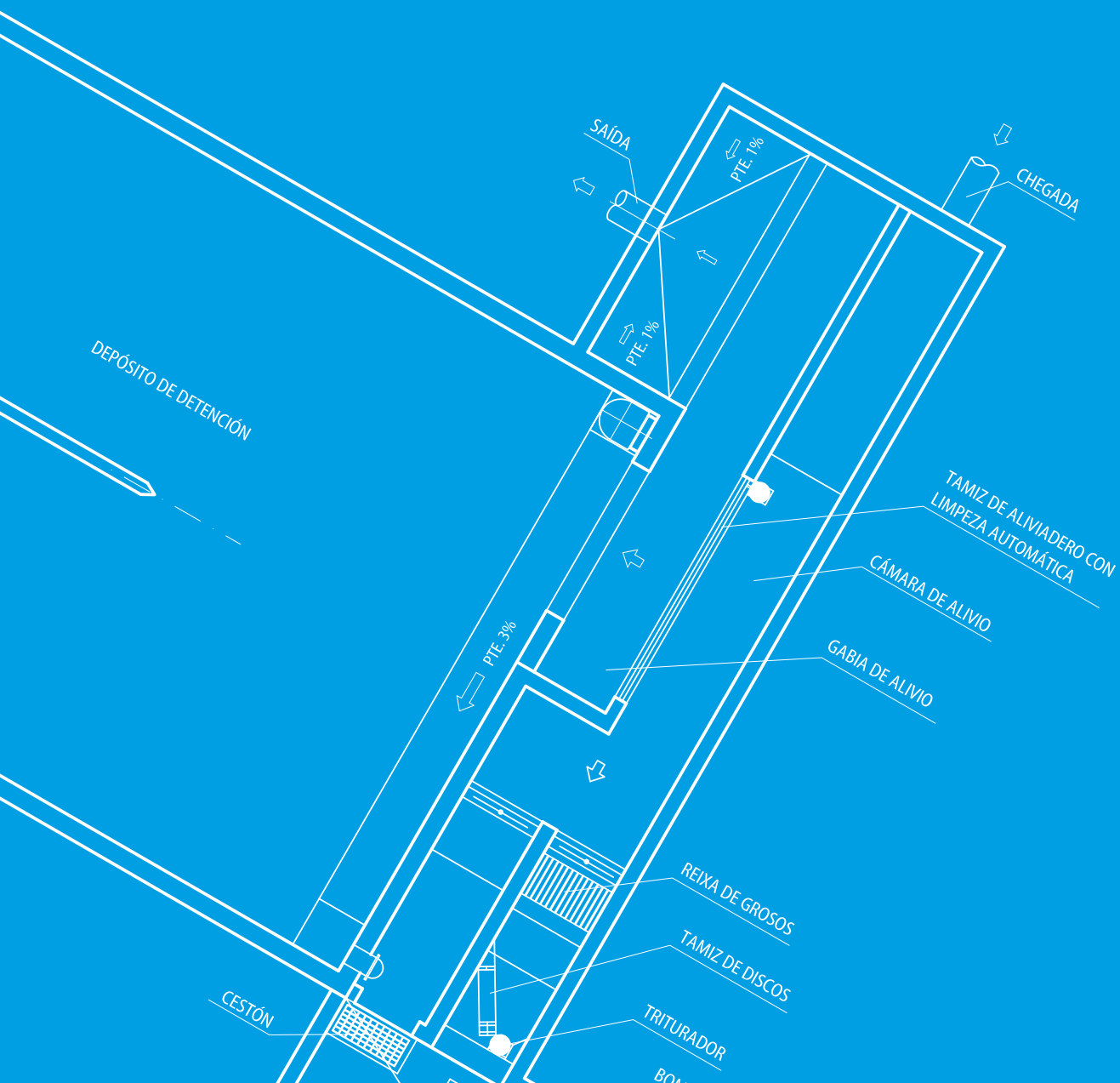


INSTRUCCIÓNES TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

VOLUME 2



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS


augasdegalicia

E DE BALE

VOL 2

**INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS
PARA OBRAS HIDRÁULICAS
EN GALICIA**



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



ITOHG – IND.	ÍNDICE.....	1
ITOGH –SAN.	SISTEMAS SANEAMENTO.....	17
	DESEÑO DA REDE	17
	SAN-1/0. SISTEMAS DE SANEAMENTO.....	17
	SAN-1/1. CÁLCULO DE CAUDAIS EN SANEAMENTO.....	59
	SAN-1/2. TRAZADO DE REDES DE SANEAMENTO.....	97
	SAN-1/3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE CONDUCIÓNS.....	113
	SAN-1/4. TÉCNICAS DE DRENAXE URBANA SOSTIBLE.....	133
	SAN-1/5. CÁLCULO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS	149
	SAN-1/6. CÁLCULO DE ESTACIÓNS DE BOMBEO.....	163
	CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO	179
	SAN-2/1. CONSIDERACIÓNS XERAIS. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DAS REDES DE SANEAMENTO.....	179
	SAN-2/2. DESEÑO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS.	217
	SAN-2/3. DESEÑO DE ESTACIÓNS DE BOMBEO.....	247
	SAN-2/4. INSTRUMENTACIÓN, TELECONTROL E TELESUPERVISIÓN.....	271

ITOHG-IND

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

TÍTULO	ÍNDICE
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



ÍNDICE

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Esther M. Sánchez Briz (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

ÍNDICE GENERAL

ITOHG - 0/0. ESTRUCTURA E CONTIDO DOS PROXECTOS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO

ITOHG - ABA. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

VOLUME 1. DESEÑO DA REDE

- ABA-1/0. INTRODUCCIÓN AOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS
- ABA-1/1. DOTACIÓN E CAUDAIS DE AUGA EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS
- ABA-1/2. CRITERIOS DE DESEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS
- ABA-1/3. CÁLCULO DE CONDUCCIÓN
- ABA-1/4. CÁLCULO DE ESTACIÓNS DE BOMBEO
- ABA-1/5. DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE CONDUCCIÓN
- ABA-1/6. CAPTACIÓNS. ESTUDOS HIDROLÓXICOS.

VOLUME 2. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

- ABA-2/1. ELEMENTOS SINGULARES EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

ITOHG - SAN. SISTEMAS DE SANEAMENTO

VOLUME 1. DESEÑO DA REDE

- SAN-1/0. SISTEMAS DE SANEAMENTO
- SAN-1/1. CÁLCULO DE CAUDAIS EN SANEAMENTO
- SAN-1/2. TRAZADO DE REDES DE SANEAMENTO
- SAN-1/3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE CONDUCCIÓN
- SAN-1/4. TÉCNICAS DE DRENAXE URBANA SOSTIBLE
- SAN-1/5. CÁLCULO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS
- SAN-1/6. CÁLCULO DE ESTACIÓNS DE BOMBEO

VOLUME 2. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO

- SAN-2/1. CONSIDERACIÓNS XERAIS. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DAS REDES DE SANEAMENTO
- SAN-2/2. DESEÑO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS.
- SAN-2/3. DESEÑO DE ESTACIÓNS DE BOMBEO.
- SAN-2/4. INSTRUMENTACIÓN, TELECONTROL E TELESUPERVISIÓN

**ITOHG – MAT. MATERIAIS PARA AS CONDUCCIÓNES DOS SISTEMAS DE
ABASTECIMENTO E SANEAMENTO**

MAT-1/0. CONSIDERACIÓNES XERAIS

MAT-1/1. ACEIRO

MAT-1/2. FORMIGÓN

MAT-1/3. FUNDICIÓN

MAT-1/4. POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRO

MAT-1/5. POLIETILENO E POLIPROPILENO

MAT-1/6. PVC

ÍNDICES DE CONTENIDO DE LAS INSTRUCCIONES

**ITOHG - 0/0. ESTRUCTURA E CONTIDO DOS PROXECTOS DE
ABASTECIMENTO E SANEAMENTO**

ITOHG - 0/0. ESTRUCTURA E CONTIDO DOS PROXECTOS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO

- 0.- DOCUMENTACIÓN INTEGRANTE DOS PROXECTOS
- 1.- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA
 - 1.1.- *Memoria*
 - 1.2.- *Anexos á memoria*
- 2.- DOCUMENTO Nº2: PLANOS
- 3.- DOCUMENTO Nº3: PREGO DE PRESCRIPCIÓNES TÉCNICAS PARTICULARES
- 4.- DOCUMENTO Nº4: ORZAMENTO

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

- APÉNDICE Nº 1: FICHA RESUMO DAS CARACTERÍSTICAS DO PROXECTO
- APÉNDICE Nº 2: FICHA DE SUPERVISIÓN
- APÉNDICE Nº 3: MOVEMENTO DE TERRAS
- APÉNDICE Nº 4: ESTUDO AMBIENTAL, MEDIDAS CORRECTORAS E PROCEDEMENTOS DE TRAMITACIÓN
- APÉNDICE Nº 5: ESTUDO DE SEGURIDADE E SAÚDE
- APÉNDICE Nº 6: PROCEDEMENTO DE EXECUCIÓN E POSTA EN SERVIZO DAS INSTALACIÓNES ELÉCTRICAS
- APÉNDICE Nº 7: NORMALIZACIÓN DA DOCUMENTACIÓN EN FORMATO DIXITAL NOS PROXECTOS DE CONSTRUCCIÓN

ITOHG - ABA. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO VOLUME 1. DESEÑO DA REDE

ABA-1/0. INTRODUCCIÓN AOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS

- 1.- OBXECTO
 - 2.- DEFINICIÓNS
 - 2.1.- Elementos do sistema
 - 2.2.- Redes de distribución
 - 2.3.- Compoñentes
 - 3.- CAUDAIS
 - 4.- PRESIÓNS HIDRÁULICAS
 - 5.- DIÁMETROS DAS TUBAXES
 - 6.- UNIDADES
- BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/1. DOTACIÓN E CAUDAIS DE AUGA EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS

- 1.- INTRODUCCIÓN
 - 2.- ESTIMACIÓN DAS DEMANDAS E OS CAUDAIS MEDIOS NUN SISTEMA DE ABASTECIMENTO
 - 2.1.- Estimación das demandas de auga urbana
 - 2.1.1.- Introducción
 - 2.1.2.- Dotacións de auga por habitante e día para zonas de abastecemento con consumos diversos
 - 2.1.3.- Dotacións e consumos específicos asociados a tipos de usos do solo
 - 2.1.4.- Dotacións e consumos para actividades específicas ou centros colectivos
 - 2.2.- Estimación das demandas medias industriais
 - 2.2.1.- Introducción
 - 2.2.2.- Dotacións e consumos específicos para industria
 - 2.3.- Estimación das demandas medias gandeiras
 - 2.4.- Estimación das necesidades de auga para a rede de bocas de incendios
 - 3.- COEFICIENTES PARA O CÁLCULO DE CAUDAIS PUNTA
 - 3.1.- Coeficientes punta para variacións estacionais ou diarias en consumos urbanos
 - 3.2.- Coeficientes punta para variacións horarias en consumos urbanos
 - 3.3.- Coeficientes punta para consumos industriais de auga
 - 3.4.- Coeficientes punta para consumos gandeiros de auga
 - 4.- ESTIMACIÓN DA POBOACIÓN NAS FASES DE VIDA ÚTIL DA INFRAESTRUCTURA
 - 4.1.- Método aritmético. Aplicación a Galicia
 - 4.2.- Criterios de cálculo adoptados
- BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/2. CRITERIOS DE DESEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO A POBOACIÓNS

- 1.- OBXECTO
- 2.- INFORMACIÓN PREVIA
- 3.- TRAZADO
 - 3.1.- Trazado en Alzado
 - 3.2.- Dominio Público Hidráulico
 - 3.3.- Estradas
 - 3.4.- Ferrocarril
 - 3.5.- Costas
 - 3.6.- Vías pecuarias
 - 3.7.- Afección ao patrimonio
 - 3.8.- Espazos naturais
 - 3.9.- Sistemas acuáticos continentais
- 4.- PRESIÓNS

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

- 5.- VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN
- 6.- DIÁMETROS
- 7.- MATERIAIS A UTILIZAR

BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/3. CÁLCULO DE CONDUCCIÓN

- 1.- OBXECTO
- 2.- MÉTODO SIMPLIFICADO
 - 2.1.- Ámbito de aplicación
 - 2.2.- Ecuacións de cálculo
 - 2.3.- Táboas de datos
- 3.- MÉTODO COMPLETO
- 4.- FLUXO TRANSITORIO

BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/4. CÁLCULO DE ESTACIÓN DE BOMBEO

- 1.- OBXECTO
- 2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS
- 3.- CURVA RESISTENTE DUNHA IMPULSIÓN. PUNTO DE FUNCIONAMENTO
- 4.- LOCALIZACIÓN DA BOMBA. NPSH
- 5.- AGRUPACIÓN DE BOMBAS
- 6.- BOMBEO DESDE POZO OU ESTACIÓN
- 7.- PARO BRUSCO DUNHA BOMBA. CÁLCULO DO TEMPO DE PARO

BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/5. DEPÓSITOS EN SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- CLASIFICACIÓN
 - 2.1.- Segundo o uso
 - 2.2.- Segundo o tipo constructivo
- 3.- COTA E REBOMBEO.
- 4.- CAPACIDAD E TIPOLOXÍAS
 - 4.1.- Capacidade
 - 4.2.- Tipoloxías e detalles
- 5.- ELEMENTOS DE ENTRADA E SAÍDA
 - 5.1.- Tubaxes de entrada
 - 5.2.- Tubaxes de saída

BIBLIOGRAFÍA

ABA-1/6. CAPTACIÓN. ESTUDOS HIDROLÓXICOS

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- MODELO HIDROLÓXICO
 - 2.1.- Metodoloxía
 - 2.1.1.- Cálculo do caudal de estiaxe
 - 2.1.2.- Cálculo del caudal de protección
 - 2.1.3.- Caudal dispoñible
- 3.- EJEMPLO

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

**EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS**

VOLUME 2. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

ABA-2/1. ELEMENTOS SINGULARES EN SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- ALOJAMIENTOS Y ELEMENTOS DE RED
- 3.- CÁMARAS DE LLAVES EN DEPÓSITOS

ANEXO. DETALLES CONSTRUCTIVOS

- 1. LENDA
- 2. SECCIONAMENTO S CON DESAUGADOIRO E CON DERIVACIÓN
- 3. SECCIONAMENTO S CON DERIVACIÓN
- 4. SECCIONAMENTO CON DERIVACIÓN E AIREACIÓN
- 5. SECCIONAMIENTO. INSTALACIÓN DE VRP
- 6. VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN
- 7. CÁMARA DE CHAVES

ITOHG - SAN. SISTEMAS DE SANEAMENTO VOLUME 1. DESEÑO DA REDE

SAN-1/0. SISTEMAS DE SANEAMENTO

- 1.- OBXECTO
- 2.- DEFINICIÓNS
 - 2.1.- Compoñentes
 - 2.2.- Termos relativos ás redes de saneamento
 - 2.3.- Sistemas de saneamento e drenaxe
- 3.- DESEÑO AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO
 - 3.1.- Introducción: Sistemas integrais e integrados de saneamento
 - 3.2.- Caudais e contaminación nos sistemas de saneamento: tempo seco e tempo de chuvía
 - 3.3.- Referencias legais e normativa sobre sistemas de saneamento e drenaxe en tempo de chuvía
 - 3.4.- O uso de Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible (TDUS) nos sistemas de saneamento e drenaxe
 - 3.5.- Tipoloxía das Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible
- 4.- DIAMÉTROS DAS TUBAXES
- 5.- CRITERIOS XERAIS
- 6.- PRINCIPIOS E CRITERIOS DE DESEÑO AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO E DRENAXE
 - 6.1.- Criterios xerais de deseño das TDUS na superficie da cunca e en sistemas de drenaxe de pluviais
 - 6.2.1.- Análise da problemática e da necesidade de usar TDUS para o control das escorrentías urbanas
 - 6.2.2.- Criterios xerais adoptados
 - 6.2.- Criterios xerais de deseño das TDUS nos sistemas unitarios

ANEXO 1

BIBLIOGRAFÍA

SAN-1/1. CÁLCULO DE CAUDAIS EN SANEAMENTO

- 1.- OBXECTO
- 2.- CAUDAIS DE AUGAS RESIDUAIS
- 3.- CAUDAIS DE AUGAS PLUVIAIS
 - 3.1.- Método simplificado
 - 3.1.1.- Ámbito de aplicación
 - 3.1.2.- Estimación do caudal de augas pluviais
 - 3.2.- Método completo
 - 3.2.1.- Ámbito de aplicación
 - 3.2.2.- Choiva de proxecto
 - 3.2.3.- Perdas de precipitación: choiva neta
 - 3.2.4.- Transformación choiva-escorrentía
- 4.- ESTIMACIÓN DOS CAUDAIS DE PROXECTO

BIBLIOGRAFÍA

SAN-1/2. TRAZADO DE REDES DE SANEAMENTO

- 1.- CONSIDERACIÓNS XERAIS
- 2.- TRAZADO EN PLANTA
 - 2.1.- Dominio Público Hidráulico
 - 2.2.- Estradas
 - 2.3.- Ferrocarril
 - 2.4.- Costas
 - 2.5.- Vías pecuarias
 - 2.6.- Afección ao patrimonio
- 3.- TRAZADO EN ALZADO

BIBLIOGRAFÍA

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

SAN-1/3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE CONDUCCIÓN

- 1.- OBTXECTO
- 2.- VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN
- 3.- MÉTODO SIMPLIFICADO. RÉXIME PERMANENTE UNIFORME
 - 3.1.- Ámbito de aplicación
 - 3.2.- Ecuacións de cálculo
 - 3.3.- Estimación dos caudais
- 4.- RÉXIME PERMANENTE GRADUALMENTE VARIADO
 - 4.1.- Ámbito de aplicación
 - 4.2.- Ecuacións de cálculo
- 5.- RÉXIME NON PERMANENTE
 - 5.1.- Ámbito de aplicación
 - 5.2.- Ecuacións de cálculo
 - 5.3.- Aplicación do método

BIBLIOGRAFÍA
ANEXO 1

SAN-1/4. TÉCNICAS DE DRENAXE URBANA SOSTIBLE

- 1.- OBTXECTO
- 2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DAS TDUS
 - 2.1.- Condicionantes orixinados polas características das augas de escorrentía
 - 2.2.- Restriccións orixinadas polas características do medio receptor
- 3.- TIPOLOXÍAS RECOMENDADAS
 - 3.1.- Control de entradas en orixe
 - 3.2.- Control e tratamento local
 - 3.3.- Retención ou detención a nivel subcunca

BIBLIOGRAFÍA

SAN-1/5. CÁLCULO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS

- 1.- OBTXECTO
- 2.- DESEÑO DE DEPÓSITOS DE AUGAS PLUVIAIS EN SISTEMAS UNITARIOS
 - 2.1.- Consideracións e criterios xerais
 - 2.2.- Caudais derivados a EDAR
 - 2.3.- Deseño hidráulico de depósitos de augas pluviais
 - 2.3.1.- Método simplificado
 - 2.3.2.- Método completo
- 3.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS E OUTRAS CONSIDERACIÓN
 - 3.1.- Elementos de regulación
 - 3.2.- Elementos de alivio
 - 3.3.- Deseño mecánico

BIBLIOGRAFÍA

SAN-1/6. CÁLCULO DE ESTACIÓN DE BOMBEO

- 1.- OBTXECTO
- 2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS
- 3.- CURVA RESISTENTE DUNHA IMPULSIÓN. PUNTO DE FUNCIONAMENTO
- 4.- LOCALIZACIÓN DA BOMBA. NPSH
- 5.- AGRUPACIÓN DE BOMBAS
- 6.- BOMBEO DENDE POZO OU ESTACIÓN
- 7.- PARO BRUSCO DUNHA BOMBA. CÁLCULO DO TEMPO DE PARO

BIBLIOGRAFÍA

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

**EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS**

VOLUME 2. CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO

SAN-2/1. CONSIDERACIÓNES XERAIS. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DAS REDES DE SANEAMENTO

- 1.- OBXECTO
- 2.- POZOS E ARQUETAS DE REXISTRO
- 3.- ACOMETIDAS
 - 3.1.- Descrición e tipoloxía
 - 3.2.- Cálculo hidráulico
 - 3.3.- Criterios de trazado
- 4.- EMBORNAIS E ELEMENTOS DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DA ESCORRENTÍA.
 - 4.1.- Embornais
 - 4.2.- Canles e grellas de desaugue
 - 4.3.- Criterios de colocación
- 5.- OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
 - 5.1.- Válvulas, ventosas, desaugues e comportas
 - 5.1.1. Válvulas
 - 5.1.2. Ventosas
 - 5.1.3. Desaugues
 - 5.1.4. Comportas
 - 5.2.- Cámaras de descarga
 - 5.3.- Cámaras de rotura de carga
 - 5.4.- Rápidos
 - 5.5.- Sifóns invertidos
 - 5.6.- Areeiros e trampas de sedimentos
 - 5.7.- Elementos de ventilación
 - 5.8.- Elementos auxiliares de accesibilidade

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

- 1. POZOS DE REXISTRO
 - 1.1. POZO DE REXISTRO IN SITU SOBRE O NF
 - 1.1.1. PLANTA
 - 1.1.2. SECCIÓN
 - 1.2. POZO DE REXISTRO IN SITU BAIXO O NF
 - 1.2.1. PLANTA
 - 1.2.2. SECCIÓN
 - 1.3. POZO DE REXISTRO PREFABRICADO
 - 1.4. POZO DE REXISTRO PROFUNDO (H>4M)
 - 1.5. PATES
 - 1.6. TAPA
- 2. ARQUETA DE REXISTRO
 - 2.1. SECCIÓN TRANSVERSAL
 - 2.2. SECCIÓN LONXITUDINAL
- 3. ARQUETA PARA TOMA DE MOSTRAS E AFOROS
- 4. ELEMENTOS DE CAPTACIÓN DA ESCORRENTÍA
 - 4.1. EMBORNAL PARA REDE SEPARATIVA
 - 4.2. EMBORNAL PARA REDE UNITARIA
 - 4.3. EMBORNAL PARA REDE UNITARIA, DE USO EXCEPCIONAL
- 5. OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
 - 5.1. ALOXAMENTO DE VENTOSA
 - 5.2. ALOXAMENTO DE DESAUGUE

