y medios auxiliares de colocación, en su caso.

3.13 Control del ruido y vibraciones

3.13.1 Generalidades

El Contratista adoptará las medidas adecuadas para minimizar los ruidos y vibraciones.

Las mediciones del nivel de ruido en las zonas urbanas permanecerán por debajo de los límites que se indican en el apartado correspondiente del P.P.T.G.

Toda la maquinaria situada al aire libre se organizará de forma que se reduzca al mínimo la generación de ruidos.

En general, el Contratista deberá cumplir lo prescrito en las Normas Vigentes, sean de ámbito nacional ("Reglamento de Seguridad y Salud") o de uso municipal. En caso de contradicción se aplicará la más restrictiva.

El Director de Obra podrá ordenar la paralización de la maquinaria o actividades que incumplan las limitaciones respecto a ruido o vibraciones hasta que se subsanen las deficiencias observadas sin que ello dé derecho al Contratista a percibir cantidad alguna por merma de rendimiento ni por ningún otro concepto.

3.13.2 Ruidos

Además de lo ya especificado en el P.P.T.G., se tendrán en cuenta las limitaciones siguientes, en el uso de compresores móviles y herramientas neumáticas:

En todos los compresores que se utilicen al aire libre, el nivel de ruido no excederá a los valores especificados en la siguiente tabla:

Caudal del aire m ³ /min.	Máximo nivel en dB(A)	Máximo nivel en 7 m. en dB(A)
< 10	100	75
10-30	104	79
> 30	106	81

Los compresores, que a una distancia de siete metros (7,00 m.) produzcan niveles de sonido superiores a 75 dB (A) o más, no serán situados a menos de ocho metros (8,00 m.) de viviendas o locales ocupados.

Los compresores que a una distancia de siete metros (7,00 m.), produzcan niveles superiores a 70 dB (A), no serán situados a menos de cuatro metros (4,00 m.) de viviendas o locales ocupados.

Los compresores móviles funcionarán y serán mantenidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante para minimizar los ruidos.

Se evitará el funcionamiento innecesario de los compresores.

Las herramientas neumáticas se equiparán con silenciadores.

3.14 Plan de vigilancia y seguimiento ambiental

3.14.1.1 Consideraciones generales

Durante la fase de construcción y explotación se llevará a cabo un seguimiento por parte del Contratista de los aspectos medioambientales de las obras.

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) se dividirá en dos fases, de diferente duración:

- Primera fase: Se corresponderá con la fase de construcción de las obras, y se extenderá desde la fecha del Acta de Comprobación del Replanteo hasta la de Recepción de las obras, es decir, coincidiendo con el plazo de ejecución.
- Segunda fase: se extenderá desde la fecha del Acta de Recepción de las obras y abarcando un periodo de tres (3) años, lo cual coincidirá con los primeros años de la fase de explotación de las obras.

Será competencia del Contratista el desarrollo del Plan desde el inicio de las obras hasta la finalización del Período de Garantía.

El equipo encargado de llevar a cabo el PVA estará compuesto por:

- El Director Ambiental de las Obras, quien será el interlocutor entre el Contratista y el Director de las Obras en temas ambientales, deberá ser un titulado superior competente en estas materias, preferiblemente Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Ingeniero de Montes, Ingeniero Agrónomo, Licenciado en Ciencias Biológicas, Licenciado en Ciencias Geológicas o Licenciado en Ciencias Ambientales.

Será el responsable de la ejecución de las indicaciones contenidas en el Plan, del seguimiento e informe sobre la adopción de las medidas protectoras y correctoras y de la emisión de los informes técnicos contemplados en el PVA y sin perjuicio de las funciones del Director de Obra previstas en la legislación de contratos de las Administraciones Públicas.

Asimismo, será el responsable del Plan de Aseguramiento de la Calidad de las medidas correctoras diseñadas en el Proyecto de Construcción.

- Equipo de Técnicos Especialistas, que estará compuesto por, al menos, dos personas especialistas que realizarán la campaña de visitas periódicas durante toda la primera fase del presente Programa, siendo una de ellas con titulación superior y otra con titulación media, ambas con formación y experiencia en gestión ambiental en obra.

Durante la segunda fase, el Equipo estará integrado por el Director Ambiental de las Obras y el especialista citado en primer lugar.

Durante el periodo de tiempo en que se encuentre en vigencia el PVA el Equipo de Control y Vigilancia trabajará en colaboración con el Ingeniero Director de las Obras, para asesorarle sobre cualquier problema de índole ambiental que pudiera surgir, informándole con la mayor brevedad posible del desarrollo de los trabajos definidos en el Programa. Asimismo, establecerá las medidas correctoras que permitan minimizar impactos no previstos que puedan aparecer durante la ejecución de las obras.

El Equipo de Vigilancia y Seguimiento, y como responsable del mismo el Director Ambiental de las Obras, redactará los informes que se especifican en el presente plan, que serán presentados al Director de las Obras quien, a través del Departamento de Obras Públicas y Transportes, acreditará su contenido y conclusiones. Este Organismo remitirá dichos informes al Servicio de Medio Ambiente y Paisaje, ambos de la Diputación Foral de Bizkaia.

Desde la fecha del Acta de Comprobación de Replanteo hasta la firma del Acta de Recepción, el calendario de trabajo y los puntos de inspección vendrán determinados por el programa de trabajo general de la obra, adecuándose y reestructurándose con el desarrollo de la misma.

El Equipo de Vigilancia Ambiental trabajará en coordinación con el personal técnico ejecutante de las obras, y estará informado, en todo momento, de las actuaciones de la obra que se vayan a realizar, asegurándose de esta forma su presencia en la fecha exacta de ejecución de las unidades de obra que puedan tener repercusiones ambientales. Asimismo, se le notificará con antelación la situación exacta de los tajos o lugares donde se actuará y el periodo previsto de permanencia, de forma que sea posible establecer los puntos de inspección oportunos, de acuerdo con los indicadores a controlar establecidos en el PVA.

En cualquier caso, el calendario de campañas, contemplará dos visitas a obra de forma semanal de los técnicos especialistas, que podrán solaparse o no dependiendo de las características de los indicadores a controlar.

En los tres años siguientes desde la fecha de la firma del Acta de Recepción, es decir, hasta la finalización del periodo de garantía, deberán realizarse, al menos, cuatro visitas anuales, coincidiendo con los cambios estacionales y con la ejecución de las tareas de conservación y mantenimiento proyectadas.