SAN-2/2. DISEÑO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS

- 1.- OBXECTO
- 2.- XENÉRALIDADES
 - 2.1.- Tipoloxías
 - 2.2.- Métodos de baleirado
 - 2.3.- Disposición de varios depósitos
- 3.- ELEMENTOS PRINCIPAIS
 - 3.1.- Zona de entrada
 - 3.2.- Cámara
 - 3.3.- Elementos de limpeza
 - 3.3.1.- Limpadores basculantes
 - 3.3.2.- Comportas de descarga e sistemas de baleiro
 - 3.3.3.- Exectores hidráulicos fixos
 - 3.3.4.- Exectores hidráulicos xiratorios
 - 3.4.- Elementos de regulación
 - 3.4.1.- Comportas de parede
 - 3.4.2.- Válvulas de vórtice
 - 3.4.3.- Bombas
 - 3.4.4.- Outros sistemas de regulación
 - 3.5.- Aliviadoiros
 - 3.6.- Instalacións auxiliares
 - 3.6.1.- Clapetas
 - 3.6.2.- Sistemas de ventilación e desodorización
 - 3.6.3.- Redes auxiliares de electricidade e auga
 - 3.6.4.- Instrumentación, telesupervisión e telecontrol
- 4.- EXPLOTACIÓN E MANTEMENTO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

- 1. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS
 - a. PLANTA
 - b. SECCIÓNS
- 2. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS CON BOMBEO EN CÁMARA HÚMIDA
 - a. PLANTA
 - b. SECCIÓN
- 3. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS CON BOMBEO EN CÁMARA SECA
- 4. CÁMARA DE DERIVACIÓN PARA DEPÓSITOS FORA DE LIÑA

SAN-2/3. DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO

- 1.- OBTXECTO
- 2.- VOLUME DO POZO DE BOMBEO
- 3.- CAUDAIS A BOMBEAR E REGULACIÓN
 - 3.1.- Caudais a bombear nos sistemas separativos
 - 3.2.- Caudais a bombear nos sistemas unitarios en tempo de chuvia
- 4.- DISPOSICIÓN DUN BOMBEO
 - 4.1.- Xeneralidades
 - 4.2.- Cámara de entrada
 - 4.3.- Pozo de grosos
 - 4.4.- Sistema de desbaste
 - 4.5.- Cámara tranquilizadora
 - 4.6.- Cámara de aspiración
 - 4.7.- Tipo de tomas
 - 4.8.- Cámara seca
 - 4.9.- Arranque de las bombas
 - 4.10.- Instalacións auxiliares
- 5.- CAMPÁ DE ASPIRACIÓN
- 6.- DIMENSIONAMENTO XEOMÉTRICO
- 7.- RUIDOS E VIBRACIONES
- 8.- VENTILACIÓN E TRATAMENTO DE OLORES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

1. POZO DE BOMBEO DE SECCIÓN CIRCULAR
2. POZO DE BOMBEO DE SECCIÓN RECTANGULAR

SAN-2/4. INSTRUMENTACIÓN, TELECONTROL E TELESUPERVISIÓN

- 1.- OBTXECTO
- 2.- EXPLOTACIÓN AVANZADA DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO
- 3.- COMPONENTES DO SISTEMA
 - 3.1.- Sensores
 - 3.2.- Controladores Lóxicos Programables (PLC's)
 - 3.3.- Estacións remotas
- 4.- INSTRUMENTACIÓN E TELECONTROL DAS INFRAESTRUTURAS DA REDE DE SANEAMENTO
 - 4.1.- Impulsións
 - 4.2.- Depósitos

BIBLIOGRAFÍA

ITOHG – MAT. MATERIAIS PARA AS CONDUCCIÓN DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E SANEAMENTO

MAT-1/0. CONSIDERACIÓN XERAIS

- 1.- OBTENTO DA SERIE MAT
- 2.- DEFINICIÓN DAS CARACTERÍSTICAS DAS TUBAXES
 - 2.1.- Características xeométricas e funcionais das tubaxes
 - 2.2.- Presións definidas na normativa ou de uso común
- 3.- PROBAS EN TUBAXES
 - 3.1.- En condicións de abastecemento
 - 3.2.- En condicións de saneamento
- 4.- INSTALACIÓN DE TUBAXES
 - 4.1.- Transporte e almacenamento
 - 4.2.- Instalación de tubos enterrados
 - 4.3.- Gabias normalizadas
 - 4.4.- Instalación de tubos aéreos
 - 4.5.- Sistemas de protección catódica
 - 4.6.- Macizos de ancoraxe
 - 4.7.- Acceso aos elementos de rede
- 5.- MATERIAIS QUE SE EMPREGAN PARA TUBAXES
- 6.- CÁLCULO MECÁNICO
 - 6.1.- Tipos de tubos en función da súa resistencia mecánica
 - 6.2.- Accións que actúan sobre as tubaxes
 - 6.3.- Hipóteses pésimas de carga
 - 6.4.- Métodos de cálculo para as accións
- 7.- MARCADO

BIBLIOGRAFÍA

MAT-1/1. ACEIRO

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- TIPOS DE TUBOS DE ACEIRO
- 3.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE ACEIRO
- 4.- TIPOS DE UNIÓN EN TUBAXES DE ACEIRO
- 5.- CÁLCULO MECÁNICO EN TUBAXES DE ACEIRO
 - 5.1.- Tubos aéreos
 - 5.2.- Tubos enterrados

BIBLIOGRAFÍA

MAT-1/2. FORMIGÓN

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- TIPOS DE TUBOS DE FORMIGÓN
- 3.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE FORMIGÓN
- 4.- TIPOS DE UNIÓN EN TUBAXES DE FORMIGÓN
- 5.- CÁLCULO MECÁNICO EN TUBAXES DE FORMIGÓN

BIBLIOGRAFÍA

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

MAT-1/3. FUNDICIÓN

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- TIPOLOXÍA DE CONDUCCIÓN DE FUNDICIÓN DÚCTIL
 - 2.1.- Segundo os usos habituais das conduccións da fundición dúctil
 - 2.2.- Segundo os sistemas de unión
 - 2.3.- Segundo os revestimentos
- 3.- TIPOS DE UNIÓN EN TUBAXES DE FUNDICIÓN DÚCTIL
- 4.- REVESTIMENTOS DA TUBAXE
- 5.- CÁLCULO MECÁNICO DE TUBAXES DE FUNDICIÓN DÚCTIL
 - 5.1.- Hipótese pésima de carga nas canalizacións de fundición
 - 5.2.- Estado tensional causado pola presión interior
 - 5.3.- Deseño segundo o método simplificado da norma UNE-EN 545:2002 Estado tensional causado pola presión externa
 - 5.4.- Deseño segundo o método do Fascículo 70
 - 5.5.- Ábacos para o predimensionamento das conduccións

BIBLIOGRAFÍA

MAT-1/4. POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRO

- 1.- INTRODUCCIÓN
- 2.- CARACTERÍSTICAS DOS TUBOS DE PRFV
- 3.- TIPOS DE UNIÓN
- 4.- CÁLCULO MECÁNICO DE TUBAXES DE PRFV
 - 5.1.- Tubos aéreos
 - 5.2.- Tubos enterrados

BIBLIOGRAFÍA

MAT-1/5. POLIETILENO E POLIPROPILENO

- 1.- OBXECTO
- 2.- CARACTERÍSTICAS DO POLIETILENO E DO POLIPROPILENO
 - 2.1.- Características xerais do polietileno
 - 2.2.- Características mecánicas dos tubos de polietileno
 - 2.3.- Características físicas dos tubos de polietileno
 - 2.4.- Características químicas e biolóxicas dos tubos de polietileno
 - 2.5.- Características térmicas
 - 2.6.- Características eléctricas
 - 2.7.- Características hidráulicas
 - 2.8.- Comparativa das características do polietileno coas do polipropileno
- 3.- SISTEMAS DE UNIÓN
- 4.- DESEÑO MECÁNICO
 - 4.1.- Hipótese I: Presión interna positiva (estado tensional)
 - 4.2.- Hipótese II: Accións externas e presión interna positiva (estado tensional e deformacións)
 - 4.3.- Hipótese III: Accións externas (estado tensional e deformacións)
 - 4.4.- Hipótese IV: Accións externas e presión
 - 4.5.- Programa de cálculo
- 5.- APLICACIÓN
- 6.- ACCESORIOS E OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

BIBLIOGRAFÍA

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

**EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS**

MAT-1/6. PVC

- 1.- OBXECTO
- 2.- PROCESOS DE OBTENCIÓN DA TUBAXE DE PVC
 - 2.1.- Tipos de tubaxes
 - 2.2.- Propiedades das tubaxes de PVC ríxidas
- 3.- TIPOS DE UNIÓNS EN TUBAXES DE PVC
- 5.- CÁLCULO MECÁNICO DAS TUBAXES DE PVC-U
 - 5.1.- Magnitudes dimensionais e mecánicas das tubaxes
 - 5.2.- Requisitos esixibles ás tubaxes de PVC ríxido
 - 5.2.1.- Deformacións
 - 5.2.2.- Estado tensional
 - 5.2.3.- Resistencia ao esmagamento
 - 5.2.4.- Resistencia á presión interna
 - 5.2.5.- Resistencia á flexión transversal
 - 5.2.6.- Resistencia ao impacto
 - 5.2.7.- Resistencia á abrasión
 - 5.2.8.- Resistencia aos fluídos químicos
 - 5.3.- Hipótese pésima de carga
 - 5.4.- Comportamento funcional das tubaxes de PVC-U
 - 5.4.1.- Comportamento da tubaxe de PVC-U en función do tempo
 - 5.4.2.- Fatiga cíclica
 - 5.4.3.- Comportamento da tubaxe de PVC-U en función da temperatura
 - 5.5.- Programa de cálculo de AseTUB

BIBLIOGRAFÍA

ITOHG-SAN-1/0

INSTRUCCIÓN TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE SANEAMENTO

TÍTULO	SISTEMAS DE SANEAMENTO (SAN-1/0)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS

augasdegalicia

EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

SISTEMAS DE SANEAMENTO (SAN-1/0)

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

- 1.- OBXECTO
- 2.- DEFINICIÓNS
 - 2.1.- Compoñentes
 - 2.2.- Termos relativos ás redes de saneamento
 - 2.3.- Sistemas de saneamento e drenaxe
- 3.- DESEÑO AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO
 - 3.1.- Introducción: Sistemas integrais e integrados de saneamento
 - 3.2.- Caudais e contaminación nos sistemas de saneamento: tempo seco e tempo de chuvia
 - 3.3.- Referencias legais e normativa sobre sistemas de saneamento e drenaxe en tempo de chuvia
 - 3.4.- O uso de Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible (TDUS) nos sistemas de saneamento e drenaxe
 - 3.5.- Tipoloxía das Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible
- 4.- DIAMÉTROS DAS TUBAXES
- 5.- CRITERIOS XERAIS
- 6.- PRINCIPIOS E CRITERIOS DE DESEÑO AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO E DRENAXE
 - 6.1.- Criterios xerais de deseño das TDUS na superficie da cunca e en sistemas de drenaxe de pluviais
 - 6.2.1.- Análise da problemática e da necesidade de usar TDUS para o control das escorrentías urbanas
 - 6.2.2.- Criterios xerais adoptados
 - 6.2.- Criterios xerais de deseño das TDUS nos sistemas unitarios

ANEXO 1

BIBLIOGRAFÍA

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

1.- OBXECTO

O obxecto deste documento é definir os criterios básicos recomendados que deben terse en conta no deseño dunha rede de saneamento e drenaxe.

2.- DEFINICIÓNS

2.1.- *Compoñentes*

- Acometida: conxunto de elementos interconectados (arqueta de arranque, albañal e entroncamento) que unen a rede de saneamento coa instalación interior dunha vivenda ou edificio.
- Aliviadoiro: dispositivo destinado a derivar dun colector, un depósito ou calquera outro tipo de infraestrutura de regulación ou tratamento, un exceso de caudal cara a unha canle próxima.
- Condución: compoñente destinada ao transporte de augas residuais urbanas e que en sentido lonxitudinal é habitualmente recto. Atendendo á súa xeometría, poden clasificarse en tubos (de sección circular), ovoides, seccións elípticas ou galerías. En función da súa localización dentro da rede de saneamento poden clasificarse en albañais, sumidoiros ou colectores.
- Galería: condución de sección transversal interior uniforme, de forma distinta á circular, ovoide ou elíptica, habitualmente visitable, e que en sentido lonxitudinal é predominantemente rectilínea. As máis usuais son as de xeometría abovedada e os marcos rectangulares.
- Rexistros: obras de fábrica para o mantemento e a explotación da rede de saneamento, poden ser de dous tipos:
 - Arqueta: rexistro que non permite o acceso ao seu interior polas súas reducidas dimensións.
 - Pozos: rexistro visitable.
- Pozo de rexistro: obra de fábrica que permite o acceso á rede de saneamento para o seu mantemento e explotación. Dispónse nas singularidades da rede (cambios de aliñación, pendente e ata espaciados cada certas distancias), podendo ser, ademais, de varios tipos específicos, entre outros os seguintes:
 - Pozo de resalto: pozo de rexistro destinado a absorber unha diferenza de nivel entre dous condutos contiguos.
 - Pozo de acometida: pozo de rexistro utilizado na unión das acometidas á rede de saneamento.
 - Pozo areeiro: é o pozo destinado á retención de sólidos que circulan pola rede de saneamento, habitualmente mediante un fondo adicional situado máis baixo cós condutos que lle chegan.
 - Pozo de limpeza: pozo de rexistro que, situado sobre a clave da galería visitable, non está destinado ao acceso do persoal senón á limpeza e extracción de residuos.
- Embornal: elemento que recolle as augas pluviais de escorrentía e introdúceas na rede de saneamento. Para designar a este compoñente é frecuente utilizar diferentes termos, tais como embornal, sumidoiro ou absorbedoiro, e por entender que é o máis habitual, vai empregarse a denominación de "embornal".
- Depósito de augas pluviais: estrutura hidráulica destinada, fundamentalmente, a regular caudais nos períodos de choiva e posteriormente evacualos de forma controlada, con dous posibles obxectivos: reducir as verteduras ao medio, ou evitar inundacións augas abaixo.
- Elemento complementario da rede: calquera estrutura que, intercalada na rede de saneamento, permite e facilita a súa explotación. Os elementos complementarios máis habituais son os seguintes:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Areeiro: elemento destinado a reter arrástreos sólidos de maior tamaño que poidan levar as augas e facilitar a súa extracción posterior.
 - Accesorio: elemento distinto aos tubos, pezas especiais, válvulas, unións ou elementos complementarios da rede, pero que forman tamén parte da tubaxe, por exemplo contra-bridas, parafusos e xuntas para unións acerroxadas, dispositivos para toma en carga, etc. Aos efectos deste documento, as ventosas serán consideradas como accesorios.
 - Cámara de descarga: depósito de auga cun dispositivo que produce unha descarga de auga limpa para arrastrar os sólidos e sedimentos depositados nun conduto de caudal escaso, como ocorre nas cabeceiras da rede.
 - Comporta: elemento de dimensións maiores ás dunha válvula, de xeometría xeralmente rectangular e accionamento mediante fuso ou mediante cilindros hidráulicos, que se instala en colectores visitables ou en depósitos de retención para controlar o paso da auga.
 - Elemento de ventilación: instalación que ten por obxecto garantir o mantemento das condicións aerobias das augas que circulan pola rede e evitar a acumulación de gases.
 - Rápido: tramo de sumidoiro ou colector de elevada pendente e pouca lonxitude, disposto para salvar grandes desniveis.
 - Sifón: instalación que permite, mediante a condución a presión dun tramo da rede de saneamento, cruzar con escasa perda de carga outras instalacións ou accidentes do terreo que interfiran coa liña piezométrica por gravidade da condución de saneamento.
 - Válvula: elemento hidromecánico que, instalado entre os tubos, permite controlar o paso da auga, evitar o seu retroceso, reducir a súa presión, dar seguridade á rede, etc. Instálase case exclusivamente en condutos circulares (tubos) de pequenas dimensións.
- Estación de elevación: construción, estrutura e equipamento utilizado para transferir augas residuais ou pluviais desde un determinado nivel a unha cota superior. O transporte dunha cota a outra pode realizarse ien por canles abertas (por exemplo, parafusos de Arquímedes) ben por condutos pechados e a presión. Cando a elevación se realiza a través de conducións a presión fálase normalmente de “estacións de bombeo”.
- Elementos de disipación: calquera estrutura da rede de saneamento que reduza a enerxía da auga transportada pola mesma. Os elementos de disipación máis habituais son os seguintes:
- Vórtex: elemento no que se consegue unha gran disipación de enerxía mediante a entrada tanxencial da auga no mesmo e o seu descenso helicoidal.
 - Pozo de resalto: pozo de rexistro destinado a absorber unha diferenza de nivel entre dous condutos contiguos .
 - Rápidas escalonadas: galería escalonada na que se consegue salvar unha gran diferenza de nivel que se aplica cando os diámetros das conducións son grandes.
 - Cámara de rotura: elemento que inserto na final dunha rede a presión consegue una disipación da enerxía da auga.
- Peza especial. Elemento que, intercalado entre os tubos, permite cambios de dirección ou de diámetro, derivacións, empalmes, obturacións, etc.

2.2.- *Termos relativos ás redes de saneamento*

- Augas residuais. Augas conducidas polos albañais, sumidoiros, colectores e emisarios. En función da súa orixe, poden clasificarse do seguinte xeito:
- Augas residuais domésticas: augas residuais procedentes de zonas de vivenda e de servizos xeradas principalmente polo metabolismo humano e as actividades domésticas.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Augas residuais industriais: son as producidas polas instalacións e actividades comerciais ou industriais, que non sexan augas residuais domésticas nin de escorrentía pluvial.
 - Augas de infiltración: son aquelas que proceden do subsolo e penetran na rede de sumidoiros a través das xuntas e tubaxes defectuosas, conexións e paredes de pozos de rexistro. Tamén teñen a súa orixe en incorporacións de mananciais, fontes e achiques de sotos á rede de sumidoiros.
 - Augas de choiva ou pluviais: son as que recollen os embornais ou a rede de drenaxe durante os fenómenos de choiva ou logo destes, debidas á precipitación pluvial.
 - Augas residuais agrícolas: son as producidas polas instalacións e actividades agrícolas, que non sexan augas residuais domésticas nin de escorrentía pluvial.
 - Outras augas de escorregamento: son as producidas por regas e baldeos viarios.
- Augas residuais urbanas: son aquelas compostas por achegas de tipo doméstico, comercial, dotacional, e industria integrada nos cascos urbanos.

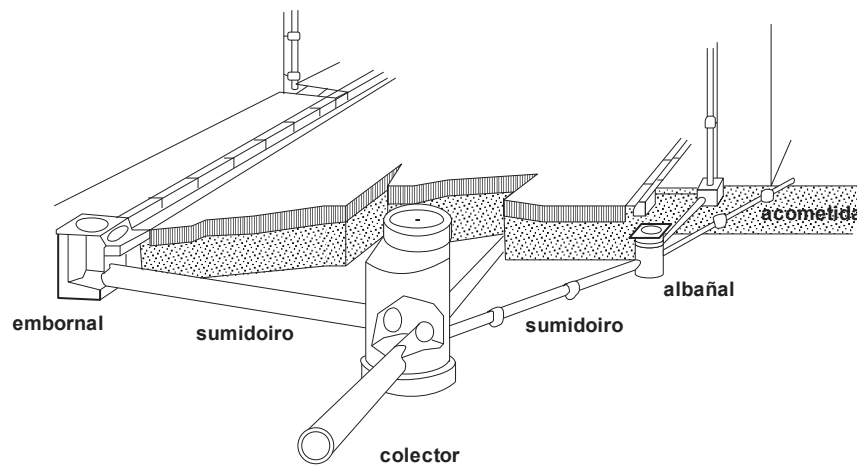


Figura 1. Compoñentes dunha rede de saneamento unitaria.

- Albañal: conducción subterránea que permite evacuar as augas residuais procedentes das acometidas dunha finca, edificio, industria ou instalación dotacional aos sumidoiros.
- Sumidoiro: conducción que transporta a un colector as augas procedentes das acometidas e dos embornais.
- Colector: conducción que conduce ata o colector principal as augas dun conxunto de sumidoiros.
- Colector principal: conducción que transporta ata o colector interceptor ou infraestrutura de control as augas procedentes dun conxunto de colectores de una subcunca.
- Colector interceptor: conduto que transporta as augas procedentes de varias subcuncas de saneamento ata a estación depuradora ou ata o punto final de vertedura.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

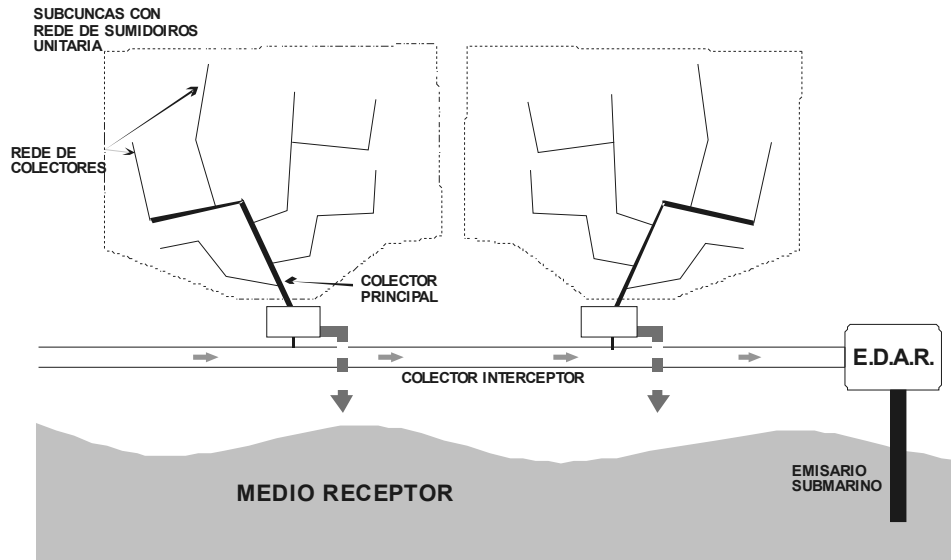


Figura 2. Compoñentes dunha rede de saneamento.

- Emisario submarino. Segundo a “Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos de tierra al mar (Orde do 13 de Xulio de 1993)” defínese como “Conducción cerrada que transporta as augas residuais dende a estación de tratamento ata unha zona de inxección no mar, de modo que se cumpran as dúas condicións seguintes:
 - Que a distancia entre a liña de costa en baixamar máxima viva equinoccial e a boquilla de descarga máis próxima a esta, sexa maior de 500 m.
 - Que a dilución inicial calculada segundo os procedementos que se indican na instrucción para a hipóteses de máximo caudal previsto e ausencia de estratificación, sexa maior de 100:1.”
- Conducción de desaguamento: segundo a “Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos de tierra al mar (Orde do 13 de Xulio de 1993)” defínese como “conducción aberta ou cerrada que transporta as augas residuais dende a estación de tratamento ata o mar, vertendo en superficie ou mediante descarga submarina, sen que cumpra as condicións do emisario submarino.”
- Rede de saneamento ou drenaxe: conxunto de sumidoiros e colectores (xunto cos necesarios pozos de rexistro, aliviadoiros, depósitos de retención, estacións de bombeo e demais elementos complementarios) que recollen e conducen as augas residuais e pluviais dunha poboación, dende as acometidas ata a estación depuradora, ao punto de vertedura ou o emisario.
- Vertedura á rede de sumidoiros: acción e efecto de verter líquidos, sólidos ou gases á rede de rede de sumidoiros. En particular denomínase vertedura prexudicial a aquel que produce dano ou entraña risco de producilo sobre o sistema de saneamento e drenaxe urbana.
- Aglomeración urbana: zona cunha poboación e/ou actividades económicas que presentan a concentración suficiente para a recollida e conducción das augas residuais urbanas a unha instalación de tratamento de ditas augas ou a un punto de vertido final.

2.3.- Sistemas de saneamento e drenaxe

Atendendo á natureza da auga residual a evacuar, as redes de sumidoiros poderán ser basicamente dos dous tipos seguintes:

- Redes unitarias: a rede consta dunha soa canalización pola que en tempo seco circulan augas residuais urbanas e en tempo de chuva asume tamén a función de drenar as augas pluviais, provocándose unha mestura de ambos tipos de augas.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- Redes separativas: a rede consta de dúas canalizacións independentes: unha delas transporta as augas residuais de orixe doméstica, comercial ou industrial ata a estación depuradora, e a outra conduce as augas pluviais ata o medio receptor, ou ata un posible sistema de tratamento previo ao vertido.

En canto ao funcionamento hidráulico da rede poden distinguirse as posibilidades seguintes:

- Por gravidade. As augas discorren ao longo da rede por causa da propia pendente das conducións, en réxime hidráulico de lámina libre.
- Baixo presión hidráulica interior (ou redes a presión). As augas discorren ao longo da rede sometidas a unha certa presión hidráulica interior distínguense os seguintes tipos:
 - Por bombeo: o fluxo discorre polos condutos baixo presión hidráulica interior formada por un grupo de elementos motobomba situados augas arriba.
 - Por baleiro: o fluxo (trátase dun fluxo bifásico formado por auga e máis aire) discorre pola rede de tubaxes por efecto dunha presión negativa dada por un conxunto de compresores existentes nunha central de baleiro.

En calquera caso os saneamentos a presión deben minimizarse. As redes de baleiro deben cumprir a UNE-EN 1.091 "Sistemas de redes de sumidoiros por baleiro en exterior dos edificios".

Atendendo a outros criterios as redes de saneamento e drenaxe poden clasificarse doutras maneiras como:

- Atendendo ás posibilidades de acceso ao interior: redes visitables e non visitables.
- Atendendo á xeometría da sección transversal: circulares, abovedadas, ovoides, rectangulares, multicelulares, etc.

3.- DISEÑO AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO

3.1.- *Introdución: Sistemas integrais e integrados de saneamento*

Os sistemas de saneamento e drenaxe foron evolucionando ao longo da historia, representando un compromiso entre as necesidades hixiénicas, o benestar humano, as necesidades e coñecementos técnicos e os recursos dispoñibles. Con todo, as técnicas e as demandas sociais foron cambiando, con máis intensidade nos últimos 20 anos, e algunha das antigas prácticas xa non son aceptadas. Os actuais deseños en enxeñería do saneamento e drenaxe urbana están motivados, fundamentalmente, polo novo conxunto de obxectivos de protección e mantemento da calidade dos sistemas acuáticos. O sistema de saneamento, desde o sumidoiro e as conducións ata a planta de depuración e as últimas consecuencias sobre a calidade dos ecosistemas acuáticos, debe ser analizado na súa integridade. A xestión sostible dos sistemas de saneamento e drenaxe require unha aproximación integrada que considere a interrelación e dependencia entre todos os elementos do sistema, entre os que hai que considerar o sistema acuático receptor. A visión actual é máis global e permite falar de «sistemas integrais e integrados de saneamento».

Os obxectivos xerais destas Instrucións Técnicas respecto aos sistemas de saneamento e drenaxe baséanse nos seguintes principios:

- Garantía da protección sanitaria.
- Control de inundacións en zonas urbanizadas.
- Desenvolvemento sostible.

Estes principios materialízanse nos seguintes vectores:

- Garantía do mellor servizo aos usuarios.
- Protección dos medios receptores.
- Implementación de Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible orientadas ao correcto deseño e explotación das estacións depuradoras.
- Redución de caudais de escorrentía.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Redución da contaminación da auga de escorrentía.
- Minimización de vertidos en tempo de chuvia desde os sistemas unitarios.
- Valorización das augas pluviais.
- Promoción da reutilización das augas.

3.2.- Caudais e contaminación nos sistemas de saneamento: tempo seco e tempo de chuvia

A concentración da poboación nos núcleos urbanos e nas cidades leva asociado un aumento da urbanización de solos e, xa que logo, da súa impermeabilidade. A impermeabilización das cuncas implica un aumento nos volumes de escorrentía e un aumento das velocidades dos fluxos naturais, reducindo os tempos de concentración das bacías orixinais; tamén supón un incremento da temperatura da auga, caudais basais máis baixos durante a época de estiaxe e niveis de contaminación máis elevados. As redes naturais son substituídas polas redes de sumidoiros e de drenaxe, que cada vez deben xestionar volumes e caudais máximos maiores.

Ademais, a concentración de actividades humanas xera deposicións de po, sucidade, areas, materia orgánica, nutrientes, metais pesados, tóxicos e contaminación bacteriolóxica sobre as superficies. Estes materiais son lavados e arrastrados pola escorrentía superficial e, ao final, acaban nas masas de auga receptoras, onde poden xerar impactos significativos.

Un compromiso sostible entre os recursos hídricos e as demandas da sociedade debe considerar todos os tipos de contaminación. A xestión das augas de escorrentía e residuais debe ser vista na súa totalidade. Así, mentres a eliminación das fontes puntuais de contaminación pódese solucionar mediante a construción das infraestruturas e o uso de tecnoloxías existentes, a consideración da contaminación difusa (como é a producida nas zonas urbanas en tempo de choiva) e a súa eliminación, é un problema moito máis difícil de resolver. É imperativo que a solución do problema de degradación dos sistemas acuáticos, pase por establecer estratexias que incorporen o control da totalidade das fontes.

Evidentemente, coma consecuencia das diferentes actividades e usos que se realizan nelas, unha cunca natural, unha cunca rural, unha cunca urbana ou unha cunca industrial, terán augas de escorrentía con moi diferentes tipos e cargas de contaminación, polo que as estratexias de xestión desas augas (técnicas de regulación, tratamento, medio final receptor, etc.) tamén deberán ser diferentes.

Nos sistemas unitarios as interaccións entre os principais compoñentes do sistema son máis complexas que nos sistemas separativos. En tempo de choiva as redes unitarias deben transportar, ademais das augas residuais de tempo seco, as augas pluviais. A rede de saneamento dimensionouse tradicionalmente para transportar cara a un determinado punto (xeralmente cara a unha EDAR) o caudal de auga residual e o caudal de choiva correspondente a unha precipitación cun determinado período de retorno. Cando a choiva xera un caudal de auga que a rede non pode transportar, a práctica convencional consiste en vertelo ao medio receptor mediante aliviadoiros. O conxunto destes aliviadoiros, algúns situados augas arriba e outros na propia EDAR, determina as cargas hidráulicas e de contaminación que deberá procesar a depuradora e, tamén, as presións sobre o medio receptor.

O cálculo do caudal máximo de deseño da rede de sumidoiros dunha subcunca unitaria en tempo de choiva é fixado en base a criterios de drenaxe, co fin de evitar inundacións pero, con todo, o deseño dos caudais máximos dos colectores interceptores principais, que recollen augas de diferentes subcuncas, débese basear en criterios que permitan acadar determinados obxectivos ambientais no sistema acuático receptor. A posible existencia de infraestruturas específicas para xestionar as augas pluviais e os problemas de contaminación a elas asociados, permitirá limitar e regular os fluxos cara á EDAR e as verteduras cara ao medio receptor.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

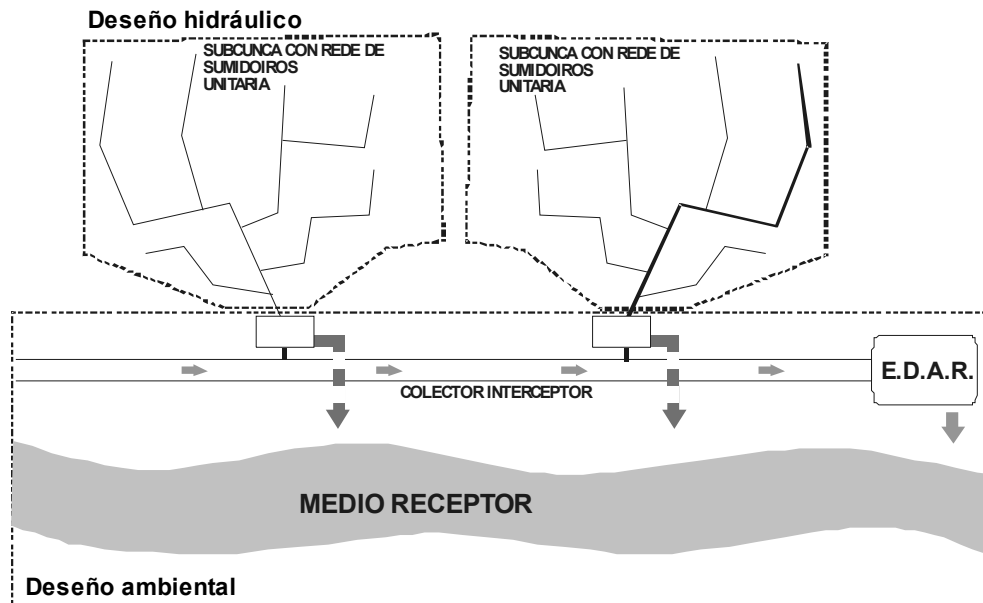


Figura 3. Criterios de dimensionamento de colectores en función da situación dentro do sistema de saneamento.

O criterio de deseño dos aliviadoiros, como solución a un problema de saneamento, baseouse, historicamente, na dilución. A hipótese básica deste método é que as augas de choiva procedentes da cunca están limpas (“augas brancas”). No momento en que se inicia a derramo polo aliviadoiro, tanto o caudal vertido como o que continúa polos colectores cara á EDAR presentan a mesma dilución, que é a de deseño. Dependendo da bibliografía que se consulte, o valor da dilución de deseño varía notablemente. As cifras habituais oscilan entre 3 e 6, aínda que é posible atopar valores de 9 e de 10 (algunhas normas establecen a dilución sobre o caudal medio mentres que outras o fan sobre o caudal horario punta de tempo seco). Este criterio de “dilucións” ata se chegou a aplicar aos caudais a admitir nas diferentes etapas dunha EDAR.

Hoxe en día é sabido que as chamadas “augas brancas” non son augas limpas xa que a contaminación mobilizada nas mesmas pode tomar valores moi altos. Isto implica que as descargas dos sistemas unitarios (DSU), en tempo de choiva ao medio receptor, poden acadar concentracións e cargas de contaminación moi importantes.

Cando se estuda a problemática de presións ou impactos dun sistema de saneamento ou drenaxe sobre un medio acuático hai que diferenciar tres tipos de fenómenos de contaminación asociados coas augas pluviais:

- O primeiro é o xerado polas augas de escorrentía contaminada que chega de forma directa, ou a través de redes de rede de sumidoiros separativas, redes de drenaxe urbana de pluviais, ás masas de auga receptoras. Son augas que lavaron as rúas, os tellados, etc., e que transportan contaminantes de todo tipo.
- O segundo tipo de fenómeno de contaminación é o xerado polas “descargas dos sistemas unitarios”, DSUs (CSO na literatura anglosaxona), con augas que son mestura de augas pluviais contaminadas e augas residuais urbanas de tempos seco. Nestas últimas redes hai que ter moi en conta o fenómeno de resuspensión dos depósitos de sedimentos e biopelículas existentes na rede, resultado da sedimentación de partículas e contaminación permitida polo réxime hidráulico existente durante o período seco.
- O terceiro problema de contaminación asociado ás augas pluviais é o xerado nas depuradoras. A punta de caudal e as fortes oscilacións de concentracións que asume a rede unitaria acaban chegando á depuradora e, se supera a súa capacidade de tratamento, tamén se produce unha vertedura en tal punto. Ademais, os procesos biolóxicos de depuración poden quedar fortemente alterados, provocando unha baixada de rendementos, que pode durar semanas, e afecta finalmente á calidade das augas no medio receptor.

Os tres tipos de verteduras citadas diferéncianse nos volumes vertidos, nas concentracións de contaminantes (medias e máximas), e nas fases e períodos de descarga.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

As características da contaminación das descargas dos sistemas unitarios (DSU), ou derramos de redes de sumidoiros unitarias (RAU), está determinada polo deseño así coma o mantemento da rede. Os factores que van ter unha forte influencia na contaminación son: as propiedades das augas residuais urbanas de tempo seco, os usos que se realizan na superficie das concas urbanas que logo van ser lavadas polas augas de escorrentía, e o arrastre de materiais e lodos depositados nas conducións durante períodos secos. Os impactos das DSU poden ser moi negativos xa que determinan unha perda moi importante da eficacia do sistema, e este ten por finalidade a protección do medio acuático receptor fronte a todos os tipos de contaminación.

Unha visión integral da xestión do sistema que minimize os impactos e permita acadar os obxectivos de calidade dos sistemas acuáticos fixados, obriga a desenvolver unha estratexia de control total da contaminación. A contaminación que se permita entrar á rede de saneamento desde a conca (por escorrentías ou por augas residuais urbanas), as transformacións que dita contaminación sufra na rede, a capacidade de transporte da rede e as dilucións que se permitan nos derramos, os sistemas de control e tratamento que se implanten ao longo da rede, determinarán que tipo de augas residuais, caudais e cargas recibirá a EDAR, os cales condicionarán o seu deseño e as súas estratexias de explotación. Precisar, para rematar, que a xestión das augas pluviais é difícil, a propia natureza estocástica das choivas xa é un factor complexo, e unha protección absoluta do medio receptor pode ser socialmente inasumible.

Co fin de evitar todos os problemas de contaminación asociados ás augas pluviais desenvolvéronse durante as últimas décadas, e xa son de uso común en moitos países, as **Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible (TDUS)**. A incorporación de TDUS determina unha nova relación entre as fontes de contaminación, os caudais, os sistemas de transporte, as depuradoras e o medio receptor.

As Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible (TDUS) poden consistir ben na construción de novas infraestruturas (por exemplo, os coñecidos “depósitos de tormenta”), na modificación de prácticas de deseño tradicionais, ou no cambio de hábitos (por exemplo os de limpeza viaria dunha conca). Na literatura anglosaxona as TDUS son denominadas «Best Management Practices» (BMP) e o seu uso está amplamente estendido. En Europa, cando estas técnicas están orientadas á xestión das augas de escorrentía na superficie da conca adoptouse o nome de “Sustainable Drainage Systems” (SUDS).

As TDUS poden ser utilizadas, polo tanto, en calquera ámbito do sistema de saneamento e drenaxe, tal como se mostra na figura seguinte.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

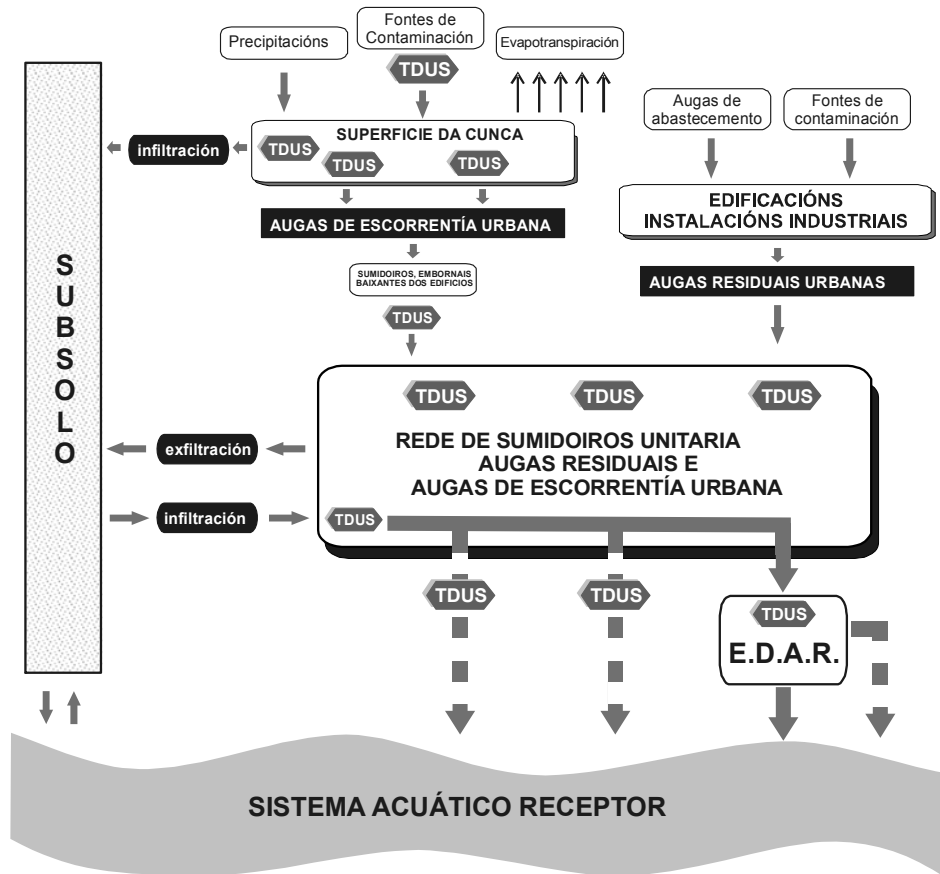


Figura 4. Componentes dun sistema de saneamento que incorpora Técnicas de Drenaxe Urbana Sostenible.

3.3.- Referencias legais e normativa sobre sistemas de saneamento e drenaxe en tempo de choivia

Ao ser a xestión das augas pluviais unha das novidades máis importantes desta Instrución considerase de interese realizar unha revisión das referencias legais e normativas existentes e que versan sobre este tema.

A **Directiva 91/271**, sobre tratamento de augas residuais, é pouco explícita en relación coas verteduras en tempo de choiva desde os sistemas de saneamento unitario. No texto coméntase, de forma xenérica, que as augas residuais urbanas que entren nos sistemas de colectores serán obxecto, antes de verterse, dos correspondentes tratamentos, aspecto que nunha rede unitaria non se cumpre cando hai vertidos a través dos aliviadoiros en tempo de choiva. Si que trata, de forma explícita, a necesidade de minimizar as verteduras das augas de tormenta. No seu Anexo I, apartado A, relativo aos sistemas de colectores, cítase que o deseño, construción e mantemento dos mesmos deberá realizarse de acordo cos mellores coñecementos técnicos que non redunden en custos excesivos, en especial para prever os escapes, e para restrinxir a contaminación das augas receptoras polo desbordamento das augas de tormenta. Así mesmo, que estas medidas poderían basearse en coeficientes de dilución, capacidade en relación co caudal en época seca, ou na especificación dun número aceptable de desbordamentos ao ano.

A Directiva foi trasposta a España mediante o **RDL 11/1995** polo que se establecen as “Normas Aplicables al Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas”, que foi desenvolvido posteriormente polo **RD 509/1996**. No Artigo 2 deste RD, dedicado ás “condicións técnicas dos sistemas de colectores” dise que “o proxecto, construción e mantemento dos sistemas de colectores [...] deberá realizarse tendo presente o volume e características das augas residuais urbanas e utilizando técnicas adecuadas que garantan a estanquidade dos sistemas e impidan a

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

contaminación das augas receptoras polo desbordamento das augas procedentes da choiva..." Se se compara este texto co especificado na Directiva 91/271 ponse en evidencia a incompleta e imprecisa transposición da mesma: mentres que esta fala de non incorrer en custos excesivos, e reconece a imposibilidade de construír sistemas de colectores e instalacións de tratamento para eliminar calquera desbordamento suxerindo varios camiños para limitar a contaminación, o RD fai imperativo que o proxecto, construción e mantemento dos sistemas de colectores garanta, nada menos que a estanquidade e impida a contaminación das augas receptoras polo desbordamento de augas de choiva. Esta mala transposición implicou graves problemas legais a xestores de saneamentos.

En España nunca se estableceu unha normativa que limite a contaminación vertida polas DSUs sobre medios acuáticos (xa fose en masa, en concentración, ou en número de verteduras desde os aliviadoiros). A única referencia que contempla e establece uns límites ás verteduras en tempo de choiva desde sistemas de saneamento unitario é a **"Instrución para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar"**, Orde do 13 de xullo de 1993. Esta Orde establece que nos sistemas colectores de tipo unitario, se a capacidade destes é superior á do emisario, poderá existir un aliviadoiro que, a través dunha conducción de desaugadoiro, evacúe ao mar o exceso de caudal. Para que este tipo de vertedura sexa autorizado débense cumprir catro condicións, entre as cales está que "a capacidade do emisario debe ser suficiente para que con caudais de choiva correspondentes ao período de retorno de dez anos, o aliviadoiro funcione menos de catrocentas cincuenta horas ao ano, no caso xeral, e menos do 3 por 100 da horas da tempada de baños, cando o aliviadoiro estea situado nunha zona de baño e o efluente conteña contaminantes regulados para este tipo de zonas".

A normativa **"UNE-EN 752: Sistemas de desagües y de alcantarillado exteriores a edificios"** tamén fai unha aproximación á problemática dos sistemas de saneamento en tempo de chuva. A norma europea xestouse ao longo dos anos 90, e os seus sucesivos apartados foron aparecendo dende o ano 1995 ata o ano 1998. As diferentes normativas vixentes en distintos países europeos e, por riba doutras, as inglesas e alemás, que calaron fortemente noutros países, teñen o seu reflexo nesta norma, que tende a unificar por inclusión, é dicir, admite dun modo máis ou menos explícito as distintas formas de facer dos distintos países, baixando só moi esporadicamente á cuantificación. A norma cita, entre os requisitos básicos de comportamento aos que deben axustarse os sistemas de desaugadoiro e de redes de sumidoiros, que a frecuencia de derramo estará limitada aos valores establecidos, e que o medio receptor deberá protexerse da contaminación dentro dos límites prescritos. Convén resaltar o apartado dedicado aos depósitos de augas pluviais; apúntanse como factores a considerar para o deseño dos aliviadoiros os caudais, o volume, duración e frecuencia das descargas, as concentracións de contaminantes e as cargas contaminantes, e a presión hidrobiolóxica.

A nova Directiva de augas de baño, **Directiva 2006/7/CE, de 15 de febreiro de 2006, relativa á xestión da calidade das augas de baño**, tamén é sensible ás alteracións transitorias da calidade das augas por algún tipo de vertedura ocasional, normalmente por augas de choiva. Define "contaminación de curta duración" á contaminación microbiana cuxas causas sexan claramente identificables, que normalmente se prevexa non afecte á calidade das augas por un período superior a unhas 72 horas a partir do primeiro momento en que se viu afectada a calidade das augas de baño, e para a cal a autoridade competente establece procedementos de predición e xestión de acordo co establecido na propia Directiva.