3.14.1.2 Ejecución de las obras

El desarrollo del Plan de Vigilancia Ambiental atenderá a lo dispuesto en el Estudio Simplificado de Impacto Ambiental, que se considerará contractual en todo su contenido.

El Plan de Vigilancia Ambiental incluye el control de:

Periodo de construcción

Mientras duren las obras, el Director Ambiental de la Obra, deberá de comprobar la correcta ejecución de las medidas de integración ambiental, preventivas y correctoras, expuestas en el estudio de impacto ambiental, así como otras que se consideren necesarias para la protección de todos los aspectos ambientales que forman parte del entorno natural del ámbito de actuación del proyecto. Se redactará un informe mensual en el que se recojan todos los aspectos ambientales objeto de vigilancia ambiental y la aplicación y eficacia de dichas medidas de integración, así como los resultados de todas las mediciones de control realizadas y los registros requeridos para una correcta gestión ambiental de la obra.

En el caso de que surgiera alguna incidencia se deberá de redactar un informe especial que será tramitado a través del organismo competente, ya sea el Departamento de Cultura o de Medio Ambiente.

Los informes mensuales se deberán remitir al órgano competente, en este caso la Dirección General Medio Ambiente de la Diputación Foral de Álava en el caso de que los reclame.

Durante este periodo se llevará a cabo pues, un seguimiento de la eficacia de las medidas preventivas y correctoras durante la fase de obras. Se pondrá especial énfasis en que se realicen las siguientes operaciones:

- Correcta acotación del perímetro de la obra: durante la fase de obra se comprobará que no se traspasa esta delimitación, recogiendo las incidencias que se hubiesen producido en el informe mensual correspondiente. Al finalizar las obras se deberán retirar los sistemas de jalonamiento y demás elementos.
- Supervisión del despeje, desbroce y tala del terreno, previa a la extracción de la tierra vegetal, comprobando que se haga en las condiciones indicadas en las medidas correctoras y se limite a la zona comprendida estrictamente dentro de los límites de la actuación.
- Utilización de camiones cuba para el riego de las áreas de movimiento de tierras en la salida de los camiones que se incorporen a la circulación urbana.

- Control de que las tierras de préstamos se ubiquen en áreas destinadas a tal fin. En caso de que no se localizasen en dichas áreas, deberá realizarse un estudio de ubicación de las mismas.
- Comprobar que el mantenimiento de la maquinaria se realice evitando la contaminación hídrica y edáfica por vertidos de aceites y combustibles.
- Se protegerán los ejemplares arbóreos que no resulten afectados directamente por las obras. Se evitarán acciones innecesarias y se cercarán las áreas singulares más fácilmente deteriorables. Este seguimiento y control se mantendrá durante las obras y se realizará "in situ". Se controlará el riego periódico del sistema foliar sobre todo en periodos estacionales de sequía.
- Asegurar que todos los lugares de instalación de maquinaria sean recuperados al finalizar las obras, restituyéndolos a las condiciones originarias.
- Realización de un plan de señalización y ordenación del tráfico. Este control durará lo que duren las obras realizándose de forma permanente en el área urbana.
- Seguimiento de la interrupción del viario existente, minimizando las posibles molestias ocasionadas a la población.
- Mantenimiento de las condiciones de sosiego actuales mediante prohibición de la ejecución de las obras durante el periodo nocturno, y mediante la realización periódica de labores de mantenimiento de la maquinaria.
- Una vez finalizadas las obras se procederá a controlar la recuperación ambiental del entorno afectado.
- Incluir un listado de la legislación ambiental vigente aplicable a la obra, con los requisitos legales a cumplir en cuanto a gestión de residuos inertes y peligrosos, contaminación acústica y atmosférica, permisos de vertido y captación, contaminación de suelos y aguas, etc.
- Asegurar la correcta ubicación de los parques de maquinaria, comprobando que éstos no se instalen en zonas de dominio público hidráulico, núcleos urbanos.
- Comprobar la aplicación de medidas preventivas y correctoras de impacto ambiental en cada uno de los parques de maquinaria: lavadero de ruedas, soleras impermeabilizadas para depósitos de aceite y combustibles y para la realización de operaciones de mantenimiento de vehículos y maquinaria de obra.
- Asegurar la correcta instalación de puntos limpios, impartiendo la formación necesaria al personal de obra con el fin de que se utilice correctamente y contratar los gestores autorizados correspondientes para la retirada y gestión de residuos peligrosos.

Periodo de explotación

Durante este periodo se realizarán las siguientes operaciones:

- Vigilancia de las restituciones vegetales realizadas:

Además de las acciones que se han mencionado anteriormente, se realizarán estudios complementarios de detalle siempre y cuando se presenten circunstancias excepcionales que impliquen riesgos ambientales, tanto en fase de obra como de explotación.

3.14.1.3 Medición y abono

La medición y abono de las actuaciones de seguimiento y vigilancia ambiental de las obras se realizará con cargo a las unidades de obra citadas, realmente ejecutadas, de acuerdo con las especificaciones descritas y el contenido completo del Programa de Vigilancia Ambiental incluido en el Anejo de Integración Ambiental.

Para el desarrollo del programa durante la fase de ejecución, se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios.

Si el plazo de ejecución se prolongase con respecto al inicialmente previsto, se entenderá prorrogada la vigencia del Programa de Vigilancia Ambiental y, por tanto, del conjunto de

tareas y con la periodicidad en él recogidas, estando obligado el Contratista al mantenimiento de los equipos de personal y medios materiales y auxiliares necesarios para su correcto desarrollo.

En tal caso serán de abono al Contratista los meses completos o fracciones de mes que excedan dicho plazo inicialmente previsto, hasta la firma del Acta de Recepción.

3.15 Medidas protectoras y correctoras

3.15.1 Medidas protectoras de la contaminación atmosférica durante las obras

3.15.1.1 Definición

Estas actuaciones tienen por objeto impedir la aparición de afecciones sobre las poblaciones o áreas de interés próximas a las obras, debidas a la emisión de polvo, durante la ejecución de las obras, así como por el transporte de tierras por las carreteras y caminos de la zona.

3.15.1.2 Ejecución

Las medidas a llevar a cabo para evitar emisiones de polvo que puedan generar molestias a la población o deterioros a las zonas de interés son las siguientes:

Se efectuarán riegos de todas las superficies afectadas por intensos movimientos de maquinaria durante las obras, entre las que se incluirán obligatoriamente todos los caminos de obra, los parques de maquinaria, las instalaciones de obra, los vertederos y las zonas de acopio temporal de tierras vegetales.