A Directiva Marco da auga contén algúns parágrafos que poderían dar cabida á posibilidade de que as descargas dos sistemas de saneamento e drenaxe en tempo de choiva puidesen ser tratados de forma singular. A DMA é consciente de que existen condicións e necesidades diversas na Comunidade que requiren solucións específicas. Esta diversidade debe terse en conta na planificación e execución das medidas destinadas a garantir a protección e o uso sostible da auga no marco da conca hidrográfica. Considérase que as decisións deben tomarse ao nivel máis próximo posible aos lugares onde a auga é usada ou se acha degradada. Darase prioridade ás medidas que son responsabilidade dos Estados membros, elaborando programas que se axusten ás condicións rexionais e locais. Reafirmase o modelo adoptado na planificación hidrolóxica española ao decidila en dous niveis e atribuír a responsabilidade prioritaria das decisións locais á planificación de conca, considerando as singularidades propias de cada territorio. Así mesmo, a territorialización descende do ámbito comunitario ao estatal, deste ao autonómico, e deste ao municipal, mediante o principio de subsidiariedade. A problemática das descargas en tempo de choiva desde sistemas de saneamento deben ser obxecto de "programas de medidas específicas locais", relacionados, en principio, co réxime de choivas, o tipo de sistema acuático e os obxectivos de calidade fixados.

Unha das etapas de implantación da DMA foi a identificación de presións e impactos sobre as masas de auga. A Unión Europea elaborou a guía **"Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/ec). Guidance Document nº 3. Analysis of Pressures and Impact"**, que foi trasladada, en parte, ao

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

contexto español mediante o documento “**Manual para a análise de presións e impactos relacionados coa contaminación das masas de auga superficiais**”, no ano 2004. No documento orixinal cita como presións significativas de fontes puntuais as relacionadas coas verteduras en tempo de choiva (“*Storm water and emergency overflows*”) e en presións significativas de fontes difusas identifica as xeradas polo “*urban drainage (including runoff)*”, que incluíra: “*industrial/commercial estates, urban areas (including sewer networks), airports, trunk roads, railway tracks and facilities*” e “*harbours*”.

Na DMA aparece tamén o concepto de “obxectivos ambientais menos rigorosos” xunto coa idea de “custo desproporcionado”. A apreciación actual é que conseguir “vertedura cero” en tempo de choiva en sistemas de saneamento unitario implica un “custo desproporcionado”.

No Anexo 1 deste documento preséntanse de forma máis detallada e extensa os textos legais e normativas citados nos parágrafos anteriores.

3.4.- O uso de Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible (TDUS) nos sistemas de saneamento e drenaxe

As Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible , TDUS, son procedementos destinados a que o sistema global de saneamento e drenaxe mellore a súa eficacia na recollida, transporte e depuración das augas pluviais, ou a súa mestura coas augas residuais de tempo seco. Os beneficios obtidos ao empregar TDUS poden ser de dous tipos: o control da cantidade de auga e o control da contaminación.

As TDUS poden clasificarse desde numerosos puntos de vista. Na literatura aparecen distintas divisións segundo os autores, con terminoloxía aínda non consensuada. Dúas das clasificacións máis coherentes son as que se presentan a continuación (Temprano *et al.*, 1996):

- Segundo o grao de intervención da estrutura na rede:
 - **Medidas non estruturais:** son aquelas que non precisan unha actuación na estrutura da rede e, polo tanto, non requiren inversións elevadas (pavimentos porosos, almacenamento nas cubertas, limpeza viaria, almacenamento nas propias conducións existentes, etc.).
As técnicas non estruturais céntranse na optimización do funcionamento do sistema de saneamento e drenaxe existente ou de nova execución, no control regulamentario de vertidos ou na modificación das actividades da conca. Poden ser un elemento importante no plan de redución de descargas de sistemas unitarios e a minimización da contaminación asociada á escorrentía urbana, aínda que se ha de ter en conta que en áreas altamente urbanizadas puideran non ser alcanzables os obxectivos desexados.
 - **Medidas estruturais:** son aquelas nas que é preciso operar na estrutura da rede ou na depuradora.
- Segundo o lugar do sistema de saneamento onde se apliquen:
 - Control na orixe: son aquelas medidas que se aplican a elementos do sistema de drenaxe previamente á súa incorporación á rede de saneamento.
 - Control augas abaixo: son aquelas medidas que se aplican na rede de saneamento ou na EDAR.

A continuación explícanse brevemente ambas estratexias.

Control na orixe:

Son medidas que se implantan normalmente na superficie da conca. As técnicas de control en orixe pódense subdividir á súa vez en dúas categorías:

- Técnicas que reducen o caudal ou volume total da escorrentía que entra no sistema da rede de sumidoiros.

As técnicas que buscan reducir o caudal e volume consisten, normalmente, na construción de depósitos pequenos que se sitúan preto da fonte, co cal permítese unha máis eficiente utilización do sistema de condución augas abaixo. Outra forma de actuar en orixe é infiltrar a auga no chan de forma que non se xere nin almacenamento nin fluxos superficiais.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Se se controla unha porcentaxe das augas de escorrentía antes de que penetre na rede de rede de sumidoiros mellórase a efectividade do sistema. Este control pódese facer ben desviando parte das augas cara sistemas que permitan ou faciliten a infiltración no chan (gabias drenantes, depósitos de retención, etc.), ben facendo que o fluxo atravesese medios porosos (pavimentos porosos, depósitos de filtración en leito de area, etc.) que atrasan e aplanan o hidrograma que logo pode ser introducido á rede. O control tamén pode consistir en acumular auga en rúas, aparcadoiros ou tellados.

As instalacións *in situ* deséñanse para controlar as choivas curtas e intensas que xeran as puntas de caudal máis elevadas. O volume total de escorrentía de tales choivas é bastante pequeno, e o tempo de detención é relativamente curto.

Estas medidas permiten evitar os efectos da impermeabilización das concas, tanto en caudais e volumes de auga como en contaminación. Son, xa que logo, técnicas preventivas. Reducen ou reteñen volumes de auga contaminada, reducen as verteduras ao medio receptor, e tamén, en moitos casos, realizan algún tratamento sinxelo das augas antes da vertedura ao medio. A problemática que presenta unha rede unitaria é moi diferente á que se presenta nunha rede separativa, pero en ambos son aplicables estas técnicas, xa que se implantan na conca de achega.

- *Técnicas de prevención da contaminación que reducen a cantidade de contaminantes que entran no sistema e acaba chegando ao medio receptor.*

As técnicas de control en orixe adóitanse aproveitar para realizar, ás augas de escorrentía, algún tipo de tratamento sinxelo baseado en fenómenos físicos ou biolóxicos. Poderíase falar de tratamentos brandos (por utilizar unha terminoloxía similar á utilizada en depuración de augas residuais urbanas) ou naturais.

Dentro das técnicas de control en orixe que se basean na prevención cabe mencionar as seguintes:

- Limpeza das rúas.
- Programas de educación pública.
- Programas de xestión de residuos.
- Control de fertilizantes e pesticidas en xardinería.
- Control da erosión do solo (solares, parcelas en construción, etc.).
- Control da escorrentía de zonas comerciais e industriais.
- Limpeza de sumidoiros.

O control na orixe presenta as seguintes vantaxes:

- Proporciona gran flexibilidade para elixir o lugar para a instalación.
- Se pódese normalizar o deseño das unidades de almacenamento ou infiltración.
- Pódese incrementar a eficiencia do sistema de condución augas abaixo existente.
- O control do caudal en tempo real pode incrementar a capacidade do sistema.

E os seguintes inconvenientes:

- O mantemento e a regulación son difíciles e custosos, xa que hai que inspeccionar un gran número de unidades que proporcionan o mesmo nivel de protección cós controles augas abaixo, que son menores en número pero superiores en tamaño.
- Non son normalmente efectivos para controlar as inundacións en zonas situadas moi augas abaixo.

Control augas abaixo:

O control augas abaixo ten lugar ao final dunha gran conca, nunha subconca de saneamento ou drenaxe, ou nunha estación depuradora de augas residuais. Co control augas abaixo o volume de almacenamento concéntrase nuns poucos emprazamentos. Estas instalacións implican dispor de infraestruturas con máis capacidade de almacenamento que as de control en orixe. Adoitan ser técnicas paliativas, e soen utilizarse cando se decide non intervir no interior das subconcas.

Nalgunhas ocasións, as técnicas augas abaixo incorporan procesos de tratamento que acostuman ser modificacións ou adaptacións de procesos convencionais. Pódense citar a utilización de procesos físico-químicos; a flotación; o uso de equipos de pretratamento, que normalmente precisan enerxía eléctrica; chegando ata ao

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

uso de sistemas biolóxicos como os biofiltros ou a sistemas de desinfección como os raios ultravioleta.

O control augas abaixo presenta as seguintes vantaxes:

- Ten un custo de construción reducido comparado cun gran número de unidades que precisa o control en orixe.
- Ten un reducido custo de funcionamento e mantemento.
- É máis fácil de administrar a súa construción e mantemento.

E os seguintes inconvenientes:

- Dificultade de localización.
- Elevados custos de adquisición de terreo.
- En sistemas de redes de sumidoiros unitarias encaixar un almacenamento no sistema pode ser difícil.
- Pode ter maiores impactos ambientais que as técnicas de control en orixe.

As medidas “non estruturais” coinciden, en xeral, co control en orixe; pola súa banda, as medidas “estruturais” fano co control augas abaixo. Ademais, ás técnicas de control en orixe poderíaselles denominar técnicas preventivas; a filosofía das técnicas de control augas abaixo adoita ser curativa ou paliativa.

Nas TDUS adóitase diferenciar entre sistemas con “retención” e sistemas con “detención” da auga. A detención refírese ao almacenamento temporal da escorrentía co obxecto de reducir as descargas punta (aplanan e expanden o hidrograma de entrada), tras este curto período de tempo a auga é conducida cara a cursos de auga naturais ou artificiais (redes de sumidoiros) para que continúe o ciclo hidrolóxico. Estas instalacións deséñanse para baleirarse completamente logo da choiva. A retención engloba os procedementos nos que a auga de escorrentía se almacena durante un período de tempo superior; e a súa incorporación, de novo, ao ciclo hidrolóxico realízase por infiltración, percolación ou evapotranspiración e non de forma directa aos cursos de auga. En ocasións, nos sistemas de retención, a auga é reenviada a unha canle ou conduto augas abaixo por un desaugadoiro controlado. Un exemplo de instalación de detención son os depósitos de regulación dunha rede de rede de sumidoiros mentres que exemplos de instalacións de retención serían as gabias ou depósitos de infiltración.

De forma xeral pódese dicir que nas técnicas de control en orixe inténtase conseguir retención, mentres nos sistemas augas abaixo adóitase utilizar detención.

Cando se implantan TDUS nunha cunca os normal é que se deban pór en práctica tanto técnicas de control en orixe como de control auga baixo.

Unha xestión efectiva das augas pluviais debe ser planificada (por exemplo mediante plans directores) e xestionada nun marco xeográfico de actuación de tamaño medio ou grande, no que poidan xurdir sinerxías e economías de escala, e os custos poidan ser socialmente asumibles.

3.5.- Tipoloxía das Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible

Como se viu no apartado anterior, non hai unha fronteira clara entre qué constitúe o control en orixe e o control augas abaixo. Hai instalacións de almacenamento que, falando estritamente, poden clasificarse como calquera dos dous tipos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

**CONTROL E TRATAMENTO
EN ORIXE**

**CONTROL E TRATAMENTO
AUGAS ABAIXO**

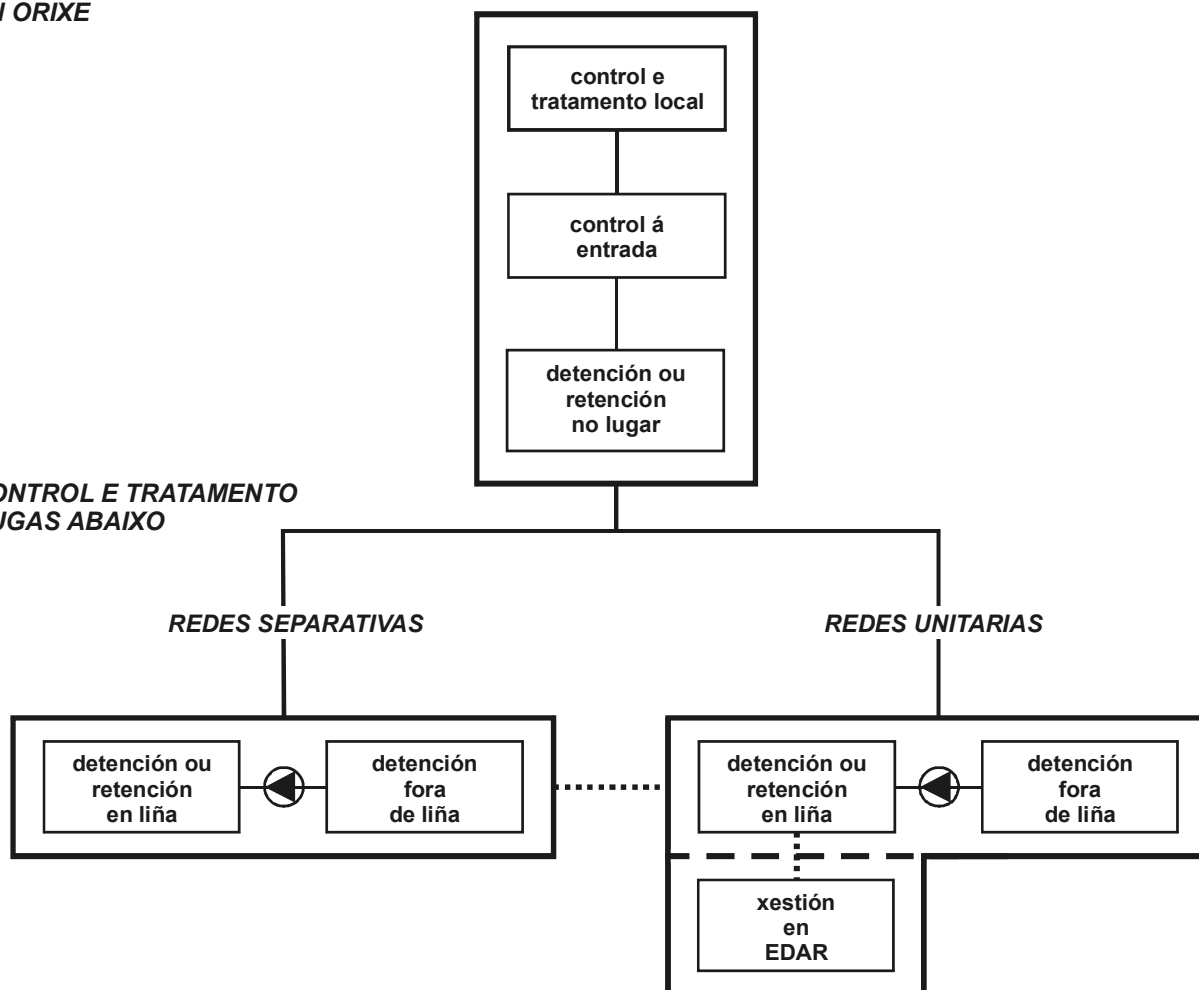


Figura 5. Clasificación de las TDUS (Adaptada de Sthare y Urbonas, 1990).

4.- DIAMÉTROS DAS TUBAXES

Cando se trate de tubaxes circulares empregárase a seguinte terminoloxía:

- Diámetro exterior (OD): diámetro exterior medio da cana do tubo nunha sección calquera.
- Diámetro interior (ID): diámetro interior medio da cana do tubo nunha sección calquera.
- Diámetro nominal (DN): valor tomado dunha serie de números convencionais que se adopta para caracterizar dimensionalmente aos diámetros, e que coincide aproximadamente, en xeral, co seu valor real en milímetros.

Pódese referir tanto aos diámetros interiores (diámetro nominal interior, DN/ID), como aos exteriores (diámetro exterior nominal, DN/OD). Cando non se especifique a cal deles referir (e fálese, en consecuencia, simplemente de diámetro nominal, DN) debe terse en conta que nuns tubos refírese ao interior (DN=DN/ID; fundición, formigón, gres e PRFV) mentres que noutros é ao exterior (DN=DN/OD; materiais termoplásticos de parede compacta), conforme ao indicado en cada un dos apartados deste documento. Os tubos de materiais termoplásticos de parede estruturada responden a unha casuística particular, segundo a cal o termo diámetro nominal DN nunhas ocasións refírese ao interior e noutras ao exterior.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Na norma UNE-EN 476, as series de números convencionais que determinan os posibles valores normalizados dos DN son as seguintes, segundo DN se refira a OD o a ID:

DN/ID: 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 125, 150, 200, 225, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600, 1.800, 2.000, 2.200, 2.500, 2.800, 3.000, 3.500, 4.000

DN/OD: 32, 40, 50, 63, 75, 90, 100, 110, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, ' 630, 800, 1.000, 1.200, 1.400, 1.600, 1.800, 2.000

Complementariamente as conducións circulares é habitual empregar nas redes de saneamento outros tipos de seccións. Entre estas, as máis empregadas son as tubaxes de formigón con sección ovoide.

Os ovoides están normalizados nas normas UNE-EN 1.916 e UNE 127.916. Xeometricamente, nestes tubos é de aplicación a seguinte definición:

- Ancho / Alto nominal (WN/HN). Refírese aos máximos anchos e/ou alturas interiores da sección transversal.

A xeometría dos ovoides está normalizada na UNE 127.916 (ver Fig. 5), salvo no ancho da base, onde os valores habituais son os recollidos na Táboa 1.

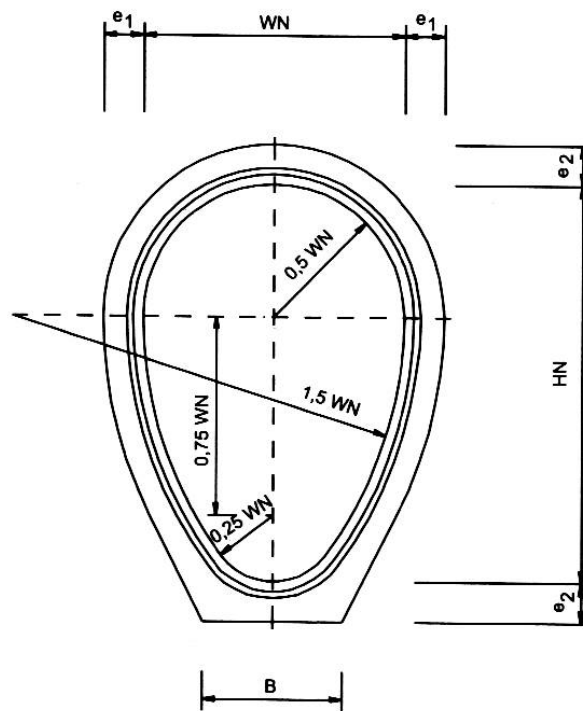


Figura 6. Xeometría dun ovoide segundo a UNE 127.916.

Táboa 1. Relacións normalizadas Anchura Nominal(WN)/Alto Nominal (HN) – B para os ovoides segundo a UNE 127.916.

WN/HN (mm)	B(mm)
600/900	375
700/1.050	430
800/1.200	490
900/1.350	545
1.000/1.500	600
1.200/1.800	720
1.400/2.100	860

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

5.- CRITERIOS XERAIS

Na concepción das redes de saneamento deben terse en conta os seguintes criterios xerais:

a) Ámbito de actuación

O primeiro factor a contemplar no deseño dos sistemas de saneamento é o ámbito de actuación do proxecto. Así, diferenciarase entre sistemas planificados, proxectados ou executados en ámbito rural ou en ámbito urbano.

No ámbito rural o sistema será preferentemente de tipo separativo, non permitíndose a conexión de augas pluviais ós canos de augas fecais.

No ámbito urbano, as redes de saneamento poderán ser de tipo separativo ou unitario.

b) Capacidade de evacuación de augas pluviais da rede

As redes deberán ter a suficiente capacidade para a evacuación da totalidade das augas residuais xeradas na zona atendida e das augas de choiva xeradas na súa conca tributaria asociada ao período de retorno de deseño recollido na Táboa 1, adaptada da norma UNE-EN 752.

Táboa 2. Período de retorno asociado a unha choiva de deseño.

		Período de retorno (anos)	
		Sen sobrecargar a rede (75% enchido)	Poñendo a rede en carga sen inundar
Tipo de zona	Áreas rurais	2	10
	Áreas residenciais, urbanas, comerciais ou industriais	5	25
	Pasos inferiores	10	50

Nesta táboa reflíctense os períodos de retorno en función do tipo de zona a drenar, e en función do tipo de comprobación de deseño a realizar. Na primeira columna recóllense os valores de deseño para situacións onde se calcule a rede de saneamento para que esta non entre en carga. Este método de cálculo é compatible coa metodoloxías "simple" e "completa", segundo se detalla nas instrucións ITOHG-SAN-1/1 e ITOHG-SAN-1/3.

Na segunda columna os períodos de retorno están establecidos para escenarios de deseño que permiten calcular tubos en carga. Esta metodoloxía se corresponde con el métodos "completos" recollidos nas instrucións ITOHG-SAN-1/1 e ITOHG-SAN-1/3 (apartados 3.2 e 5 respectivamente), permítese que a rede entre en carga, pero non se permite a inundación.

c) Protección contra a contaminación

En xeral, o deseño do sistema de saneamento e drenaxe no seu conxunto (redes de sumidoiros, TDUS, depuradoras, etc.) deberá ser tal que teña en conta a capacidade de admisión do medio receptor, de xeito que a calidade, cantidade e frecuencia de calquera descarga aos medio receptores cumpran cos requisitos establecidos pola lexislación vixente de control de emisións e se cumpran os obxectivos establecidos de calidade dos sistemas acuáticos.

As posibles verteduras ao medio receptor son:

- A contaminación das verteduras dos aliviadoiros.
- A contaminación residual das augas de procedencia urbana tratadas nas depuradoras.
- A contaminación residual das augas de procedencia industrial tratadas en orixe ata o límite establecido pola lexislación.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- A contaminación asociada ás augas de choiva, xa sexa vertida desde as redes unitarias (DSU's) ou da parte pluvial das redes separativas.

Neste documento queda fixada a estratexia de deseño para que os sistemas de saneamento e drenaxe optimicen a súa función de protección dos medios naturais fronte á contaminación.

d) Trazado

O trazado da rede deberá ser conforme ao especificado na ITOHG- SAN-1/2.

e) Deseño hidráulico das conducións que integran a rede

As redes de rede de sumidoiros poderán ser unitarias ou separativas, conforme ao especificado no apartado 3.

En canto ao funcionamento hidráulico da rede, na medida do posible deberá ser por gravidade, reducindo ao máximo as impulsións e as estacións de bombeo.