Quedarán excluidas de estos riegos únicamente aquellas áreas que, por motivos constructivos, no admitan la alteración de sus condiciones de humedad. La periodicidad de los riegos dependerá de las condiciones climáticas y de humedad del terreno, debiendo ser como mínimo de dos riegos semanales. En épocas secas, en verano y en períodos de intensa actividad de los movimientos de tierras, los riegos se intensificarán, pudiendo oscilar su periodicidad entre un riego cada dos días y varios riegos diarios, según el criterio de la Dirección de Obra.

En el caso en que los camiones de transporte de tierras deban circular por las carreteras abiertas al tráfico ajenas a las zonas de obras, deberán contar con los adecuados elementos (lonas o mallas especiales) de cubrimiento de sus cajas, los cuales deberán estar correctamente fijados.

Asimismo, se realizarán riegos sobre las cajas de los camiones (una vez cargadas con las tierras) que deban circular por caminos o carreteras exteriores a la zona de obras.

3.15.1.3 Medición y abono

Estas actuaciones quedan incluidas dentro del presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud, en el que se recogen los riegos indicados anteriormente.

3.15.2 Balizamiento de protección

3.15.2.1 Definición y alcance

El objetivo de esta medida es establecer un sistema general de protección del ámbito colindante a la obra, acorde con la sensibilidad del entorno próximo a la obra, impidiendo de forma efectiva el acceso por parte de vehículos, maquinaria y el personal de obra a zonas que por su valor o especial sensibilidad deban ser protegidas.

Dado que la zona de actuación se corresponde en su mayoría con terreno perteneciente al puerto de Bilbao, y por lo tanto, totalmente antropizado, únicamente se jalonarán aquellas zonas más ajardinadas, coincidentes con el tramo final del colector - B2, con el objeto de restringir la actividad de maquinaria y personal, así como su circulación, a la zona acotada.

Deberá ser colocado antes del inicio de la obra de acuerdo con la Dirección de Obra, que comprobará, la correcta localización y ejecución, y que deberá aprobar su colocación antes del inicio de las obras.

3.15.2.2 Ejecución de las obras

Este balizamiento consistirá en la colocación de redondos de acero o madera distanciados 4 m entre sí, y unidos por una banda de balizamiento de plástico reflectante, que deberá estar colocada a una altura mínima de 1 m.

3.15.2.3 Control de calidad

Se realizarán inspecciones visuales de la correcta colocación y del mantenimiento del balizamiento de protección.

El balizamiento debe ser retirado una vez finalizadas las obras.

3.15.2.4 Medición y abono

La medición se realizará por metro (m) de balizamiento totalmente colocado.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.15.3 Medidas de protección de los suelos

3.15.3.1 Lavadero de ruedas

3.15.3.1.1 Definición y alcance

Se define el lavadero de ruedas como la estructura de hormigón y acero que permite la garantía del lavado previo a la salida o entrada de los vehículos y maquinaria móvil en la zona de obra, de forma que las ruedas giren al menos una vez, quedando limpias antes de ocupar la vía pública. Esta medida previene la transmisión a la atmósfera de sólidos en suspensión.

3.15.3.1.2 Ejecución de las obras

Antes del inicio de la emisión del acta de replanteo se redactará un Plan de Obra en el que se determinará el viario de la obra. En las zonas de entrada a los parques de maquinaria desde las que se acceda a la vía pública, se localizará un lavadero de ruedas.

La localización del lavadero deberá ser aprobado de manera preliminar por la Dirección de Obra conjuntamente con el resto del Plan de Obra. En caso contrario se establecerán las modificaciones oportunas.

El lavadero se ejecutará en el primer mes de la utilización del viario de forma que los vehículos tengan que pasar necesariamente a través del mismo. Será necesario localizar para esto, la señalización oportuna y el jalonamiento pertinente.

3.15.3.1.3 Control de calidad

Se comprobará por parte del equipo de la Dirección Ambiental de Obra los siguientes aspectos:

Tras su ejecución:

- Ejecución adecuada del lavadero de ruedas de acuerdo con el plano de detalle.
- Colocación del balizamiento y orientación del lavadero para garantizar su uso por parte de los vehículos.
- Señalización de la obligación del uso por parte de vehículos y maquinaria móvil.
- Mantenimiento del lavadero y limpieza periódica del fondo.

Tras la finalización de su uso, antes de la recepción de la obra:

- Completa retirada y relleno del hueco.

3.15.3.1.4 Medición y abono

El lavadero de ruedas se medirá y abonará por unidad (ud) realmente ejecutada en obra.

En el precio quedan incluidas cuantas operaciones sean necesarias para que la unidad quede perfectamente ejecutada.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.15.3.2 Lavadero de maquinaria y vehículos

3.15.3.2.1 Definición y alcance

La maquinaria de obra, tiene en general una movilidad reducida, lo que favorece que el personal realice con frecuencia, y sin control, actividades de limpieza de maquinaria. Estas actividades, habituales en obra, pueden producir impactos sobre el suelo, y las aguas superficiales.

El objeto de esta medida es el control de los contaminantes generados por estas actividades de limpieza, estableciendo las condiciones en que éstas se realizarán, evitando de esta forma la aparición de impactos.

3.15.3.2.2 Ejecución de las obras

La realización de labores de limpieza de vehículos y maquinaria está prohibida en la obra. Todos los vehículos y maquinaria realizarán las labores de limpieza en establecimientos adecuados, ajenos a la zona de obra.

En circunstancias justificadas, y con la autorización de la Dirección de Obra, en las condiciones que éste establezca, podrán realizarse tareas de limpieza de vehículos y maquinaria. En todo caso no podrán realizarse estas tareas para aquellos vehículos cuya limpieza sea factible fuera de la obra, y en establecimientos adecuados.

A continuación, se establecen una serie de restricciones mínimas que se deberán considerar, sin menoscabo de otras que, de acuerdo con las circunstancias, y el criterio de la Dirección de la Obra puedan ser precisas.

El uso de productos químicos para la limpieza de vehículos y maquinaria en obra deberá restringirse a productos no contaminantes, estando totalmente prohibida la limpieza con productos inflamables como gasolina o diésel.

Se deberá establecer una zona específica para la realización de las labores de limpieza de maquinaria, que deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Debe ser una superficie impermeabilizada de tamaño suficiente y con un diseño que impida que las aguas salgan de este entorno y garantice el control de las mismas.
- El drenaje de esta zona deberá evacuar el agua a un depósito para la retención de las aguas de lavado con un volumen mínimo en torno a 4 m³, que servirá como desarenador y sobre el que podrán realizarse limpiezas de hormigoneras.
- En el caso en el que las aguas residuales de limpieza tengan gran contenido en aceites y grasas, deberán incorporarse dispositivos portátiles de separación de grasas.
- El estado de estos depósitos deberá controlarse diariamente, procediéndose al mantenimiento que sea oportuno: Recogida de lodos y arenas, evacuación de grasas y aceites a punto limpio, retirada y acopio de aguas para su reutilización o traslado.
- El diseño de la evacuación de aguas deberá permitir la incorporación de diferentes dispositivos de acuerdo con las necesidades.
- Las hormigoneras deberán lavar las canaletas en el lugar establecido para esto; pero no podrán lavar las cubas. Las podrán llenar parcialmente para evitar el fraguado de los residuos de la cuba, y deberán llevar las aguas residuales a la planta de producción, donde podrán ser reincorporadas al proceso.
- Debe disponerse de una fuente de agua corriente, y al menos un depósito de 1 m³ de agua reciclada), y medios de aspersión (bomba y mangueras).

3.15.3.2.3 Localización

La localización de la zona de limpieza de maquinaria debe estar accesible a los diferentes vehículos de obra, y debe establecerse considerando especialmente la maquinaria de baja movilidad.

Antes de la emisión del acta de replanteo se propondrá una planificación a la Dirección Obra en la que figure la localización y las características de diseño de la zona de limpieza de maquinaria, y procedimiento de gestión, mantenimiento, y demolición y gestión final de los materiales residuales. La Dirección Obra establecerá los cambios oportunos antes de la emisión del acta, o bien aprobará la propuesta de zona de limpieza.

3.15.3.2.4 Medición y abono

El lavadero de maquinaria se medirá y abonará por unidad (ud) realmente ejecutada en obra.

En el precio quedan incluidas cuantas operaciones sean necesarias para que la unidad quede perfectamente ejecutada.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.15.3.3 Dispositivo portátil de separación de hidrocarburos

3.15.3.3.1 Definición

Se trata de separadores plásticos o de otro material resistente al contenido de hidrocarburos, transportables, accesibles para la recogida del material contaminado y su transporte a gestor autorizado.

A estos separadores llegan las aguas procedentes de las zonas de limpieza de ruedas, las zonas de limpieza y mantenimiento de vehículos y maquinaria, y otras zonas auxiliares que por las labores que en ella se realizan, pueden generar efluente con gran contenido en grasas / aceites.

3.15.3.3.2 Materiales básicos

Se trata de elementos prefabricados auxiliares compuestos de plástico o fibra de vidrio y que tienen un volumen de acuerdo con la siguiente tabla:

Separador de hidrocarburos			Excavación
Altura (m)	Diámetro (m)	Volumen (m³)	Volumen (m³)
1,00	1,00	0,79	0,94
1,22	1,00	0,96	1,15
1,50	1,00	1,18	1,41
1,75	1,00	1,37	1,65

3.15.3.3.3 Ejecución de las obras

Se instalarán estos separadores en el sistema de drenaje de las aguas procedentes de las zonas de limpieza de ruedas, las zonas de limpieza y mantenimiento de vehículos y maquinaria, y otras zonas auxiliares que por las labores que en ella se realizan, pueden generar efluente con gran contenido en grasas / aceites.

Para instalar el separador, se realizará un hueco de las mismas dimensiones que el separador que se utilizará, con un volumen ligeramente superior (20 %). Las aguas deberán llegar tras la separación de las grasas a la balsa de decantación.

Durante la ejecución deberá realizarse un seguimiento, y un mantenimiento periódico, garantizando que la capacidad de almacenamiento de grasas nunca llega al 50% de su capacidad total.

Tras el fin de la vida útil, deberá retirarse para su reutilización.

3.15.3.3.4 Medición y abono

Los separadores de hidrocarburos se medirán y abonarán por unidad (ud) realmente ejecutadas en obra. En el precio unitario quedarán incluidas cuantas operaciones sean necesarias para que la unidad quede perfectamente ejecutada.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.15.3.4 Punto de limpieza de canaletas de hormigoneras

3.15.3.4.1 Definición y alcance

Se instalarán puntos de limpieza en obra debidamente establecidos y señalizados para la limpieza de las canaletas de las hormigoneras con el objetivo de minimizar o eliminar los vertidos de residuos de hormigón, procedentes de la limpieza de las canaletas de las hormigoneras en las zonas adyacentes obra o dentro del ámbito de obra.

3.15.3.4.2 Ejecución de obras

Se realizarán hoyos dentro de la zona expropiada de las obras y se señalizarán mediante malla y cartel informativo, indicando a la subcontrata de hormigón la ubicación de estos puntos y la obligatoriedad de usarlos para lavar las canaletas.

Una vez colmatada la zanja, se procederá a su picado y traslado a vertedero y la restauración de la zanja una vez terminados los trabajos.

3.15.3.4.3 Control de calidad

No existirán plastas de hormigón a lo largo de la obra fuera de las zonas habilitadas al efecto. En el caso de localizar una hormigonera realizando un lavado fuera de la fosa, se procederá a la toma de sus datos para realizar un aviso, y si se repite el hecho para proceder a multar a la subcontrata.

Se deberá proceder a la demolición de las instalaciones y a la posterior restauración de las condiciones del terreno previas a la instalación de la misma.

Se determinarán puntos de limpieza debidamente establecidos para la limpieza de las canaletas de las hormigoneras. Estos puntos de limpieza deben de estar controlados, de manera que no exista afección alguna.

3.15.3.4.4 Medición y abono

La medición se hará por unidad (ud) realmente ejecutada en obra.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.15.4 Integración paisajística

3.15.4.1 Extendido de tierra vegetal

3.15.4.1.1 Definición y Condiciones generales

Consiste en las operaciones necesarias para el suministro y colocación de la tierra vegetal o suelos asimilados, sobre las superficies generadas tras la ejecución de las obras que hayan quedado desprovistas de vegetación y cuantos lugares se han estimado en el proyecto para el acondicionamiento del terreno.