Con todo, o dimensionamento hidráulico dos colectores que compoñan unha rede de rede de saneamento debe ser realizado conforme ao especificado na ITOHG-SAN-1/3.

f) Deseño mecánico das conducións que integran a rede

O cálculo mecánico realizarase conforme ao establecido na ITOHG-SAN-1/4.

6.- PRINCIPIOS E CRITERIOS DE DESEÑO AMBIENTAL DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO E DRENAXE

6.1.- Criterios xerais de deseño das TDUS na superficie da conca e en sistemas de drenaxe de pluviais

Como se comentou anteriormente, como consecuencia da urbanización das concas naturais prodúcese cambios na hidroloxía das mesmas. Estes cambios poden resumirse nun incremento dos caudais máximos de escorrentía e nunha redución do tempo de concentración das concas.

Un principio da xestión sostible das augas de escorrentía consiste en non modificar substancialmente a hidroloxía natural das concas. Para iso, na planificación e construción de novos espazos nos núcleos de poboación deberán incorporarse as TDUS necesarias para que non se incrementen os caudais máximos e os volumes de augas pluviais existentes antes da urbanización dos mesmos. Ademais, as actuacións realizadas sobre os cursos de auga naturais (como pequenos regatos), deben respectar a morfoloxía orixinal dos mesmos a través da execución de obras brandas e da rexeneración ou renaturalización das zonas degradadas, cando as condicións o permitan.

As augas de escorrentía (é dicir, antes de entrar no sistema de saneamento), e as augas que circulan pola rede de pluviais en sistemas separativos teñen en común o non estar mesturadas coa auga residual urbana. Este feito certo ten varias consecuencias:

- É un auga cun nivel de contaminación moi variable, case nulo en medios rurais, sen contaminación difusa apreciable, e moi alto en medios urbanos moi consolidados (ver apartado 6.1.1).
- A vertedura directa desas augas aos medios receptores pode non ser adecuada, xa que depende das fontes de contaminación que converxan en cada conca a drenar (por exemplo a existencia de tráfico intenso ou a presenza de industria con emisións gasosas importantes), polo que deberá comprobarse e xustificarse esta posibilidade en todos os proxectos.
- Dado que o tipo de contaminación non é o propio dun auga residual urbana, o tipo de tratamento adecuado tampouco é o mesmo, polo que se deben considerar tratamentos específicos para estas augas (máis simples, polo xeral).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Tras un tratamento adecuado, ou de modo directo se a auga está pouco contaminada, a auga pluvial debe ser considerada un recurso, e procede o seu almacenamento e utilización para usos compatibles coa súa calidade (non para consumo urbano, en xeral). A vertedura de augas de boa calidade ás canles fluviais ou masas de auga subterránea é un uso compatible con este principio.

Polo tanto, a concepción das TDUS atende a dous grandes obxectivos. En primeiro lugar, este tipo de infraestruturas poden empregarse para reducir as augas de escorrentía que poden entrar nas redes de alcantarillado unitario ou nas redes de drenaxe separativo. Ademais, tamén se poden empregar como medida para a redución da contaminación mobilizada cara os medios acuáticos receptores.

Nos apartados seguintes se amplían e xustifican estes principios, e esbózanse os métodos de tratamento, que serán detallados na ITOHG-SAN-1/4

6.1.1.- Análise da problemática e da necesidade de usar TDUS para o control das escorrentías urbanas

A contaminación difusa urbana caracterízase por:

- Acceder ao medio receptor a través de verteduras intermitentes que están ligadas a un fenómeno de natureza aleatoria: a choiva.
- Ser contaminación procedente de zonas moi extensas, aínda que se supoña a existencia de lugares de almacenamento como as cunetas ou a mesma rede de drenaxe.
- Son verteduras cunha alta variabilidade en concentracións tanto no tempo, durante un mesmo suceso, como dun suceso a outro.
- É moi difícil de tomar mostras en orixe.
- As materias en suspensión transportadas polas augas pluviais son de natureza esencialmente mineral (a súa fracción orgánica é da orde do 30%).

Son moi diversas as causas da contaminación da escorrentía superficial urbana. A choiva e a neve atrapan contaminantes presentes na atmosfera na súa caída; unha primeira fracción da mesma emprégase en mollar as superficies, outra evapórase e outra queda atrapada en ocos e depresións do terreo. Se segue chovendo, a auga mobilízase cara aos puntos de recollida, drenando as superficies e, á súa vez, limpando e transportando, en disolución ou en suspensión, os contaminantes acumulados nas mesmas.

Son fontes normais de contaminación na superficie da conca as seguintes: residuos animais, lixos e residuos asimilables a urbanos que se depositan nas rúas, o tráfico rodado, o desgaste de fachadas e a corrosión de cubertas e tellados, a erosión dos pavimentos, posibles actividades agrícolas e de xardinería, uso de sal para o desxeo da neve, superficies non protexidas (solares, terreos rurais na contorna das zonas urbanizadas), terreos con obras, etc.

Co fin de evitar a xeración de fluxos rápidos de augas pluviais cara aos medios acuáticos e de minimizar os impactos pola contaminación difusa é recomendable utilizar as Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible (TDUS) (ver ITOHG-SAN-1/4). Controlar a cantidade de augas de escorrentía urbana pode proporcionar os seguintes beneficios potenciais (Debo e Reese, 1995):

- Prevención ou redución dos incrementos do valor punta de escorrentía causados polo desenvolvemento urbano (redución de impactos hidromorfolóxicos sobre correntes naturais).
- Mitigación dos problemas da capacidade da rede de sumidoiros augas abaixo.
- Recarga dos recursos de auga subterránea.
- Redución ou eliminación da necesidade de melloras nas infraestruturas augas abaixo.
- Diminución da erosión das canles (cun deseño apropiado) a través do control da velocidade e da redución do caudal.
- Redución da carga contaminante a través de deposición, reacción química e mecanismos de depuración biolóxicos.
- Melloras das características do caudal que chega á planta de depuración.
- Beneficios estéticos e ecolóxicos do hábitat en lugares multiuso.
- Control da deposición de sedimentos.
- Mellora da calidade da auga a través da filtración, no seu caso, da auga de escorrentía.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

As TDUS orientadas ao control dos fluxos e contaminación das augas de escorrentía son fundamentalmente as de control en orixe. Estas poden clasificarse en dúas categorías:

- Técnicas que reducen o caudal ou volume total da escorrentía que entra no sistema de saneamento.
- Técnicas de prevención da contaminación que reducen a cantidade de contaminantes que entran no sistema.

6.1.2.- Criterios xerais adoptados

O control e a valorización das augas pluviais é un principio que para a súa implementación ten varias vertentes. Ademais de infraestruturas adecuadas, requírese unha concienciación social e un cambio de paradigmas, que necesariamente deben adoptarse de modo gradual. Deste xeito, hai que traballar en varias fronteas, que inclúen boas prácticas de xestión urbana, de educación, e de infraestruturas.

Promoverase e potenciarase a posta en práctica de medidas tales como:

- **Limpeza das rúas:** a sucidade das rúas é unha das fontes principais de certos contaminantes (p.e. flotantes) que van parar aos medios receptores, por iso é polo que a limpeza das rúas se considera unha técnica de xestión. A efectividade da limpeza das rúas depende do réxime de choivas, da frecuencia da limpeza e doutros factores tales como a densidade de circulación e do tipo estacionamento de vehículos nas rúas.
- **Programas de educación pública:** o obxectivo prioritario da educación para o control da contaminación asociada ás augas pluviais é a concienciación dos cidadáns en temas de protección ambiental dos hábitats acuáticos que reciben as descargas. Un aspecto importante dun programa de educación pública é a adecuada xestión da vertedura de obxectos de usos sanitario e de hixiene persoal dentro das vivendas. Así, un estudo do "New York City Department" (1993) demostrou que, aínda que este tipo de obxectos representan ao redor dun 5% dos flotantes descargados polos DSUs, son os que causan maior impacto na cidadanía.
- **Programas de xestión de residuos:** aceites, pinturas, produtos de limpeza, certo tipo de residuos domésticos, etc., son algúns dos residuos que poden entrar na rede de sumidoiros e ser arrastrados ao medio acuático polos DSUs. Unha xestión adecuada destes materiais require, en primeiro lugar, a concienciación cidadá a través de programas de educación pública e, en segundo lugar, un programa efectivo de xestión de residuos grosos nos aliviadoiros das redes unitarias.
- **Control de fertilizante e pesticidas:** os fertilizante e pesticidas lavados durante os sucesos de choiva da superficie urbana, especialmente en zonas de parques, contribúen notoriamente ao incremento de contaminación nas escorrentías e en augas rebordadas.
- **Control da erosión do chan:** controlar a erosión dos chans é importante pois as partículas do solo levan asociadas nutrientes e metais, ademais de contribuír aos procesos de sedimentación na rede. As principais fontes a controlar en contornas urbanas son os parques e as zonas en construción. Unha posible solución en parques sería limitar certos tipos de usos do chan e, por exemplo, aumentar as zonas con vexetación.
- **Control da escorrentía de zonas comerciais e industriais:** zonas como as gasolinas, as inmediacións de estacións de ferrocarril, zonas de aparcadoiro de vehículos, etc., son fontes importantes que contribúen moi significativamente á contaminación das augas entrantes á rede, especialmente de certos contaminantes tales como aceites e graxas, hidrocarburos, sólidos, etc.

Promoverase e potenciarase a construción e explotación de TDUS, tales como as que se presentan a continuación, e se detallan en ITOHG-SAN-1/4:

- **Control de entradas en orixe**

As augas pluviais poden ser controladas en orixe (no punto no que cae a choiva). O volume de detención obtense entón en superficies ou lugares adecuadamente preparados como:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Azoteas
- Parques para estacionar automóviles
- Patios industriais
- Outras superficies deseñadas apropiadamente

Este volume de auga pódese posteriormente derivar a un sistema de control local, almacenar e tratar para a súa reutilización ou, sinxelamente, expor para a súa infiltración e evaporación, se a lámina de auga é pequena (poucos milímetros).

– **Control e tratamento local**

O termo control e tratamento local úsase para describir as instalacións de almacenamento que utilizan infiltración ou percolación para xestionar as augas pluviais. Esta práctica intenta utilizar camiños propios da natureza para xestionar as augas pluviais dos sucesos de choiva máis pequenos. Inténtase evitar que a auga entre na rede de rede de sumidoiros, e se infiltre directamente ao subsolo antes de adquirir contaminación.

Cando o solo é adecuado as augas de choiva das áreas impermeables son transportadas cara a lugares especificamente deseñados, cubertos con vexetación, e infiltradas no chan. Se os lugares adecuados de infiltración non existen, ou non están dispoñibles, as augas pluviais poden dirixirse cara a depósitos ou outro tipo de dispositivos, xa sexan superficiais ó subterráneos, nos cales permíteselle ao auga infiltrarse no terreo, ou ben se dispón un sistema de control e tratamento para a posterior reutilización das mesmas.

– **Retención ou detención a nivel subcunca**

O almacenamento a nivel subcunca correspóndese coas instalacións que se colocan nos tramos altos, medios ou baixos do sistema de rede de sumidoiros (da rede de pluviais de sistemas separativos), onde xa se recolle unha conca apreciable. A principal diferenza entre o almacenamento a nivel subcunca e o tratamento local e o control de entrada en orixe está na cantidade de área contribuínte que é interceptada. O almacenamento a nivel de subcunca xeralmente intercepta un volume apreciable. Este tipo de almacenamento pode tomar algunha das seguintes formas:

- Bandas de céspede ou gabias de céspede
- Estanques de detención (secos)
- Estanques de retención (húmidos)
- Depósitos de formigón, normalmente subterráneos
- Grupos de tubaxes subterráneas
- Sistemas de filtración en leito de area

Cando a urbanización é máis pechada ou a conca está máis consolidada, é difícil conseguir espazo para construír un sistema de creación de lagoas ou de humidais. Nese caso recórrase a sistemas compactos de almacenamento - tratamento en liña. O tratamento adoita consistir, por exemplo, na filtración a través de leitos de area.

No caso de que se persiga a reutilización dunha porción da auga, o tratamento será o adecuado ao uso posterior. É razoable deseñar o sistema con distintas liñas de tratamento, unha para a auga que vai reutilizarse, e outra para a auga que vai a verterse, xa que os obxectivos de calidade serán distintos.

O uso de lagoas ou estanques para o control e o tratamento das augas de escorrentía urbana tivo un amplo uso nos últimos anos en EE.UU. e en Europa. Ao mesmo tempo os deseños foron cada vez máis sofisticados co fin de alcanzar os obxectivos ambientais previstos, tanto desde un punto de vista de calidade da auga como desde o punto de vista de integración paisaxística en contornas urbanas.

As vantaxes e inconvenientes do uso dunhas técnicas ou outras será tratado no ITOHG SAN-1/4.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

6.2.- Criterios xerais de deseño das TDUS nos sistemas unitarios

6.2.1.- Análise da problemática e da necesidade de usar TDUS en sistemas unitarios

A estrutura actual de estándares de calidade de augas existente en Europa, xunto cos novos obxectivos de calidade ecolóxica dos sistemas acuáticos fixados pola Directiva Marco da auga, obriga a un control exhaustivo das fontes de contaminación (puntuais ou difusas) e das verteduras. Con todo, a eliminación das verteduras en tempo de choiva co fin de respectar os estándares tradicionais pode implicar investimentos moi custosos, que poderían non ser socialmente asumibles.

A procura das mellores solucións custo/beneficio pode implicar aproveitar ao máximo a capacidade de autodepuración, ou de carga, dos sistemas acuáticos sen perder por iso os obxectivos de calidade dos ecosistemas que albergan.

A Directiva Marco da auga, ademais, recolle o principio de que a política comunitaria de augas debe basearse nun enfoque combinado a partir do control da contaminación na fonte, mediante a fixación de valores límite de emisión, e de normas de calidade ambiental no medio acuático, polo que é posible tamén traballar na protección dos sistemas acuáticos desde o punto de vista do medio receptor.

Debido á natureza intermitente das descargas dos sistemas unitarios (DSUs) de rede de sumidoiros e das verteduras desde redes de pluviais, os controis baseados en limitar a contaminación que se vai a verter son difíciles de formular e ligar cos controis tradicionais da calidade das augas receptoras.

Os criterios de deseño das TDUS de augas pluviais en sistemas unitarios adoitan basearse para alcanzar algún, ou varios, dos obxectivos seguintes, baseados no control das emisións:

- Dilución: caudal múltiplo do caudal medio en tempo seco a partir do cal admítase a vertedura.
- Porcentaxe de captura seguido de tratamento (control de masa dun contaminante): fíxase unha porcentaxe dun contaminante concreto que debería capturarse e tratarse (o balance podería ser por suceso ou anual).
- Porcentaxe de captura seguido de tratamento (control de volume de auga de escurrentía): fíxase unha porcentaxe de volume de precipitación que se capturará e que, polo tanto, tratarase máis ou menos (o balance podería ser por suceso ou anual).
- Frecuencia de verteduras: xérase un volume de regulación en rede ou en EDAR e fíxase un número de descargas de sistemas unitarios de rede de sumidoiros por ano.
- Captura de choiva de deseño: captúrase completamente a choiva de deseño, de período de retorno T.
- Nivel de tratamento: especifícase o rendemento de eliminación dun contaminante nos DSUs; con frecuencia particularizado como o equivalente dun tratamento primario.
- Capturar o primeiro lavado: búscase capturar e/ou tratar unha parte determinada do hidrograma que conteña a maior fracción da carga contaminante, reténdoa para o seu posterior tratamento (normalmente enviándoo á EDAR).
- Evitar puntas de concentración de determinados contaminantes.
- Limitar o número de horas de vertedura a través dun aliviadoiro.

Todos os criterios anteriores buscan protexer o medio natural limitando ben a masa de contaminación que a el se envía ben as concentracións, máximas ou medias, nos sucesos de vertedura ou ao longo dun ano, pero ¿canto hai que reducilas para manter ou alcanzar o bo estado ecolóxico ou os usos planificados?

Nos sistemas de saneamento unitario un tipo de TDUS frecuentemente utilizada é o depósito anti-DSU. No deseño dos depósitos anti-DSU o volume do mesmo é un factor cruce. Na bibliografía aparecen numerosos métodos de cálculo. Estes métodos poderíanse clasificar en dous grandes grupos: os que se basean o dimensionamento en metodoloxías simplificadas baseadas na retención da contaminación asociada ao “primeiro lavado” da conca (BS 8805-4, ATV-A 128, norma Austríaca ÖWWW Regelbatt, etc.), e as que se basean en procesos de modelización integrada. As primeiras presentan unhas claras limitacións, entre as que se atopa a escasa ou nula consideración dos obxectivos de calidade do sistema acuático receptor. Pola contra, as metodoloxías de modelización integrada parten dese obxectivo; consideran un sistema integrado ao formado pola conca, a rede de colectores, as TDUS, a depuradora, e o medio receptor, seguindo a filosofía da norma UNE-EN-752.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

As etapas do proceso para obter o volume dun depósito anti-DSU mediante a modelización integrada son as seguintes:

- a) Establecemento de obxectivos de protección ou de calidade do medio receptor.
- b) Elección da serie de choivas a modelizar.
- c) Modelización do estado actual e análise de grao de incumprimento.
- d) Simulación de diferentes alternativas de deseño (volumes, fundamentalmente) para que coa serie de choivas se xeren un número de DSU e uns episodios de contaminación transitoria no medio receptor, cumprense os obxectivos buscados.

Os obxectivos de protección do medio receptor son claves nesta metodoloxía. Con todo, de nada serve o uso dos estándares e estratexias de control para verteduras en continuo. Os DSU teñen un carácter claramente transitorio e intermitente (caudais, concentracións, volumes, duración, etc.) e os sucesos de contaminación sobre o medio receptor teñen tamén un carácter similar.

A protección do medio pódese enfocar de dous xeitos diferentes. A primeira consiste en establecer estándares de emisión (ES, "Emission Standards"); estúdanse e impóñense restricións ás verteduras que se realizan (fíxanse as frecuencias de reborde nun ano, ou o nivel de tratamento mínimo no fluxo vertido, ou se busca capturar o primeiro lavado, ou se establece unha porcentaxe de captura dun determinado contaminante e tratamento do mesmo, etc.); presentan o problema de que frecuentemente son criterios adoptados de forma xenérica e non analizan verdadeiramente as repercusións das DSU sobre o sistema acuático específico que se intenta protexer. A segunda metodoloxía consiste en establecer obxectivos de calidade ambiental (EQS, "Environmental Quality Standards"). Avaliase, mediante técnicas de modelización, o impacto concreto que se produce sobre o medio acuático, e analízase se é tolerable para el. Sería necesario, polo tanto, dispor de estándares de calidade da auga do sistema acuático afectado, pero que, ademais, ditos estándares tivesen en conta que devandito impacto é de carácter transitorio e intermitente.

En Europa xa hai varios países que planifican e deseñan os seus sistemas de saneamento e drenaxe utilizando "estándares de calidade intermitentes". A referencia máis coñecida que traballa neste sentido é o manual "Urban Pollution Management" (UPM), da "Foundation for Water Research" (1998), en Gran Bretaña. Tamén Dinamarca e EE.UU traballaron neste sentido. Son estándares que teñen en conta a dose, a duración e a frecuencia dos sucesos de contaminación.

6.2.2.- Criterios xerais de deseño adoptados para a xestión de augas pluviais en sistemas unitarios

Asúmense os seguintes criterios xerais de deseño:

- a) Os sistemas de saneamento unitario serán deseñados optimizando o seu funcionamento tanto en tempo seco coma en tempo de choiva, de tal forma que se minimicen os impactos sobre os medios acuáticos receptores.
- b) A xestión, control e tratamento, das augas pluviais deberase realizar na superficie da cunca e/ou na rede de colectores. Excepcionalmente poderá realizarse na EDAR.
- c) Sempre que sexa posible adoptaranse Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible en orixe, é dicir, na cunca, augas arriba, de forma que se minimicen ou eviten os fluxos de escorrentía ata as redes de saneamento unitarias ou separativas. Estas técnicas deberán facilitar o aproveitamento e uso das augas pluviais.
- d) Considerase adecuado o uso dos depósitos anti-DSU nos entronques das subcuncas de saneamento cos colectores interceptores.
- e) Todo o caudal de auga que chegue á EDAR ($Q_{\max EDAR}$) será sometido sempre a un tratamento que garanta o acadar os obxectivos de vertido establecidos para a mesma.
- f) Todos os vertidos que se realicen dende o sistema de saneamento ao medio receptor pasarán sempre por un sistema de desbaste fino.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Estableceranse dúas metodoloxías de deseño de sistemas de saneamento: metodoloxía simplificada (sistemas de saneamento pequenos, que normalmente implican baixa presión sobre os sistemas acuáticos) que se baseará en construír depósitos anti-DSU cun mínimo de metros cúbicos por hectárea impermeable (hectárea neta), que serán establecidos nestas instruccións técnicas, e metodoloxía completa, que se baseará no uso de ferramentas de modelización tanto da conca como do medio receptor, e que permitirán a análise do cumprimento de obxectivos ambientais tanto nas emisións como no medio receptor.