Por lo tanto, con el fin de contribuir a la regeneración de la cubierta vegetal que posibilite a corto plazo la implantación de especies herbáceas y anuales, a medio y largo plazo la colonización de la vegetación autóctona inicial, se procederá a la extensión de la tierra vegetal previamente recogida en la obra, sin utilizar maquinaria pesada que pueda ocasionar una recompactación, especialmente si la tierra está húmeda.

Extendida la tierra, será necesario proceder a la eliminación, tanto de piedras como de cualquier objeto extraño, como raíces, rizomas, plantas, indeseables, etc.

La ejecución de la unidad de obra incluye:

- Aportación a la obra de tierra vegetal procedente de acopio
- Extendido de la tierra vegetal
- Tratamiento de la tierra vegetal si es el caso

Se deberá tener en cuenta que los acopios de tierra vegetal procedentes de obra, deberán conservarse en perfecto estado durante las obras, en caballones de no más de 1,5 m de altura para evitar su compactación.

3.15.4.1.2 Medición y abono

La medición se realizará por metros cúbicos (m³) de tierra vegetal realmente extendidos.

Esta unidad se abonará de acuerdo a los precios correspondientes del Cuadro de Precios Nº 1.

3.15.4.2 Labores auxiliares de preparación del terreno

Como labores auxiliares de acondicionamiento del terreno se realizarán las siguientes:

3.15.4.2.1 Despedregado

El laboreo mecánico del terreno tiene por objeto conseguir unas superficies con un acabado óptimo, para ello se eliminarán las piedras mayores de 5 cm en el 5-15 % de aquellas superficies que las presenten.

3.15.4.2.2 Rastrillado de tierra vegetal

El rastrillado tiene como objeto preparar cama de siembras y mejorar el aspecto superficial de una zona. Se efectuará un rastrillado ligero sobre las superficies que han recibido tierra vegetal y están expuestas a vistas desde puntos de observadores cercanos y frecuentados.

3.15.4.3 Siembras

Las siembras se aplicarán sobre las superficies a restaurar para favorecer la formación de una cobertura de herbáceas, con o sin leñosas, y evitar la erosión temprana. La siembra aplicada en el presente proyecto será la manual.

Esta siembra manual consiste en la siembra a boleó de la mezcla de especies herbáceas de 30 g/m²:

ESPECIE	% EN PESO
<i>Lolium perenne</i>	10
<i>Lolium multiflorum</i>	10
<i>Trifolium repens</i>	5
<i>Poa pratense</i>	5
<i>Festuca rubra</i>	40
<i>Papaver rhoeas</i>	5
<i>Agrostis tenuis</i>	10
<i>Bellis perennis</i>	5
<i>Dactylis glomerata</i>	5
<i>Centranthus ruber</i>	5

Las especies destinadas a las siembras se han seleccionado atendiendo a las características litológicas y de la vegetación del entorno. Todas las especies se encuentran comercializadas y son fácilmente asequibles. Las siembras se han diseñado con especies propias de la flora local, teniendo en cuenta las características físicas de las unidades de actuación, la litología, climatología y la composición de la vegetación de su entorno inmediato. Se ha evitado el empleo de especies exóticas en especial de aquellas de carácter invasor.

La siembra se realizará en dos fases, siendo la dirección de ambas perpendicular entre sí, para mejorar el tapado y protección de la semilla.

Las mejores épocas para la siembra coincidirán con los comienzos de la primavera y el final del otoño, en días sin viento (velocidad < 4 ms), y sin lluvia.

Si los materiales han estado almacenados, se comprobará su calidad y se realizará un análisis de la capacidad germinativa de las semillas.

También se comprobará que los componentes se mezclan en las proporciones y condiciones indicadas.

En el plazo de 1 mes después de la aplicación de la siembra se procederá a un análisis del recubrimiento mediante recuento de plántulas dentro de una superficie elegida al azar (25 x 25 cm). Se admitirá un grado de recubrimiento mínimo del 95%.

3.15.4.4 Plantaciones

3.15.4.4.1 Especies seleccionadas

En general, se realizarán plantaciones con especies autóctonas. A continuación, se especifican las características básicas (presentación y tamaño) que deben reunir las plantas de cada especie proyectada. El Pliego de Prescripciones Técnicas recoge el resto de condiciones y criterios de calidad que cumplirán los materiales y trabajos que componen la ejecución de las hidrosiembra y plantaciones.

3.15.4.4.2 Plantación

Los hoyos de plantación, en correspondencia con el tamaño de la planta, tendrán de 40 a 60 cm de lado, se rellenarán con tierra vegetal, y se aportará en todos los casos de 1 a 3 kg de abono orgánico (estiércol, compost o similar) en función de dicho tamaño. Tras la instalación de la planta se realizará un primer riego que debe empapar todo el volumen del hoyo de plantación. El plazo entre plantación y primer riego, o riego de plantación, no deberá superar las 24 horas. Para las plantas suministradas en raíz desnuda este plazo no será superior a 6 horas.

Las plantaciones se efectuarán en la época de parada vegetativa (finales de otoño – finales de invierno), evitando los días de heladas.

En el Pliego de Prescripciones Técnicas se recogerán el resto de condiciones y criterios de calidad que cumplirán los materiales y trabajos que componen la ejecución de las hidrosiembras y plantaciones.

3.15.4.4.3 Conservación

Las labores de conservación abarcarán los dos años posteriores al momento de la plantación, que cubre el periodo de garantía, y serán las siguientes:

- Riegos
- Repaso de siembras
- Siega de las zonas revegetadas
- Podas de conformación y eliminación de ramas muertas y chupones
- Reposición de marras

Se define como reposición de marras la resiembra y sustitución de plantas que el Contratista deberá efectuar durante la ejecución de las obras y durante el periodo de garantía, hasta su recepción definitiva, cuando las especies correspondientes no hayan tenido el desarrollo previsto, a juicio de la Dirección de Obra, o hayan sido dañadas por accidentes.

El repaso de siembras, las podas y la reposición de marras correrán a cargo del Contratista.

El número de riegos dependerá de la pluviometría del año climatológico concreto, y será el mínimo necesario para mantener las plantas vivas y obligarlas a generar un sistema radicular que les permita soportar las condiciones climáticas naturales.

En cualquier caso, además del primer riego de plantación, en las plantaciones y en las superficies sembradas se aplicarán al menos tres riegos durante el periodo de mayo a agosto.

Las dosis de cada riego, adicionales a las siembras, serán las siguientes:

- 20 litros/unidad de árbol

El uso de herbicidas y plaguicidas en las operaciones de mantenimiento de siembras y plantaciones, se evitará completamente, aplicando, si es preciso procedimientos mecánicos. En caso de ser imprescindibles, deberá justificarse a la Dirección de Obra, y se propondrán productos cuya persistencia y toxicidad sea mínima.

En los dos años siguientes a la ejecución de la plantación se efectuarán los riegos siguientes:

- Riego de mantenimiento de árbol. Se aplicará un mínimo de seis riegos, a razón de 20 litros/riego y unidad.

3.16 Gestión de residuos

3.16.1 Punto Limpio de residuos peligrosos

3.16.1.1 Definición y alcance

Este artículo comprende la unidad "Creación de un Punto Limpio para el almacenamiento de residuos peligrosos".

El objeto del Punto Limpio es adecuar una zona para el acopio durante menos de 6 meses de residuos peligrosos generados en la obra, estableciendo una base estructural para la gestión establecida por la legislación y el estudio de impacto ambiental de los residuos peligrosos en la obra.

Se trata de un emplazamiento aislado de las aguas de lluvia y las aguas de escorrentía, y con capacidad de contención de forma que cualquier vertido que se produzca en su interior pueda ser recogido con seguridad para el medioambiente, sin que se transmita al suelo o a las aguas.

3.16.1.2 Materiales

El punto limpio estará constituido por un cubeto de hormigón de dimensiones interiores (2,5 - 3) x (5 - 6) m con un murete perimetral completo de 40 cm, accesible por la zona de entrada mediante una rampa exterior y otra interior.

El suelo del cubeto estará sobre la cota del terreno, de forma que si hubiese filtraciones hacia el exterior serían fácilmente visibles a través de la pared exterior del cubeto, y previniendo también la entrada de agua en caso de inundación.

El cubeto estará protegido de la intemperie al menos por una tejavana sostenida por cuatro tubos de acero galvanizado de 3,5 - 4 m de altura, anclados 50 cm en el terreno, desmontables, y sobre el que se establecerá una malla metálica o plástica rígida. La puerta deberá ser de al menos 1,5 m de anchura, y tendrá que poder cerrarse con candado en caso de necesidad.

El punto limpio tendrá al menos en dos de sus lados más visibles un cartel de material plástico de 70 x 80 cm, rígido, resistente a la intemperie en el que se explique con tipografía de gran tamaño y gran contraste, claridad y sencillez su utilización, indicando qué tipo de

residuos deberán echarse en cada uno de los depósitos, y qué residuos no deberán echarse en estos contenedores.

En el interior del punto limpio deberá haber de forma continua al menos los siguientes materiales.

- Un contenedor o caja para contener y proteger la integridad de bombillas fluorescentes.
- Una plataforma de madera para colocar baterías agotadas; en la valla metálica sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "BATERÍAS AGOTADAS").
- Un contenedor para aerosoles; en la valla sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "RESIDUOS DE AEROSOLES").
- Un contenedor para tierras contaminadas; en la valla sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "ABSORBENTES Y TIERRAS CONTAMINADAS").
- Un contenedor para filtros de aceite agotados; en la valla sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "FILTROS DE ACEITE AGOTADOS").
- Un contenedor aceite agotado; en la valla sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "ACEITE AGOTADO").
- Un contenedor para residuos de envases contaminados; en la valla sobre esta plataforma deberá colocarse un cartel plástico de 25 x 40 cm que indique su uso (p.e.: "RESIDUOS DE ENVASES CONTAMINADOS").
- Un depósito con arena absorbente para la limpieza de cualquier derrame líquido que pudiera producirse.
- Una pala que permita recoger el absorbente utilizado.



Ejemplo de Punto Limpio

En caso de necesidad, a justificar por el equipo adscrito a la Dirección Ambiental de Obra, se colocarán otro tipo de depósitos o materiales, ajustándose a las necesidades que surjan en la obra.

3.16.1.3 Ejecución de las obras

El punto limpio deberá ejecutarse considerando el plan de obra en el que se establezcan los parques de maquinaria, áreas de acopio, zonas de paso y otras instalaciones auxiliares, proponiéndose su localización de acuerdo con el estudio de impacto ambiental, y la mejor accesibilidad para su utilización desde las zonas de posible generación de los residuos.

Esta instalación se ejecutará íntegramente en el primer mes desde la emisión del acta de replanteo, debiéndose mantener en adecuadas condiciones a lo largo de toda la duración de la obra: en esto se incluirá su limpieza, la integridad del aislamiento, la integridad del cierre, y cualquier otro aspecto que influya en su funcionalidad.

Finalmente se desmontará antes de la entrega de la obra, tras la autorización por escrito de la Dirección Ambiental de Obra, reutilizándose los postes, el vallado, los depósitos y los carteles, y gestionando como residuos los materiales de hormigón demolido.

Finalmente se reintegrará la zona en el entorno, aportando tierra vegetal y realizando las siembras y plantaciones que sean precisas.

3.16.1.4 Control de calidad

Se comprobará antes de la ejecución del punto limpio:

- La idoneidad de la propuesta de localización.

Se comprobará durante su ejecución:

- La solidez de los elementos que la forman.
- La accesibilidad.
- Otras características establecidas en este artículo (contenido, protección y señalización).

Se comprobará tras su ejecución:

- El mantenimiento de su funcionalidad.
- El mantenimiento de la correcta señalización exigible.
- El estado de limpieza.
- La presencia de todos los elementos que la integran.

Se comprobará antes de la entrega de la obra:

- La demolición efectiva de los materiales de hormigón y la gestión de sus constituyentes residuales.
- La no permanencia de los elementos constituyentes o residuos en la parcela.
- La integración ambiental mediante tierra vegetal, siembras y plantaciones en el área afectada.

3.16.1.5 Medición y abono

Se medirá y abonará por unidades (ud), realmente ejecutados y se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

El precio incluye el suministro de los materiales, el replanteo y ejecución del punto limpio, su mantenimiento y retirada al finalizar las obras.