**CONTROL E TRATAMENTO
EN ORIXE**

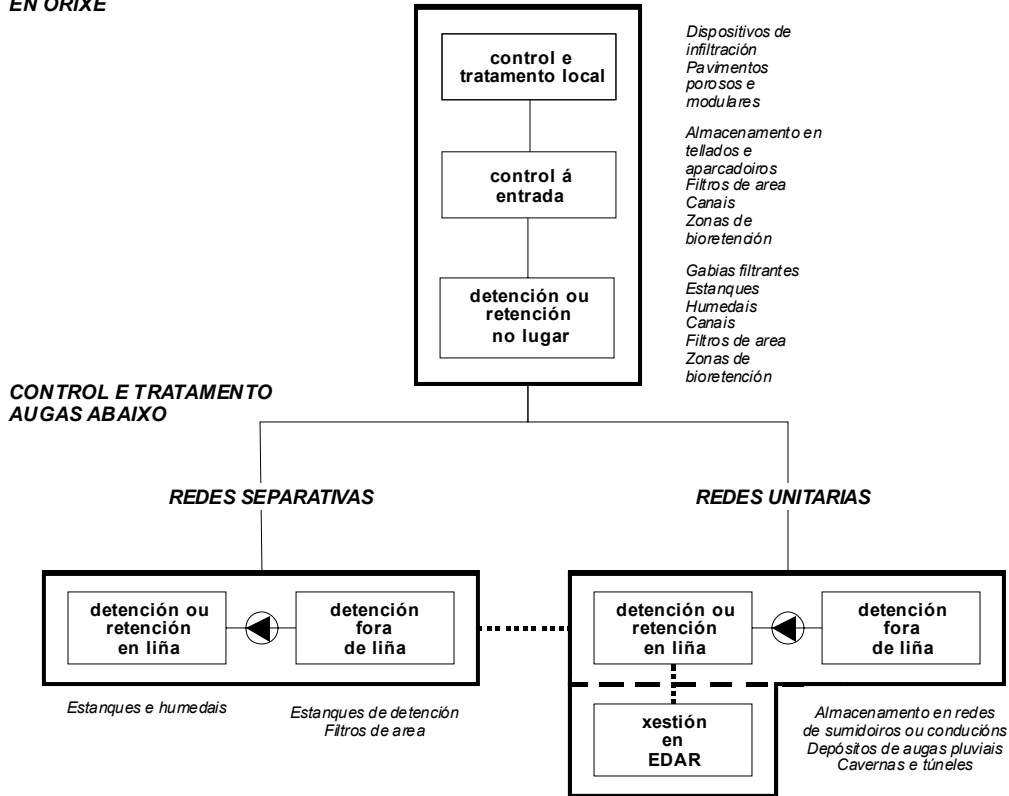


Figura 7. Clasificación das TDUS (Adaptada de Sthare y Urbonas, 1990).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

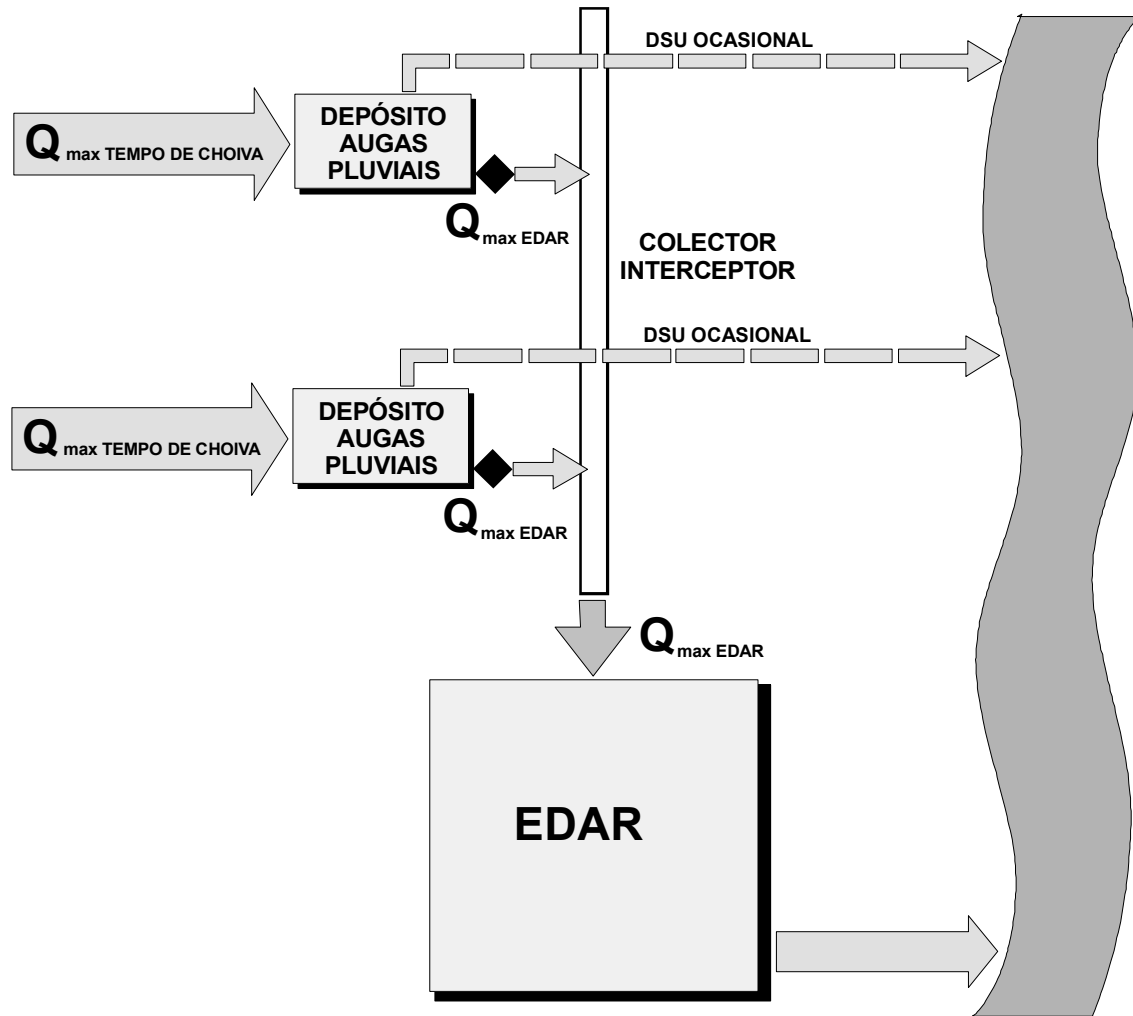


Figura 8. Esquema xeral do funcionamento dun sistema de saneamento unitario que incorpora Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

ANEXO 1

LEXISLACIÓN E NORMATIVA SOBRE SISTEMAS DE SANEAMENTO E DRENAXE EN TEMPO DE CHUVIA

1.- LEXISLACIÓN EUROPEA

A continuación preséntase unha selección da lexislación e normativas que dunha forma directa ou indirecta fan referencia ou afectan, á xestión dos sistemas de saneamento ou á calidade da auga dos sistemas acuáticos en tempo de choiva. Na lexislación ou normativa seleccionada destacáronse aqueles aspectos de interese e valoráronse as súas implicacións, revisándose as seguintes referencias:

- *Directiva 91/271 do Consello, de 21 de maio de 1991, sobre o tratamento das augas residuais urbanas.*
- *Directiva Marco da Auga (2000/60/CE).*
 - *Manuais "Impress" de CC.HH e Organismos Autónomos*
- *Directiva 2006/7/CE relativa a la xestión de la calidade de las augas de baño.*

1.1.- Directiva 91/271 do Consello, de 21 de maio de 1991, sobre o tratamento das augas residuais urbanas

A **Directiva 91/271** é pouco explícita en relación cos vertidos en tempo de choiva desde os sistemas de saneamento unitarios.

No seu artigo 2 define as "*augas residuais urbanas*" como "*as augas residuais domésticas ou a mestura das mesmas con augas residuais industriais e/ou augas de escorrentía pluvial*", e no artigo 4 comenta que "*os Estados membros velarán por que as augas residuais urbanas que entren nos sistemas colectores sexan obxecto, antes de verterse, dun tratamento secundario ou dun proceso equivalente*" e describe uns prazos de cumprimento en función do tamaño das aglomeracións.

No seu artigo 10 di que as depuradoras haberán de ser deseñadas, construídas, utilizadas e mantidas de maneira que en "*todas as condicións climáticas normais da zona teñan rendemento suficiente*" e que se teñan en conta "*as variacións da carga propias de cada estación*".

Cabe destacar tamén o apartado A de o Anexo 1, onde se indica que "*O deseño, construción e mantemento dos sistemas colectores deberá realizarse de acordo cos mellores coñecementos técnicos que non redunden en custos excesivos, en especial polo que respecta:*

- *O volume e características las augas residuais urbanas*
- *A prevención de escapes*
- ***A restrición da contaminación das augas receptoras polo desbordamento de augas de tormenta.***

No apartado D de devandito anexo, no seu punto 5 indícase que non se terán en conta os valores extremos da calidade da auga que se trate cando estas sexan consecuencia de situacións inusuais, como as ocasionadas por choivas intensas.

No cadro 3 do mesmo anexo, dise "*Dado que na práctica non é posible construír os sistemas colectores e as instalacións de tratamento de maneira que se podan someter a tratamento a totalidade das augas residuais en circunstancias tales como chuvias torrenciais inusuais, os Estados membros decidirán medidas para limitar a contaminación por desbordamento de augas de tormenta. Tales medidas poderían basearse en coeficientes de dilución, capacidade en relación con el caudal en época seca ou poderán especificar un determinado número aceptable de desbordamentos ao ano.*" Polo que deixa aos estados membros a liberdade de limitar a contaminación das augas residuais urbanas en tempo de choiva.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

1.2.- Directiva Marco da Auga (2000/60/CE)

Tal e como hoxe en día se concibe o funcionamento dun sistema de saneamento queda clara a súa interrelación directa co medio acuático receptor. Tamén é claro que esa relación é diferente en función de se o sistema é unitario ou se é separativo, e se este traballa en tempo seco ou en tempo de choiva.

O desenvolvemento da Directiva Marco de Auga (DMA) implica unha maior protección da calidade da auga, xa que non só consolida as obrigas xa existentes de control da contaminación puntual e difusa senón que amplía dita protección, establecendo un obxectivo ambiental relativo ao “estado ecolóxico” das augas superficiais.

Un dos obxectivos principais da DMA é desenvolver unha política comunitaria integrada de augas. Non contén referencias explícitas aos sistemas de drenaxe urbana, xa que é un texto máis ben pensado “desde e para o medio acuático” e non de carácter instrumental. Así, a DMA remite á Directiva 91/271/CEE cando no artigo 10 “Formulación combinada respecto das fontes puntuais e difusas” di que os estados membros velarán polo establecemento e/ou aplicación dos controis dos impactos establecidos en devandita norma.

A DMA como “marco da política de augas” ten, como obxectivo último, protexer ou recuperar o bo estado ecolóxico das masas de auga, e coa inclusión dun Programa de medidas de todo tipo dentro do seu Plan de xestión, ven afectar ós seguintes aspectos dos sistemas de drenaxe urbana:

- Maior control da presenza de substancias prioritarias nos sistemas de drenaxe urbana.
- **Redución das DSU:** aspecto que pode resultar crítico para a consecución do bo estado ecolóxico nalgunhas masas de auga, sobre todo as receptoras da drenaxe pluvial de grandes e medianas cidades.

A Directiva Marco de Augas establece a necesidade de identificar e valorar as presións e impactos que sofren os nosos medios acuáticos. Para iso estableceu a data de decembro de 2004, na cal os países membros debían elaborar un informe no que se identificasen as presións nas demarcacións hidrográficas definidas. Entre as presións a identificar, lóxicamente, estaban as verteduras de augas residuais ou augas contaminadas, tanto puntuais como difusas. De feito, a Directiva establece que dentro dos Programas de Medidas que se elaboren para cada demarcación fágase especial incidencia en:

- Control de vertidos puntuais (autorización previa e rexistro).
- Control e prevención de contaminación por fontes difusas.
- Prohibición de vertidos directos de contaminantes nas augas subterráneas.
- Eliminación o redución, no seu caso, de substancias perigosas.

Co fin de orientar a identificación de presións e impactos elaborouse a guía “**Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/ec). Guidance Document nº 3. Analysis of Pressures and Impacts**”, que foi trasladada, en parte, ao contexto español mediante o documento “**Manual para el análisis de presiones e impactos relacionados con la contaminación de las masas de agua superficiales**”, do 3 de xuño de 2004, da Subdirección General de Tratamiento y Control de la Calidad de las Aguas, do Ministerio de Medio Ambiente.

No documento español danse as seguintes definicións:

- **Presión:** calquera actividade humana que incida sobre o estado das augas.
- **Presión significativa:** toda presión que poda causar o incumprimento dos obxectivos medioambientais da Directiva Marco de Augas.
- **Impacto:** resultado dunha presión sobre o estado da masa de auga cos criterios de calidade previstos na Directiva Marco de Augas
- **Evaluación de riesgo:** valoración da probabilidade de non acadar os obxectivos medioambientais da Directiva Marco de Augas.

O impacto é resultado dunha presión sobre o estado da masa de auga, este efecto depende da susceptibilidade do medio e dos obxectivos ambientais que debe alcanzar dita masa. A susceptibilidade da masa de auga superficial pode depender de moitos aspectos, pero un dos máis influentes é o caudal circulante. Doutra banda, o efecto producido debe valorarse cos criterios de calidade previstos na Directiva Marco de Augas, é dicir, comparando cos obxectivos ambientais, que poden sintetizarse do seguinte xeito: a) alcanzar un bo estado, b)

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

lograr o bo potencial ecolóxico e bo estado químico, c) previr a deterioración, e d) cumprir os requirimentos sobre as substancias prioritarias.

O manual presenta unha táboa de «valores límite para identificar as presións significativas procedentes de fontes puntuais» e outra de fontes difusas. Estas táboas tamén figuran no documento guía de referencia da Unión Europea. O documento español é relativamente curto. Considera como presións do tipo “fontes puntuais” ás “verteduras urbanas de poboacións maiores de 2000 h-e” e cita como último parámetro “efectos da escorrentía urbana”, o cal implica que as verteduras en tempo de choiva deben ser considerados, tanto as DSU como os procedentes dos sistemas separativos.

En canto a fontes difusas especifica como presións significativas as autoestradas e autovías, (utiliza como límite o % de terreo ocupado) e fixa como parámetros a porcentaxe respecto da conca e o tipo de contaminantes, en especial hidrocarburos, PAHs, chumbo e herbicidas.

A “Guidance Document nº 3. Analysis of Pressures and Impacts” é máis completa á hora de identificar presións e impactos. En presións significativas de fontes puntuais relacionadas cos vertidos en tempo de chuvia identifica os “Storm water and emergency overflows” e en presións significativas de fontes difusas identifica as xeradas polo “urban drainage (including runoff)”, que incluíría: “industrial/commercial estates, urban areas (including sewer networks), airports, trunk roads, railway tracks and facilities” y “harbours”.

Cabe destacar que se revisaron os documentos de “Análise de presións e impactos” elaborados polas distintas Confederacións Hidrográficas e polas Comunidades Autónomas con competencias transferidas en materia de augas e en ningún caso, excepto o informe da Axencia Catalá da Auga (ACA), contempla as descargas dos sistemas unitarios (DSU) como un tipo de presión sobre as masas de auga.

1.3.- Directiva 2006/7/CE relativa á xestión da calidade das augas de baño

A publicación da Directiva 2006/7/CE do Parlamento Europeo e do Consello, de 15 de febreiro de 2006, relativa á **xestión da calidade das augas de baño** e pola que se derroga a Directiva 76/160/CEE, esixe a incorporación da mesma ao dereito interno español coa elaboración dun novo texto que recolla as novas especificacións de carácter científico e técnico, e posibiliten un marco legal máis acorde, tanto coas necesidades actuais, como cos avances e progresos dos últimos anos no que se refire ás augas de baño, establecendo as medidas sanitarias e de control necesarias para a protección da saúde dos bañistas, sendo este o obxecto principal desta disposición; así como conservar, protexer e mellorar a calidade do medio ambiente en complemento da Directiva 2000/60/CE. Esta Directiva foi trasposta ao dereito español mediante o RD 1341/2007, de 11 de outubro de 2007, sobre xestión da calidade de augas de baño.

Os criterios que se especifican no Real Decreto deberanse aplicar a calquera elemento das zonas de baño e onde non exista unha prohibición expresa de baño permanente.

Fíxanse parámetros e valores paramétricos a cumprir no punto de mostraxe onde o designe a autoridade sanitaria competente. Os valores baséanse principalmente nas recomendacións da Organización Mundial da Saúde e en motivos de saúde pública aplicándose, nalgúns casos, o principio de precaución para asegurar un alto nivel de protección da saúde dos usuarios.

Ante **incumprimentos** dos criterios de calidade que sinala esta disposición será **necesaria a investigación** da causa subxacente e garantir que se apliquen canto antes as medidas correctoras e preventivas para a protección da saúde dos bañistas.

O **público** deberá **recibir información suficiente** e oportuna da calidade da auga de baño, medidas correctoras e preventivas así como de todos aqueles aspectos que afecten ás zonas de baño e que poidan implicar un risco para a saúde dos usuarios.

No texto proposto figuran as seguintes definicións de interese:

- Zona de baño: a área xeograficamente delimitada non superior ao termo municipal composta por un área peripraiera e unha masa de auga que é utilizada para o baño, onde non exista perigo para os bañistas nin no acceso á zona nin no baño, nin estea expresamente prohibido o baño de forma permanente e désígnase a Autoridade sanitaria competente como tal; a condición de que haxa mais dunha presenza coincidente de

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

- mais de 50 bañistas ou exista unha actividade relacionada directamente co baño próxima, como un cámping, urbanización ou campamento.
- **Puntos de mostraxe:** ou lugar para a toma de mostras de auga de baño para o control da calidade desta, onde se prevea maior presenza de bañistas e maior risco de contaminación.
 - **Contaminación de curta duración:** a contaminación microbiana e con causas claramente identificables, que normalmente se prevea non afecte á calidade das augas por un período superior a unhas 72 horas a partir do primeiro momento en que se vira afectada a calidade das augas de baño e para a cal a autoridade ambiental competente establecera procedementos de predición e xestión.
 - Situación anómala: un feito ou unha combinación de feitos que afecten á calidade das augas de baño do lugar de que se trate, incluída a seca e cunha frecuencia previsible que non supere unha vez cada catro anos.
 - Perfil dunha zona de baño: descrición das características de la zona de baño como localización xeográfica, puntos de mostraxe, aspectos o actividades que poden influír na calidade da auga etc.

Da nova Directiva 2006/7/CE relativa á xestión da calidade das augas de baño destácanse os seguintes principios:

1. A modificación e endurecemento dos estándares de calidade da auga. Con iso a directiva pretende minimizar o impacto constante da actividade humana sobre a calidade das augas de baño e reducir ao máximo posible o nivel normal de contaminantes nunha zona de baño determinada, paliando as repercusións dun evento contaminante imprevisto.
2. A anterior directiva baséase só nun seguimento da calidade, o cal constitúe un dos seus puntos débiles. A nova directiva salienta en cambio a xestión da calidade da auga, coherentemente cos principios da directiva marco sobre a política de augas. Iso implica a necesidade de actuar en caso de incumprimento. Estas accións poderán ser estruturais (implantar tratamentos terciarios en depuradoras para diminuír a contaminación bacteriolóxica, depósitos anti-DSU, etc.) ou accións non estruturais (avisos por contaminación desaconsellando o baño, chegando a implicar o peche da praia para eventos excepcionais).
3. A xestión da calidade das augas de baño que require a Directiva implica algo máis que actividades de mostraxe e control. As autoridades terán un papel importante para desenvolver os perfís das augas de baño, detectar as posibles fontes de contaminación e o seu impacto nas augas de baño, e adoptar as medidas correctoras oportunas. Tamén deberán recompilar, analizar e interpretar os datos sobre a calidade da auga e proporcionar información ao público. Ademais deberán reaccionar ante as situacións de urxencia e, en particular, informar ao público se o baño non é recomendable.

Os xestores do sistema de saneamento e drenaxe urbana en cidades con praias urbanas, deberán ter un control estrito das DSU (número, cantidade e calidade da auga vertida) e das emisións da depuradora, analizando o posible incumprimento da Directiva de Augas de Baño debido a estas descargas e no caso de que se produzan estes incumprimentos deberanse planificar as actuacións e accións necesarias para evitalos. O lugar apropiado para integrar estes de o impacto da rede de sumidoiros e depuradora sobre as augas de baño urbanas e as accións correctoras pertinentes, son os plans directores de drenaxe urbana.

Estes estudos integrais obrigarán a utilizar modelos de simulación integrados, é dicir, deberanse utilizar os modelos individuais de rede de sumidoiros, depuradora e medio receptor de forma que os resultados dun sexan os datos de entrada dos outros modelos. Das interaccións entre os diferentes modelos individuais poderase simular de forma integral todo o ciclo da drenaxe urbana.

A Directiva obrigará a desenvolver sistemas máis ou menos sofisticados de predición, información e alerta da calidade das augas de baño en tempo case real. Naquelas augas de baño urbanas, é claro que as principais fontes de contaminación son as verteduras en tempo de choiva (entre eles as DSU) e as emisións das depuradoras, por tanto os sistemas de predición, información e alerta deberán contar con información cuantitativa e cualitativa en tempo real sobre o funcionamento da rede de sumidoiros e depuradora, especialmente no que se refire ás fontes de contaminación (DSU, "by-passes" da depuradora e saídas de emisarios).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

2.- LEXISLACIÓN ESTATAL

A lexislación española revisada é a sinalada a continuación:

- Orde do 13 de xullo de 1993: *Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra al mar.*
- Real Decreto-Lei 11/1995 e Real Decreto 509/1996 (Transposición da Directiva 91/271/CE).
- Normativa "UNE-EN 752: SISTEMAS DE DESAGÜES Y DE ALCANTARILLADO EXTERIORES A EDIFICIOS".
- Orde MAM/1873/2004.
- Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración (2007-2015).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.
- Borrador de "Instrucción de planificación hidrológica" (19 julio de 2007) no marco da xestión das augas pluviais.

2.1.- Orde do 13 de xullo de 1993: Instrucción para o proxecto de conduccións de vertidos desde terra ao mar

Establece os seguintes aspectos:

"Características do efluente.

Co obxecto de determinar as características do efluente, o proxectista deberá recompilar e completar a información dispoñible sobre a poboación ou industria que xera a auga residual, o tipo e cantidade de descargas singulares que verten ás conduccións colectoras, a poboación e a súa variabilidade estacional e o tipo de depuración prevista. **Se o sistema colector é de tipo unitario, deberá terse en conta tamén a pluviometría da zona.**

Faranse estimacións do caudal e da carga contaminante para o ano de entrada en funcionamento, así como para dez e trinta anos despois, indicando claramente para estes tres anos os valores estimados en condicións de caudal medio, mínimo e punta en tempo seco.

En sistemas colectores de tipo unitario indicárase tamén o caudal punta en tempo de choiva con períodos de retorno de dez e cincuenta anos.

Ademais, explicarase o modo de funcionamento previsto do emisario para cada un destes casos.

Para primeiros tanteos e en verteduras urbanas procedentes de poboacións con menos de 10.000 h-e pódese considerar que o caudal punta en tempo seco é de 7 l/s por cada 1.000 h-e e que as características da auga residual corresponden ás indicadas a continuación:

- Características orientativas dos efluentes urbanos que se poderán adoptar en poboacións de menos de 10.000 h-e:

Materia orgánica como DBO₅: 350 mg/L.
Materias en suspensión: 600 mg/L.
Nitróxeno total: 30 mg N/L.
E. coli: 10⁸/100 mL.

- Para poboacións de máis de 10.000 h-e e para vertidos industriais deberán avaliarse las características da auga residual, os caudais vertidos e a súa viabilidade a partires dunha campaña de medidas, os resultados da cal formarán parte integrante do proxecto.
- No caso de que exista depuradora na localidade ou se constrúa xunto co emisario, as cargas anteriores reduciranse de acordo coas especificacións de funcionamento de aquela, xustificando o proxectista os valores adoptados.