3.16.2 Carga, transporte y canon de vertido de maderas limpias

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de las maderas limpias, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m3), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.3 Carga, transporte y canon de vertido de tierras en centro de gestión autorizado

Definición

Consiste en la entrega de los residuos de tierras no contaminadas al centro de gestión. Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, previamente los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m3), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.4 Carga, transporte y canon de vertido de residuos de hormigón

Definición

Consiste en la entrega de los residuos de hormigón al centro de gestión autorizado.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, previamente los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.5 Carga, transporte y canon de vertido de otros residuos de RCD's

Definición

Consiste en la entrega de los residuos de RCD's a un centro de gestión autorizado.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica, previniendo los residuos serán almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento para ello.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.6 Carga, transporte y canon de vertido de residuos de papel y cartón

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos de papel y cartón, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.7 Carga, transporte y canon de vertido de residuos plásticos limpios inertes

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de residuos plásticos limpios inertes, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.8 Carga, transporte y canon de vertido de residuos asimilables a urbanos

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos asimilables a urbanos, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.9 Carga, transporte y canon de vertido de residuos de metales mezclados

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos de metales mezclados, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.10 Carga, transporte y canon de vertido de residuos bituminosos mezclados

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones para la recogida y transporte de los residuos bituminosos mezclados, desde la zona principal de almacenamiento de residuos hasta planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia. Estas operaciones serán realizadas por gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma. Se incluye el alquiler de los contenedores, la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización.

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.11 Carga, transporte y canon de vertido de residuos peligrosos de envases

Definición

Consiste en el conjunto de operación para la recogida y transporte de los residuos peligrosos de envases desde la zona principal de almacenamiento de los residuos (Punto limpio) hasta la planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia.

Esta operación será realizada por los gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma.

Se incluye la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.12 Carga, transporte y canon de vertido de residuos peligrosos de absorbentes contaminados

Definición

Consiste en el conjunto de operación para la recogida y transporte de los residuos peligrosos de absorbentes contaminados (trapos, sepiolita, etc.) desde la zona principal de almacenamiento de los residuos (Punto limpio) hasta la planta de valorización de gestor de residuos autorizado a cualquier distancia. Esta operación será realizada por los gestores de residuos autorizados para su transporte por el organismo competente en materia de medio ambiente de la Comunidad Autónoma. Se incluye la carga, el transporte y la entrega de los residuos en plantas de valorización

Ejecución de las obras

Los gestores de residuos autorizados para el transporte procederán a la retirada periódica de los residuos almacenados en las zonas designadas para el almacenamiento de residuos.

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t), realmente cargados, transportados y vertidos, incluso canon de vertido. Se abonará al precio indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.16.13 Otras unidades

Medición y abono

Se medirá y abonará por toneladas (t) o metros cúbicos (m3) según indicado en el Cuadro de Precios nº 1.

3.17 Puesta en marcha, pruebas de rendimiento y explotación

3.17.1 Definición y ejecución

Se describe el alcance y definición de estas actividades en apartado 1.12 del presente pliego y en Anejo nº27 Puesta en servicio del proyecto.

3.17.2 Medición y abono Puesta en Marcha

Las pruebas efectuadas durante esta Etapa de Puesta en Marcha de las Instalaciones no serán nunca de abono en partida independiente ya que se consideran de obligado cumplimiento por parte del Contratista e incluidas en el precio de cada equipo, salvo las indicadas en apartado 1.12 del presente pliego relativas a la puesta en marcha.

Estas pruebas de la etapa puesta en marcha, anteriormente definidas, serán de abono de acuerdo con el siguiente concepto:

- Unidad de PUESTA EN MARCHA de la instalación de acuerdo a las especificaciones establecidas en Pliego, incluyendo la realización de las pruebas y ensayos definidos, durante los cuales se deberá contar con un equipo de profesionales compuesto como mínimo por: un técnico superior y un técnico especialista en pruebas mecánicas, ídem en pruebas eléctricas, oficial y ayudante electromecánico y un técnico especialista en automatismo y telemando. Se incluyen pruebas de puesta en marcha de toda la instalación de la estación de vacío EV1, incluyendo todas las verificaciones necesarias según lo especificado en el pliego de prescripciones técnicas particulares en el apartado de etapa de puesta en marcha, probándose todas las señales definidas en el mapeado de comunicaciones forzándose en local y comprobando su recepción en el PCC, consumos de equipos, etc... Se incluye la redacción de informes y toda la documentación requerida en dicha fase, personal necesario para realizar las pruebas, equipos de comprobación necesarios, etc...

Todos los gastos a que den lugar las pruebas, como son: personal, electricidad, agua, etc., serán de cuenta del Contratista, salvo los incluidos en el presupuesto de este Proyecto.

El abono de las pruebas de medición de caudal en las instalaciones de aire sólo está incluido durante el Período de Puesta en Marcha de la instalación. En el caso de que las mismas no cumplan los objetivos propuestos, la repetición de las mismas hasta la comprobación final del cumplimiento de dichos objetivos no será de abono.

3.17.3 Medición y abono Pruebas de rendimiento

Las pruebas efectuadas durante esta Etapa de Pruebas de Rendimiento de las instalaciones serán de abono de acuerdo con el siguiente concepto:

- Unidad de PRUEBAS DE RENDIMIENTO de la instalación de acuerdo a las especificaciones establecidas en este Pliego, incluyendo la realización de las pruebas y ensayos definidos, durante los cuales se deberá contar con un equipo de profesionales compuesto como mínimo por: un técnico superior y un técnico especialista en pruebas mecánicas, ídem en pruebas eléctricas, oficial y ayudante electromecánico y un técnico especialista en automatismo y telemando. Se incluyen pruebas de rendimiento de la estación de vacío EV1, mediante las cuales se contrastarán la estabilidad y las garantías de resultados, se optimizará la operación del sistema de saneamiento, se ajustará el funcionamiento de los equipos, se conseguirán o mejorarán los costos de explotación y se formará y acompañará al personal de explotación que posteriormente se hará cargo del sistema, estando incluido el personal necesario, los gastos de electricidad de la estación de vacío, el agua y todos los medios materiales y auxiliares necesarios para el correcto desarrollo de los trabajos. Estas pruebas de rendimiento se realizarán de acuerdo con lo estipulado en anejo de proyecto y pliego de condiciones técnicas particulares.

Todos los gastos a que den lugar las pruebas, como son: personal, electricidad, agua, etc., serán de cuenta del Contratista, salvo los incluidos en el presupuesto de este Proyecto.