Nos sistemas colectores de tipo unitario, se a capacidade de estes é superior á do emisario, poderá existir un aliviadoiro que, a través dunha conducción de desaugue, evacúe cara o mar o exceso de caudal. Para isto deberán cumprirse as seguintes condicións:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

a) A capacidade do emisario debe ser suficiente para que con caudais de choiva correspondentes ao período de retorno de dez anos, o aliviadoiro funcione **menos de catrocentas cincuenta horas ao ano, no caso xeral, e menos do 3 por 100 da horas da tempada de baños**, cando o aliviadoiro estea situado nunha zona de baño e o efluente conteña contaminantes regulados para este tipo de zonas. A estes afectos, pode resultar conveniente a construción de **balsas de retención** para o caudal excedente. Para o cálculo da capacidade do emisario nun momento dado teranse en conta a potencia de bombeo instalada en condicións fiables de operación e as variacións do nivel do mar debidas a mareas astronómicas e meteorolóxicas. Naturalmente, a capacidade poderá variarse en anos sucesivos modificando a potencia de bombeo.

b) O aliviadoiro só poderá entrar en funcionamento con **caudais superiores ao caudal punta en tempo seco**.

c) Co aliviadoiro funcionando, a vertedura realizada a través do emisario debe seguir cumprindo os **criterios establecidos pola normativa vixente en canto a normas de emisión e obxectivos de calidade**.

d) O caudal vertido polo aliviadoiro debe pasar por un **sistema de reixas para o seu desbastado**.

Por outra banda, a capacidade dos distintos tramos dos colectores será suficiente para que os aliviadoiros situados en cabeceira de tramo, cando vertan ao mar, funcionen coas mesmas limitacións que os aliviadoiros de emisarios.

Usos da zona

Dentro da zona potencialmente afectada polo vertido que se proxecta delimitaranse as áreas homoxéneas, en canto a usos habituais e permitidos, tales como o espaxemento, o goce estético, a navegación, a pesca e o cultivo de especies mariñas, a preservación e promoción da vida mariña e a *desalación, *potabilización e abastecemento industrial de augas.

Farase constar expresamente a existencia de calquera outro vertido de augas residuais na zona afectada polo emisario e os datos que permitan establecer a súa natureza, características e incidencias sobre a calidade ambiental."

2.2.- Real Decreto-Lei 11/1995 e Real Decreto 509/1996 (Transposición da Directiva 91/271/CE)

Os reais decretos RD-L 11/1995 e RD 509/1996 traspoñen ao dereito español a Directiva 91/271. Neles "imponse a determinadas aglomeracións urbanas a obrigaón de dispor de sistemas colectores para a recollida e condución das augas residuais, e de aplicar a estas distintos tratamentos antes da súa vertedura ás augas continentais ou marítimas". Ás "augas residuais urbanas" defínese igual que na Directiva, como "as augas residuais domésticas ou a mestura destas con augas residuais industriais ou con augas de escorrentía pluvial".

No referente aos sistemas de saneamento e drenaxe en tempo de choiva subscríbese o mesmo que na Directiva 91/271. En todo caso, o RD 509/1996 no seu artigo 2 é máis explícito e di textualmente que: "O proxecto, construción e mantemento dos sistemas colectores deberá realizarse tendo presente o volume e características das augas residuais urbanas e utilizando técnicas adecuadas que garantan a estanquidade dos sistemas e **impidan a contaminación das augas receptoras polo desbordamento das augas procedentes da choiva**".

2.3.- Normativa "UNE-EN 752: sistemas de desaugues e de redes de sumidoiros exteriores a edificios"

La norma europea EN-752 xestouse ao longo dos anos 90, e os seus sucesivos apartados foron aparecendo desde o ano 1995 ata o año 1998. É por iso unha norma relativamente recente e as súas miras, por lo tanto, coinciden cos criterios que foron apuntados en capítulos anteriores. As diferentes normativas vixentes en distintos países europeos e, por riba de outras, as inglesas e alemás, que calaron fortemente noutros países, teñen o seu reflexo nesta norma que tende a unificar por inclusión, é dicir, admite dun modo máis ou menos explícito as distintas formas de facer dos distintos países, baixando só moi esporadicamente á cuantificación. É una norma de conceptos. Pódense destacar dúas ideas clave:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

- o respecto ao medio ambiente como punto de referencia do saneamento,
- a seguraza de la calidade como criterio de proxecto e xestión.

Destas ideas despréndense outras, de maior aplicación, como a consideración do medio receptor á hora de concibir un saneamento, a seguraza e saúde, a planificación das actuacións, a organización da información, etc.

Baixo una aparente xeneralidade, a norma, en particular algúns dos seus apartados, contén unha información valiosa sobre como planificar o proxecto de construción ou rehabilitación dunha rede de rede de sumidoiros. Expóñense vontades e grandes liñas, pero sen cuantificar. Apélase ás normas nacionais e a directivas marco para centrar en cada caso concreto os valores que, dentro da filosofía xeral desta norma, deban imporse.

A norma estrutúrase nas seguintes partes:

- UNE-EN 752-1: Xeneralidades e definicións
- UNE-EN 752-2: Requisitos de comportamento
- UNE-EN 752-3: Proxecto
- UNE-EN 752-4: Deseño hidráulico e consideracións medioambientais
- UNE-EN 752-5: Rehabilitación
- UNE-EN 752-6: Instalacións de bombeo
- UNE-EN 752-7: Operacións e mantemento

É interesante resaltar que no apartado de xeneralidades desta norma xa se destaca que se considera o sistema de saneamento como un sistema integral, incluíndo as redes de colectores, os sistemas de tratamento, o control de verteduras e o medio receptor. Os requisitos de comportamento están, pois, condicionados polos impactos ao medio receptor.

A norma cita que os requisitos básicos de comportamento aos que deben axustarse os sistemas de desaugadoiros e de rede de sumidoiros son:

- os condutos funcionarán sen obstrución.
- a frecuencia de derramo estará limitada aos valores prescritos.**
- estarán protexidas a saúde pública e a vida.
- a frecuencia de sobrecarga dos colectores debería limitarse aos valores prescritos.
- a saúde e seguraza do persoal laboral estarán salvagardadas.
- o medio receptor deberá protexerse da contaminación dentro dos límites prescritos.**
- os condutos de auga non beberán pór en perigo as estruturas e redes existentes nas proximidades
- deberán lograrse a durabilidade e a estabilidade mecánica esixible
- os desaugadoiros e condutos deben ser estancos de acordo ás esixencias dos ensaios
- non deben producirse gases fedorentos nin tóxicos
- deberá facilitarse o acceso apropiado para o mantemento.

Respecto do cálculo danse pautas moi xerais. Recoñécense dous tipos de funcionamento irregular: o que dá lugar a sobrecargas e o que dá lugar a inundacións (insuficiencias de drenaxe da rede). Recoméndase utilizar un modelo de simulación para poder avaliar os riscos á hora de deseñar unha rede, utilizando distintas choivas de proxecto, sobre todo en redes grandes ou cando exista un risco contra a saúde pública.

Tras incidir de novo no obxectivo último, que é o producir unha mínima afección ao medio ambiente, éntrase en materia, **distinguindo entre tres tipos de sistema de redes de sumidoiros:**

- **separativo**
- **unitario**
- **parcialmente separativo**

A elección do tipo de rede depende, segundo a norma, dunha serie de factores, como a capacidade do medio receptor, a necesidade dun tratamento previo, a topografía, etc., **pero non dá as bases para a elección.**

Preséntanse aspectos tecnolóxicos sobre topografía, xeotecnia, pendentes das canalizacións, diámetros mínimos, etc. Os parágrafos dedicados a estes aspectos non pasan de ser regras de boa práctica, sen cuantificar en

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

absoluto. Así, por exemplo, ao falar de pendentes coméntase que é importante lograr unha certa autolimpeza, pero non se entra a valorar cal é o rango de pendentes que o garanten. Esta é a tónica xeral desta norma: chama a atención sobre aspectos importantes pero non ofrece solucións.

Convén resaltar o apartado dedicado aos aliviadoiros. **Apúntanse como factores a considerar para o deseño dos aliviadoiros os seguintes:**

- **os caudais**
- **o volume, duración e frecuencia das descargas**
- **as concentracións de contaminantes e as cargas contaminantes**
- **a presión hidrobiolóxica**

Tras esta relación de factores ocúltanse todas as tendencias que se foron desenvolvendo en Europa para fixar os caudais que deben levar a depurar e os que poden ser vertidos ao medio receptor en situacións de choiva a través de aliviadoiros. En ausencia dun criterio de consenso, a norma cita os aspectos conceptuais a ter en conta, de modo que practicamente todas as fórmulas empregadas polas distintas administracións encaixan na norma. Máis adiante, ao mencionar os volumes unitarios destas estruturas de control e tratamento de sobordes, farase unha referencia aos criterios alemán e inglés, sen citalos explicitamente e sen expor as bases conceptuais que os motivan.

Na parte 4 da norma, (UNE-EN 752-4) dedicada ao deseño hidráulico e consideracións ambientais inclúe algunhas definicións e vólvese sobre os obxectivos que se perseguen no sistema de saneamento, que son:

- protección contra a sobrecarga e a inundación
- **protección contra a contaminación dos medios receptores por encima da súa capacidade de autodepuración**
- protección contra a septicidade: incídese no indesexable das condicións anaerobias que dean lugar á formación de ácido sulfhídrico, e destácanse unha serie de factores a controlar, como son as temperaturas, aireación, velocidade do fluxo, pH, presenza de sulfatos, entre outros.

Nesta parte distínguese entre limitacións xerais de contaminación aplicables a título xeral, e limitacións aplicables a **zonas sensibles (tomadas de augas potables, zonas de baño, de pesca, ecosistemas especiais) nas que se require un seguimento exhaustivo dos límites de emisión, e unha avaliación dos impactos a curto, medio e longo prazo.** Neste parágrafo aparentemente trivial escóndese a achega conceptual máis esixente da norma.

As principais cargas de contaminación proveñen de os sobordes ou descargas de saneamentos unitarios (DSU). Proponse un primeiro criterio para o deseño de aliviadoiros de descarga baseado no **concepto de choiva crítica**, que se plasma nunha capacidade de retención no sistema de **10-30 L/s.ha** drenada, segundo o grao de protección requirida. **Outro criterio, proposto para zonas menos sensibles, é a vertedura de caudais por encima de 5-8 veces o caudal medio en tempo seco.**

Tras estas cifras subxacen os criterios de distintas normativas europeas. Así, no Reino Unido, rexe como criterio fundamental o minimizar as verteduras directas ao medio receptor, asumindo que as augas máis diluídas poden ser tratadas só cun tratamento primario, mentres que cando a concentración é importante realízase un tratamento máis completo. Isto leva a interceptacións relativamente xenerosas, que se obteñen de distintas formulacións, e a verteduras en depuradora que nalgúns casos poden ter certo nivel de contaminación.

Ao considerar zonas sensibles, a norma opta polo criterio alemán de impor unha choiva crítica, e dimensionar unha estrutura para reter o volume asociado a devandita choiva, de modo que toda a auga correspondente a esa choiva tratarase xunto coa auga residual. Proponse o uso de sistemas de control e tratamento de sobordes ou descargas de saneamento unitarios, como poden ser depósitos de retención en liña ou fóra de liña, nunha clara referencia á norma ATV-128.

A choiva crítica é aquela que non debe xerar derramos e plásmase, segundo a norma alemá, nunha escorrentía da orde de **7,5-15 L/s/ha** drenada. Este valor depende do tempo de concentración. A interceptación cara á depuradora é segundo esta filosofía da orde de 2-3 veces o caudal medio, co que o resto do volume debe

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

ser almacenado nun tanque que para choivas pequenas comportarase como un tanque de laminación. En función do tamaño da conca o volume destes tanques rolda, para a choiva crítica, os **5-10 m³/ha**.

Para choivas maiores que a crítica o depósito non retén todo o caudal e verte unha parte. Neste caso o depósito traballa como un elemento de retención do primeiro lavado, e a súa eficiencia queda supeditada á capacidade autodepuradora do medio receptor.

A norma ATV-128 suxire como criterio para garantir que as afeccións ao medio non sexan excesivas a construción dun volume de depósito que garanta que a carga anual total vertida por sobordes de saneamentos unitarios nos tanques máis a carga anual vertida polo efluente da depuradora, ambas en termos de DQO, non superarán a carga contaminante da escorrentía superficial da conca, suposta vertida directamente ao río.

O cumprimento do balance supón un sistema equivalente formado por un saneamento separativo con vertedura directa das augas pluviais (sen ningún tipo de conexión parásita) ao medio e un saneamento ideal (con contaminación cero) das augas residuais tratadas. Non cabe dúbida de que se trata dun obxectivo ambicioso, e os tanques necesarios supón volumes en xeral na contorna dos 15-30 m³/Ha drenada. Estes valores son citados pola norma EN-752 como recomendables en zonas sensibles.

Cabe aquí apuntar que as dúas filosofías impresas na norma, a inglesa e a alemá, son perfectamente reconciliables, xa que nada impide deseñar os interceptores para caudais intermedios (da orde de 4-5 Q_m), construír depósitos pequenos (da orde de 5-8 m³/Ha drenada), e aproveitar os decantadores primarios das depuradoras, e ata os propios colectores, como elementos de laminación adicional, co que o volume efectivo aumenta ás veces ata niveis satisfactorios. Os deseños da Confederación Hidrográfica do Norte seguen este criterio mixto, que está perfectamente de acordo co espírito da norma EN-752, que só acouta posibles tendencias.

Mención aparte requiren os tanques de laminación de avenidas, como os que CLABSA construíu na cidade de Barcelona, e aos que a norma europea menciona sen cuantificar os seus volumes. A norma ATV-128 expón como críticas choivas remarcables, pero non extremas, desde un punto de vista hidráulico. A misión dos depósitos mencionados neste apartado non é mitigar os efectos da insuficiencia de drenaxe dos colectores. O deseño de depósitos de laminación parte dunha filosofía completamente distinta, e baséase na análise dos hidrogramas incidentes, esixe unha modelización previa en réxime variable e ofrece en xeral volumes específicos moi por encima dos aquí presentados.

A auga retida nun depósito de laminación non é derivada na súa totalidade á estación depuradora, senón que pode ser aliviada ao medio receptor xa que o seu grao de dilución alcanza valores moi altos. Este tipo de depósitos teñen sentido en redes con insuficiencia de drenaxe ou climas que propicien choivas moi explosivas, cuxo caso paradigmático é o litoral mediterráneo.

Tanto os tanques de retención de contaminación como os tanques de laminación de avenidas forman parte das chamadas BMPs "Best Management Practices" (métodos de xestión adecuada ou racional) que a norma cita máis adiante.

2.4.- Orde MAM/1873/2004

A **"ORDE MAM/1873/2004, de 2 de xuño, por la que se aproban os modelos oficiais para a declaración de vertido e se desenvolven determinados aspectos relativos á autorización de vertido e liquidación do canon de control de vertidos regulados no Real Decreto 606/2003, de 23 de maio, de reforma do Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, polo que se aproba o Regulamento de Dominio Público Hidráulico, que desenvolve os Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII da Lei 29/1985, de 2 de agosto, de Augas"**, establece a necesidade de controlar os vertidos de *"redes separativas de pluviais"* e *"vertidos desde aliviadoiros"*.

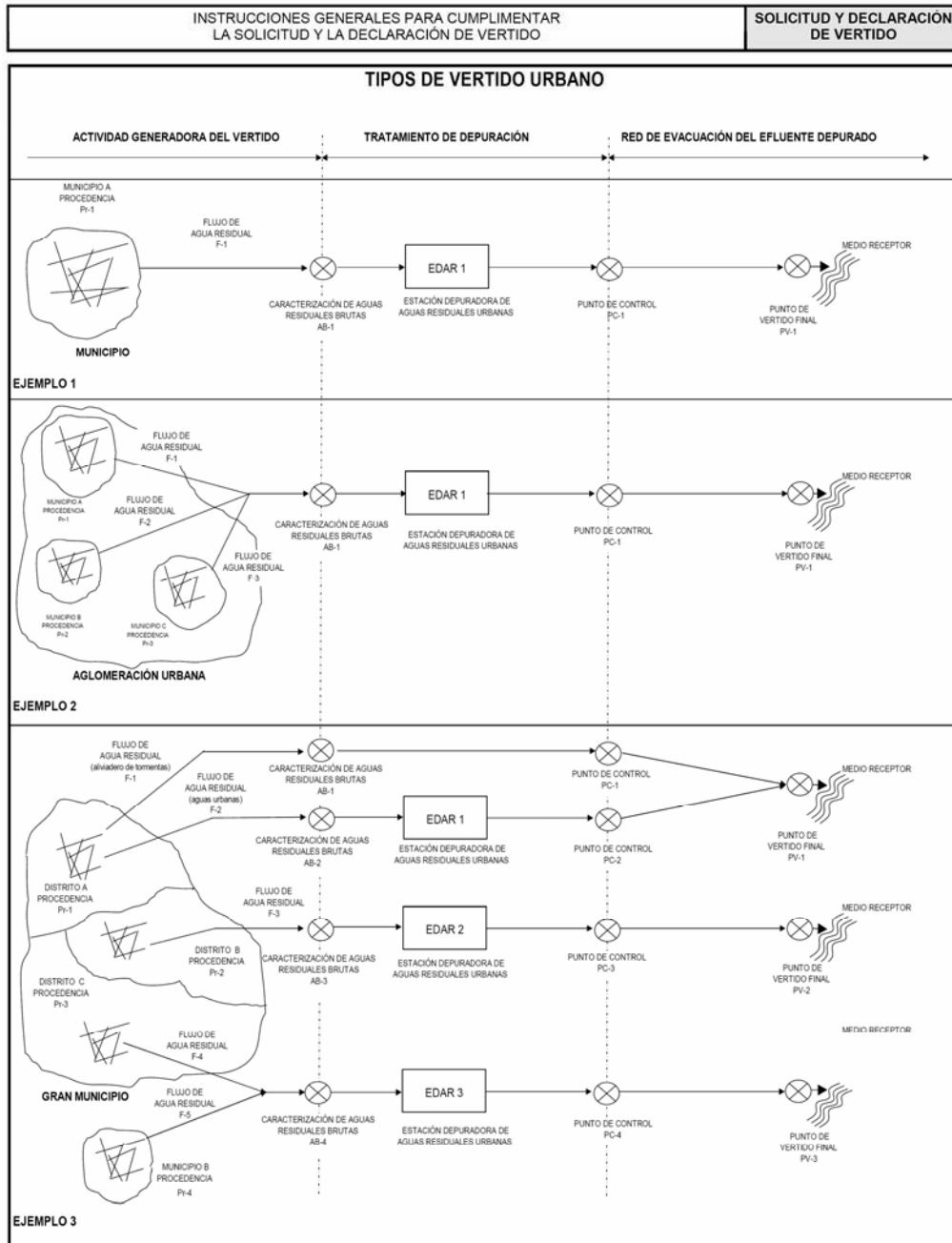
Na Orde defínese "fluxo de augas residuais":

"Fluxo de augas residuais: enténdese por fluxo de augas residuais como cada un dos efluentes procedentes dunha mesma orixe (municipio, pedanía, actividade industrial, etc.) que sexan claramente diferenciados. Unha mesma procedencia pode orixinar varios fluxos diferenciados. No caso de que a procedencia sexa urbana, podería haber hasta tres fluxos diferentes procedentes da mesma orixe: fluxo de augas residuais urbanas, fluxo da rede separativa de pluviais ou fluxo **de aliviadoiro de tormentas**. No caso de procedencia industrial se poderían distinguir catro fluxos por procedencia, distinguindo entre augas industriais, augas de refrixeración, augas domésticas (de aseos) e augas de escorrentía pluvial."

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA
DEL



2.5.- Plan Nacional de Calidade das Augas: Saneamento e Depuración (2007-2015)

Este Plan Nacional recolle a obriga da Unión Europea de dispor dun instrumento de planificación-programación que defina o camiño que se vai a seguir para cumprir as obrigacións das Directivas Europeas en materia de calidade das augas dos nosos ríos ou as nosas costas. Neste sentido, este segundo Plan continúa o labor realizado polo Plan de Saneamento e Depuración 1995-2005.

A proposta de actuacións do Plan Nacional de Calidade das Augas (PNCA) 2007-2015 contempla investimentos por valor de case **18.000 millóns de euros**.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

No apartado de "Estado actual do tratamento das cargas de episodios de choiva" recorda os resultados obtidos no PROMEDSU sinalando que "Nun estudo recente do Ministerio de Medio Ambiente do ano 1999 denominado **"Experiencia piloto de medición e estudo das descargas de sistemas unitarios (DSU)"**, púxose de manifesto a importancia do control da contaminación producida por descargas de sistemas unitarios, provocadas polo alivio da mestura de auga residual con pluvial durante tormentas. Con esta primeira experiencia comprobouse o apreciable impacto que estas descargas teñen sobre a biota fluvial, especialmente polos elevados caudais, a súa rápida ocorrencia e dificultade de dilución. Dentro dos investimentos executados **dentro do Plan Nacional de Saneamento e Depuración (1995-2005), foron poucas as actuacións** en materia de control das augas de tormenta". E a continuación, afirma "por iso obrigación tamén sinalada na Directiva 91/271/CEE e **pola constatación da evidente contaminación achegada nos alivios polos episodios de tormenta**, o novo PNCA identificou as actuacións necesarias para que as aglomeracións urbanas dispoñan de tanques de retención ou tormenta".

Como pode verse este Plan si toma seriamente en consideración a xestión das augas de tormenta e ten presente que unha presión importante sobre os medios receptores son as descargas de augas pluviais en sistemas unitarios (DSU), polo que considera a implantación de "tanques de tormenta" como unha técnica válida e eficiente de xestión das augas pluviais para evitar impactos transitorios en tempo de choiva das mesmas que danan a calidade do medio e impide en moitos casos a consecución do bo estado ecolóxico das masas de auga. Por iso, a partida orzamentaria xeneral para "tanques de tormenta" é de **algo máis de 3.000 millóns de euros**.

É destacable tamén o investimento en "**actuacións encamiñadas a fomentar a I D i no campo do saneamento e depuración**" xa que "nos orzamentos do ano 2007 recolléronse especificamente 12,5 millóns de euros para a subvención da investigación nestas materias en 2007, que na Orde de Convocatoria publicada o 19 de marzo de 2007, acompañanse de 8,75 para 2008 e 7,5 para 2009, o que implica a adxudicación de subvencións neste ano 2007 por importe de 28,75 millóns de euros". O orzamento total para esta partida é duns **365 millóns de euros** e inclúense neste capítulo os "**novos deseños de tanques de tormenta**".

2.6.- Real Decreto 907/2007, de 6 de xullo, polo que se aproba o Regulamento da Planificación Hidrolóxica

A planificación hidrolóxica ten por obxectivos xerais conseguir o bo estado e a adecuada protección do dominio público hidráulico e das augas. Debe guiarse por criterios de sustentabilidade no uso da auga mediante a xestión integrada e a protección a longo prazo dos recursos hídricos, prevención da deterioración do estado das augas, protección e mellora do medio acuático e dos ecosistemas acuáticos e redución da contaminación.