3.17.4 Medición y abono Periodo de explotación

La operación del sistema, una vez superadas en su totalidad las fases anteriores de construcción, puesta en servicio y pruebas de rendimiento, será de abono de acuerdo con el siguiente concepto:

- MES de operación del sistema Fase 2 mediante el conjunto de operaciones de explotación y mantenimiento de la instalación completa asociada a la Fase II que incluye:
 - Verificaciones de redes de vacío.
 - Verificaciones de red de impulsión.
 - Limpiezas de pozos, arquetas colectoras y EV1.
 - Supervisiones predictivas y preventivas de instalación completa y redes de ventilación/desodorización.
 - Generación y mantenimiento de registros de acción operativa junto con incidencias.
 - 1 ud de retén adicional al personal asignado a la operación y mantenimiento.
 - Generación de informe semanal de operación e incidencias.
 - Asistencias a reuniones periódicas de control de explotación fijadas por el CABB y dación de cuenta.
 - Preparación y formación de personal del CABB según requisitos establecidos por el PPTP.

3.17.5 Penalizaciones

El Contratista deberá tener en cuenta que el incumplimiento de las prestaciones garantizadas entrañarán unas penalizaciones tal como se reseñan a continuación, sin perjuicio de la aplicación de las penalidades reflejadas en el PCAP y en la LCSP.

Parámetro	Penalización	Importe
Incumplimiento de los plazos parciales	Por cada semana de retraso o fracción respecto a los plazos parciales de:	

Parámetro	Penalización	Importe
	Puesta en Marcha	Misma penalización diaria que la contemplada en la LCSP para el plazo total.
	Pruebas de Rendimiento	Misma penalización diaria que la contemplada en la LCSP para el plazo total.
Capacidad de la instalación	Por cada 1% de diferencia respecto al valor garantizado siempre y cuando este sea inferior al exigido en el Pliego	0,25% respecto al importe de adjudicación del Contrato.
Resultados garantizados en cuanto a eficiencia energética	Por desviación respecto a los consumos garantizados	Se aplicará como penalización el costo durante 10 años de la diferencia entre el valor consumido y el valor garantizado.

3.18 Partidas alzadas

En el proyecto se han previsto una serie de partidas alzadas a justificar, en aquellas unidades de obra que, aunque se estima necesaria su ejecución, son, por su propia naturaleza, de difícil precisión en cuanto a su número, lo que impide una medición exacta de las mismas.

No obstante, para la generalidad de dichas Partidas Alzadas a justificar, han sido establecidos los precios unitarios de las unidades de obra que previsiblemente las integrarán e incorporados al Cuadro de Precios nº 1, lo que permitirá el abono de las que realmente se ejecuten.

En aquellas Partidas Alzadas a justificar para las que, en todo o parte, no sean de aplicación los precios del Cuadro de Precios nº 1, se establecerán los correspondientes precios contradictorios.

4. OTRAS DISPOSICIONES

4.1 Legislación

Además de lo señalado en este Pliego de Prescripciones Técnicas regirán con carácter general para las obras e instalaciones de este Proyecto las instrucciones, Reglamentos y Normas vigentes, así como todas las disposiciones de carácter general que sean de aplicación.

Las disposiciones citadas serán preceptivas, en tanto no sean anuladas o modificadas en forma expresa en las prescripciones de este Pliego o en las que puedan fijarse en el anuncio de licitación, Pliego de Cláusulas de la licitación y también en el Contrato o escritura.

4.2 Orden de ejecución de las obras

Será de obligado cumplimiento el Plan de Trabajos aprobado por la Dirección de las Obras a propuesta del Contratista.

4.3 Personal técnico del contratista

Se exige por parte del Contratista la presencia a pie de obra de personal técnico Titulado Superior con experiencia probada en obras de saneamiento, así como los equipos de topografía necesarios.

4.4 Vigilancia de las obras

El Contratista viene obligado a proveer los medios necesarios para ejercer una vigilancia ininterrumpida en todos los elementos de obra durante el tiempo total de duración previsto para la ejecución de los trabajos.

La Dirección de Obra podrá requerir del Contratista el incremento de los medios de vigilancia si así lo estima necesario para la seguridad de la obra.

Los costes de vigilancia están incluidos en los costos indirectos aplicados a los precios unitarios de las unidades de obra, por lo que no serán de abono diferenciado.

4.5 Garantía de calidad

El Contratista está obligado a proveer los medios necesarios, tanto humanos como técnicos, para llevar a cabo el Control de Calidad de las distintas unidades de obra y sus medios de ejecución (autocontrol).

Para ello elaborará un "Plan de Control de Calidad" que someterá a la aprobación de la Dirección de Obra, Plan que deberá tener en cuenta las directrices contenidas en el "Manual de Garantía de Calidad" del Consorcio de Aguas para obras de saneamiento.

El Plan de Control de Calidad contendrá los correspondientes programas de puntos de inspección (PPI) y el esquema organizativo que el Contratista propone para efectuar las actividades correspondientes al Control de Calidad.

Los costes de Garantía de Calidad de los trabajos están incluidos en los precios unitarios de las unidades de obra que los integran, siempre que no sobrepasen un 1,5% del Presupuesto de Ejecución por contrata de la obra. La DO se reserva a su criterio dentro del contrato de

obras y en los términos establecidos por el PCAP hasta el 0,5% del presupuesto de ejecución por contrata para controles de calidad adicionales que puedan resultar necesarios para la adecuada resolución de la obra.

4.6 Responsabilidad y seguros

El Contratista es responsable ante la Propiedad y ante terceros de los riesgos inherentes a la ejecución de las obras.

Para cubrir dichos riesgos, el Contratista vendrá obligado a suscribir una Póliza de Seguro, a todo riesgo, de Construcción, en la forma que determine la Propiedad en el Pliego de Cláusulas de la Licitación.

4.7 Seguridad y salud

Durante la Ejecución de las obras el Contratista está obligado a cumplir con la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud.

Dadas las características de las obras que se definen en este proyecto y conforme a la reglamentación establecida se ha redactado el Estudio de Seguridad y Salud, en el que se recogen los riesgos laborales previsibles, así como las medidas preventivas a adoptar.

Para ello el Contratista dispondrá de todos los medios técnicos necesarios durante la ejecución de las obras para dar cumplimiento a lo establecido de acuerdo con el Plan de Seguridad y Salud que deberá presentar para su aprobación por la Propiedad con anterioridad al inicio de las obras.

En cuanto al abono de estos trabajos se incluyen en el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud y en el Presupuesto General del Proyecto.

Bilbao, septiembre de 2022

EL INGENIERO REDACTOR DEL PROYECTO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

Fdo.: David Galán Marqués

Fdo.: Oier Galdos Emaldi