Este Regulamento é moi pouco explícito con respecto aos sistemas de saneamento en tempo de choiva e a súa problemática. Tan só cita no seu artigo 52 de "Medidas para previr ou reducir as repercusións dos episodios de contaminación accidental", no seu primeiro apartado, que "adoptaranse as medidas para previr ou reducir os efectos das contaminacións accidentais, causadas pola industria, por instalacións gandeiras, polos **tanques de augas pluviais** das depuradoras urbanas e outras. Estas medidas incluírán o uso de sistemas automáticos para detectar eses fenómenos ou alertar sobre eles".

A análise do texto deste artigo pode introducir a dúbida de se unha vertedura é "accidental" cando é consecuencia dunha avaría ou dunha mala xestión, que ten como consecuencia unha descarga ao medio receptor, ou cando fala de "accidental" en realidade refírese a verteduras ocasionais, como os que se producen a través dos aliviadoiros dunha conca a partir dun determinado tipo de suceso de choiva, que é consecuencia da estratexia de xestión do sistema de saneamento deseñada para iso.

Cabe destacar que no artigo 4, onde se establece o "Contido obrigatorio dos plans hidrolóxicos de conca", expónse a esixencia da presentación dun "resumo das medidas tomadas para previr ou reducir as repercusións dos incidentes de contaminación accidental".

Ademais, no artigo 44 preséntase como unha das "medidas básicas" a prevención ou redución das repercusións dos episodios de contaminación accidental.

No artigo 15 de "Presións sobre as masas de auga superficial" dise que "en cada demarcación hidrográfica recompilarase e manterá o inventario sobre o tipo e a magnitude das **presións antropoxénicas** significativas ás que están expostas as masas de auga superficial" e argúe que esta información incluírá entre outras "a estimación e identificación da **contaminación significativa orixinada por fontes difusas**, producida especialmente polas substancias enumeradas no anexo II do Regulamento de Dominio Público Hidráulico, procedentes de instalacións e **actividades urbanas, industriais, tales como zonas mineiras, solos contaminados ou vías de transporte**".

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

2.7.- “Instrución de planificación hidrolóxica” (22 de Setembro de 2007) no marco da xestión das augas pluviais

A “Instrución de planificación hidrolóxica” do Ministerio de Medio Ambiente segue a doutrina e estrutura establecida por la DMA e a metodoloxía seguida na súa implantación. A continuación analízanse varios apartados de este borrador e destácanse aqueles aspectos que poderían ser de interese.

Apartado “3.2. PRESIÓNS”

“En cada demarcación hidrográfica recompilarase e manterase o inventario sobre o tipo e a magnitude das presións antropoxénicas significativas ás que están expostas as masas de auga.”

“3.2.2. PRESIONES SOBRE LAS MASAS DE AGUA SUPERFICIAL

As presións sobre as masas de auga superficial (ríos, lagoas, augas de transición e augas costeiras) incluírán, en especial, a contaminación orixinada por fontes puntuais e difusas...”

“3.2.2.1. Contaminación orixinada por fontes puntuais

*Estimarase e identificarase a contaminación significativa orixinada por **fontes puntuais**, producida especialmente polas sustancias enumeradas no Anexo II do Regulamento do Dominio Público Hidráulico, procedentes de instalacións e actividades urbanas, industriais, agrarias e outro tipo de actividades económicas. Para iso partírase dos **censos de verteduras autorizadas** en cada demarcación hidrográfica e da información sobre verteduras efectuadas desde terra ao mar que figure no censo nacional de verteduras, segundo os datos proporcionados polas comunidades autónomas, de acordo co establecido no artigo 254 do Regulamento do Dominio Público Hidráulico”.*

Identifica como **presións** debidas a **fontes de contaminación puntual** as **“verteduras de tormentas pluviais procedentes de poboacións, zonas industriais, estradas ou outro tipo de actividade humana, a través de aliviadoiros de depuradoras e outras canalizacións ou conducións, que teñan un caudal de deseño superior a 100 m³/hora”**.

“3.2.2.2. Contaminación orixinada por fontes difusas

Estimarase e identificarase a contaminación significativa orixinada por fontes difusas, producida especialmente polas sustancias enumeradas no Anexo II do Regulamento do Dominio Público Hidráulico, procedentes de instalacións e actividades urbanas, industriais, agrícolas e gandeiras, en particular non estabuladas, e outro tipo de actividades, tales como zonas mineiras, solos contaminados ou vías de transporte.

Considerarase, polo menos, a contaminación procedente das seguintes fontes difusas

...

e) Transportes e infraestruturas asociadas sen conexión a redes de saneamento: área ocupada e estimación de fitosanitarios ou outros contaminantes permitidos. Deberá distinguirse entre barcos, trens, automóviles e avións e as súas respectivas infraestruturas fóra de áreas urbanas”.

“3.2.3. PRESIÓNS SOBRE AS MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Indicarase as presións antropoxénicas significativas a que están expostas as masas de auga subterránea, entre as que se contan as fontes de contaminación difusa, as fontes de contaminación puntual...”

“3.2.3.1. Fontes de contaminación difusa

Identificarase as fontes difusas significativas de contaminación nas masas de auga subterránea da demarcación, debidas a:

...

d) Usos de solo urbano. *Uso do solo en zonas de recarga natural a partir das cales a masa de auga subterránea recibe a súa alimentación, referidas ás **alteracións antropoxénicas das características da recarga natural, como por exemplo a desviación das augas pluviais e da escorrentía mediante a impermeabilización do solo, a alimentación artificial, o embalsado ou a drenaxe.”***

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Apartado "6. OBXECTIVOS MEDIOAMBIENTAIS

O plan hidrolóxico conterá a lista de obxectivos medioambientais para as augas superficiais, as augas subterráneas e as zonas protexidas, incluíndo os prazos previstos para a súa consecución, a identificación de condicións para excepcións e prórrogas, e as informacións complementarias que se consideren adecuadas."

"6.4. DETERIORO TEMPORAL DO ESTADO DAS MASAS DE AUGA

Poderase admitir o deterioro temporal do estado das masas de auga se se debe a causas naturais ou de forza maior que sexan excepcionais ou non puideran preverse razoablemente, en particular graves inundacións e secas prolongadas, ou ao resultado de circunstancias derivadas de accidentes que tampouco puideran preverse razoablemente."

Apartado "8. PROGRAMAS DE MEDIDAS"

"8.3. MEDIDAS BÁSICAS"

Neste subapartado cabe destacar:

"h) Medidas para previr ou reducir as repercusións dos episodios de contaminación accidental"

"8.3.2.4.1. Medidas para previr ou limitar las entradas de contaminantes en las augas subterráneas

Sempre que sexa tecnicamente posible, teranse en conta as entradas de contaminantes procedentes de fontes de contaminación difusa que teñan un impacto no estado químico das augas subterráneas.

8.3.2.7. Medidas para previr ou reducir as repercusións dos episodios de contaminación accidental

O plan hidrolóxico recollerá as medidas para previr ou reducir os efectos das contaminacións accidentais, causadas pola industria, por instalacións gandeiras, polos tanques de augas pluviais das depuradoras urbanas e outras.

As contaminacións accidentais procedentes de inundacións incluírán, entre outras medidas, o uso de sistemas automáticos para detectar eses fenómenos ou alertar sobre eles.

Incluíranse todas as medidas apropiadas que deban adoptarse para reducir o risco de danos ao ecosistema acuático en caso de accidentes que no puideran preverse razoablemente."

Ao igual que no Regulamento de Planificación Hidrolóxica anteriormente citado, non queda claro se o significado de vertido "accidental" desde tanques de augas pluviais se refire á consecuencia de fortes choivas, avarías ou mala xestión da rede de saneamento.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AENOR (1997). *UNE-EN 752-4. Sistemas de desagüe y alcantarillado exteriores a edificios. Cálculo hidráulico y consideraciones medioambientales*. AENOR.

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Ministerio de Fomento (España).

CYII (2006). *Normas para redes de saneamiento y drenaje urbano*. Canal de Isabel II.

CHN (1995). *Especificaciones Técnicas Básicas para proyectos de conducciones generales de Saneamiento*. Dirección General de Obras Hidráulicas.

STAHR, P. y B. URBONAS (1990). *Stormwater detention for drainage, water quality, and CSO management*. Prentice Hall. Nueva Jersey. .

TEJERO, I.; J. SUAREZ y J. TEMPRANO (1997). *Contaminación en redes de alcantarillado urbano en tiempo de lluvia: control de vertidos*. Revista de Obras Públicas. Nº 3361. pág 47-57.

URALITA (2004). *Manual de conducciones Uralita*. Thomson-Paraninfo.

ITOHG-SAN-1/1

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE SANEAMENTO

TÍTULO	CÁLCULO DE CAUDAIS EN SANEAMENTO (SAN-1/1)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Maio de 2010



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

**CÁLCULO DE CAUDAIS EN SANEAMENTO
(SAN-1/1)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data: <i>19/05/2010</i>	Modificado por: <i>J.Anta</i>	Obxecto da modificación: <i>Cambio dos coeficientes de Manning para fluxo superficial (Táboa 11)</i>

ÍNDICE

-
- 1.- OBXECTO
 - 2.- CAUDAIS DE AUGAS RESIDUAIS
 - 3.- CAUDAIS DE AUGAS PLUVIAIS
 - 3.1.- Método simplificado
 - 3.1.1.- Ámbito de aplicación
 - 3.1.2.- Estimación do caudal de augas pluviais
 - 3.2.- Método completo
 - 3.2.1.- Ámbito de aplicación
 - 3.2.2.- Choiva de proxecto
 - 3.2.3.- Perdas de precipitación: choiva neta
 - 3.2.4.- Transformación choiva-escorrentía
 - 4.- ESTIMACIÓN DOS CAUDAIS DE PROXECTO

BIBLIOGRAFÍA

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

1.- OBXECTO

O obxecto deste prego é propor as metodoloxías de estimación de caudais nas redes de saneamento e drenaxe de poboacións. Os caudais de tempo seco nas redes unitarias son os xerados polas augas residuais producidas na cunca e pola infiltración, e deberán ser conducidos de forma adecuada ata a depuradora de augas residuais. En tempo de choiva as redes unitarias e as redes de pluviais das redes separativas deberán xestionar apropiadamente os caudais xerados polas choivas. Os caudais para os cales deberán deseñarse os diferentes condutos e infraestruturas complementarias responderán ben a criterios baseados en evitar danos por inundacións (normalmente baseados en análises de riscos) ben a criterios ambientais (normalmente baseados na minimización dos impactos sobre o medio receptor). Estes criterios foron presentados na *ITOHG-SAN-1/0*.

A estimación do caudal total de proxecto realizarase en función da tipoloxía da rede e os períodos de retorno establecidos na instrución *ITOHG-SAN-1/0* e da estratexia de xestión de caudais establecida no apartado catro deste documento.

En xeral, o caudal total será a suma dos caudais de augas residuais e dos caudais de escorrentía. Para a estimación dos caudais de augas pluviais de escorrentía a metodoloxía proposta inclúe dous métodos de cálculo, un simplificado, aplicable ás redes de menor tamaño e a situacións onde non é preciso coñecer a evolución dos caudais no tempo, e un método xeral, aplicable en calquera ámbito de deseño. Inclúense as ecuacións e os parámetros asociados ás metodoloxías recomendadas.

2.- CAUDAIS DE AUGAS RESIDUAIS

As augas residuais a evacuar en tempo seco polos sistemas da rede de sumidoiros poden ter procedencia diversa, debendo considerarse de forma expresa no cálculo, as seguintes orixes:

- a) Augas residuais urbanas: serán aquelas compostas por achegas de tipo doméstico, comercial, dotacional, e industrial integrada nos cascos urbanos.
- b) Augas residuais domésticas: forman parte das augas residuais urbanas, e teñen orixe nos usos da auga nas vivendas.
- c) Augas residuais industriais: achegas de orixe industrial.
- d) Augas de infiltración: augas que se introducen dende o terreo nas redes de saneamento.

O cálculo dos caudais realizarase utilizando a mesma metodoloxía que para o cálculo dos caudais de abastecemento (*ITOHG-ABA-1/1*) pero tendo en conta as particularidades que son presentadas a continuación:

- No cálculo dos caudais punta urbanos utilizarase a seguinte fórmula para o coeficiente punta horario ($C_{p,h,urb}$). Varía o factor inicial respecto á fórmula empregada no abastecemento; utilízase 1,6 no canto de 1,8 para ter en conta o efecto de laminación de puntas que se produce na rede:

$C_{p,h,urb}$: coeficiente punta de variación horaria da demanda de auga urbana ao longo do día.

$$C_{p,h,urb} = 1,6 \cdot \left(1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right)$$

- Considerarase un coeficiente de retorno de 0,8; é dicir, de toda a auga subministrada para abastecemento un 80% converterase en auga residual.
- Non se considerarán retornos de auga abastecida á gandería.
- Os caudais de infiltración a considerar calcularanse a partir dos caudais medios actuais, obtidos tendo en conta as seguintes condicións estimadas:
 - Idade da rede de saneamento: nova (RN) ou vella (RV)
 - Situación da rasante do conduto respecto ao nivel freático: rasante por riba do nivel freático (RNF) ou por debaixo (DNF)

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Consideraranse os seguintes caudais de infiltración:

$$QD_{m,inf} = K \cdot (QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} + QD_{m,ind})$$

Sendo $QD_{m,urb}$ y $QD_{m,ind}$ os valores dos caudais diarios medios residuais actuais. Cando se planifiquen novas zonas utilizaranse os valores futuros.

Non se considerará un valor punta anual nin diario para os caudais de infiltración.

Táboa 1. Valores de coeficiente K para estimar a infiltración.

	Situación da rasante do conduto	Redes Novas	Redes Vellas
DNF	Por debaixo do NF	0,50	1,00
RNF	Por riba do NF	0,25	0,50

A terminoloxía e abreviaturas adoptadas son as seguintes:

$QD_{m,urb}$: caudal diario medio anual de auga residual de orixe urbana.

$QD_{m,ind}$: caudal diario medio anual de auga residual de orixe industrial.

$QD_{m,inf}$: caudal diario medio anual de auga residual por infiltración.

$QD_{m,total} = QD_{m,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf}$: caudal ou demanda diaria media anual total (suma de urbana, industrial, e infiltración, ás que se poderán sumar outros posibles consumos singulares).

A terminoloxía e abreviaturas adoptadas para os coeficientes punta, que coinciden coas definicións recollidas no apartado 3 da ITOHG-ABA-1/1, son as seguintes:

$Cp_{est,urb}$: coeficiente punta de variación estacional (ou diaria) da demanda urbana ao longo do ano.

$Cp_{h,urb}$: coeficiente punta de variación horaria do caudal de auga urbana ao longo do día.

$Cp_{h,ind}$: coeficiente punta de variación horaria do caudal de auga industrial ao longo do día.

Para definir os caudais medios de augas residuais a terminoloxía a empregar é a seguinte:

$QD_{p,urb}$: caudal diario punta estacional no ano de augas residuais urbanas.

$$QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb}$$

$QD_{m,ind}$: caudal diario medio no ano de augas residuais industriais.

$QD_{p,total}$: caudal diario punta total no ano por todos os consumos.

$$QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf}$$

$$QD_{p,total} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf}$$

Para definir os caudais horarios punta a terminoloxía a empregar é a seguinte, asumindo que xa se tivo en conta o coeficiente de retorno:

$QH_{p,urb}$: caudal horario punta urbano de augas residuais no día de máximo consumo no ano.

$$QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot Cp_{h,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} \cdot Cp_{h,urb}$$

$QH_{p,ind}$: caudal horario punta de augas residuais industriais.

$$QH_{p,ind} = QD_{m,ind} \cdot Cp_{h,ind}$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Ao non considerar puntas, estacionais ou durante o día, da infiltración, cúmprese:

$$QH_{p,inf} = QD_{m,inf}$$

$QH_{p,total}$: caudal horario punta total (suma de augas residuais urbanas, industriais, e infiltración, aos que se poderán sumar outros posibles consumos singulares).

$$QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QH_{p,inf}$$

Cp_{global} : coeficiente punta global de variación horaria que se obtén ao dividir o caudal máximo horario ($QH_{p,total}$) entre o caudal diario medio ao longo do ano ($QD_{m,total}$).

Exemplo 1

Cálculo de caudais de saneamento a partir de dotacións xerais. Só zona urbana (L/hab-día) + infiltración

Datos

Características da zona de abastecemento:

Poboación actual	9.500 habitantes
Poboación futura	15.000 habitantes
Tipo de zona de abastecemento	Industrial-comercial media

Dotacións e demandas (ver ITOHG-ABA-1/1):

Dotación abastecemento urbana actual	240 L/hab-día
Dotación abastecemento urbana futura	270 L/hab-día
Dotación residual urbana actual	$0,8 \cdot 240 \text{ L/hab-día} = 192 \text{ L/hab-día}$
Dotación residual urbana futura	$0,8 \cdot 270 \text{ L/hab-día} = 216 \text{ L/hab-día}$

Condicións para estimar a infiltración:

Rede nova (RN) e rasante do conduto por debaixo do nivel freático (DNF)	$K = 0,5$
---	-----------

SITUACIÓN ACTUAL

CAUDAIS MEDIOS

Cálculo de caudais diarios medios de augas residuais de orixe urbana

Caudal diario medio urbano, $QD_{m,urb}$

- $QD_{m,urb} = 9.500 \text{ hab} \cdot 192 \text{ L/hab} \cdot \text{día} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1.000 \text{ L}} = 1.824 \text{ m}^3/\text{día} = 76 \text{ m}^3/\text{hora}$
- $QD_{m,urb} = 21,1 \text{ L/s}$

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

Cálculo de caudais diarios punta estacionales de orixe urbana

Caudal diario punta estacional de augas residuais urbanas, $QD_{p,urb}$

Como $Cp_{est,urb} = 1,4$ (ver apartado 3.1 ITOHG-ABA-1/1) queda:

- $QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} = 1.824 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 1,4 = 2.553,6 \text{ m}^3/\text{día} = 106,4 \text{ m}^3/\text{hora}$
- $QD_{p,urb} = 29,6 \text{ L/s}$

Cálculo do caudal de infiltración

Caudal medio de infiltración, $QD_{m,inf}$

Non existen achegas de augas residuais industriais

- $QD_{m,inf} = K \cdot [(QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} + QD_{m,ind})]$
- $QD_{m,inf} = 0,5 \cdot [2.553,6 \text{ m}^3/\text{día}]$
- $QD_{m,inf} = 0,5 \cdot [2.553,6 \text{ m}^3/\text{día}] = 1.276,8 \text{ m}^3/\text{día} = 53,2 \text{ m}^3/\text{h} = 14,8 \text{ L/s}$

Cálculo do caudal diario punta total

Caudal diario punta total, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,inf} = 2.553,6 \text{ m}^3/\text{día} + 1.276,8 \text{ m}^3/\text{día} = 3.830,4 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{p,total} = 44,3 \text{ L/s}$

CAUDAIS PUNTA

Cálculo de caudais horarios punta de augas residuais de orixe urbana

Caudal horario punta de augas residuais no día de máximo caudal medio, $QH_{p,urb}$

Obtense o coeficiente punta horario urbano:

- $Cp_{h,urb} = 1,6 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right] = 1,6 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{21,1} \right)^{0,5} \right] = 1,95$
- $QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot Cp_{h,urb} = 29,6 \text{ L/s} \cdot 1,95 = 57,72 \text{ L/s}$
- $QH_{p,urb} = 207,8 \text{ m}^3/\text{hora}$

Cálculo de caudal horario punta total

Caudal horario punta total

Ao non considerarse a existencia de puntas horarias na infiltración cúmprese:

- $QH_{p,inf} = QD_{m,inf}$

Polo que

- $QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,inf}$

- $QH_{p,total} = 207,8 \text{ m}^3/\text{hora} + 53,2 \text{ m}^3/\text{hora} = 261 \text{ m}^3/\text{h} = 72,5 \text{ L/s}$

- $Cp_{global} = \frac{261 \text{ m}^3/\text{hora}}{76 \text{ m}^3/\text{hora} + 53,2 \text{ m}^3/\text{hora}} = 2,02$

SITUACIÓN FUTURA

CAUDAIS MEDIOS

Cálculo de caudais diarios medios de augas residuais de orixe urbana

Caudal diario medio urbano, $QD_{m,urb}$

- $QD_{m,urb} = 15.000 \text{ hab} \cdot 216 \text{ L/hab} \cdot \text{día} \cdot 1 \text{ m}^3/1.000 \text{ L} = 3.240 \text{ m}^3/\text{día} = 135 \text{ m}^3/\text{hora}$
- $QD_{m,urb} = 37,5 \text{ L/s}$

Cálculo de caudais diarios medios punta estacionais de orixe urbana

Caudal diario medio punta estacional de augas residuais urbanas, $QD_{p,urb}$

Como $Cp_{est,urb} = 1,4$ (ver apartado 3.1 ITOHG-ABA-1/1) queda:

- $QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} = 3.240 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 1,4 = 4.536 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{p,urb} = 52,5 \text{ L/s}$

Cálculo do caudal de infiltración

Caudal medio de infiltración, $QD_{m,inf}$

Non existen achegas de augas residuais industriais.

Considerase o valor obtido para a situación actual, xa calculado.

- $QD_{m,inf} = K \cdot (QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} + QD_{m,ind})$
- $QD_{m,inf} = 0,5 \cdot [2.553,6 \text{ m}^3 / \text{día}]$

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

- $QD_{m,inf} = 1.276,8 \text{ m}^3/\text{día} = 53,2 \text{ m}^3/\text{h} = 14,8 \text{ L/s}$

Cálculo de caudal diario punta total

Caudal diario punta total, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,inf} = 4.536 \text{ m}^3/\text{día} + 1.276,8 \text{ m}^3/\text{día} = 5.812,8 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{p,total} = 67,3 \text{ L/s}$

CAUDAIS PUNTA

Cálculo de caudais horarios punta de augas residuais de orixe urbana

Caudal horario punta de augas residuais no día de máximo caudal medio, $QH_{p,urb}$

Obtense o coeficiente punta horario urbano:

- $Cp_{h,urb} = 1,6 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right] = 1,6 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{37,5} \right)^{0,5} \right] = 1,86$
- $QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot Cp_{h,urb} = 52,5 \text{ L/s} \cdot 1,86 = 97,65 \text{ L/s}$
- $QH_{p,urb} = 351,5 \text{ m}^3/\text{hora}$

Cálculo de caudal horario punta total

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,inf}$
- $QH_{p,total} = 351,5 \text{ m}^3/\text{hora} + 53,2 \text{ m}^3/\text{hora} = 404,7 \text{ m}^3/\text{h} = 112,4 \text{ L/s}$
- $Cp_{global} = \frac{404,7 \text{ m}^3/\text{hora}}{135 \text{ m}^3/\text{hora} + 53,2 \text{ m}^3/\text{hora}} = 2,15$

Exemplo 2

Cálculo de caudais nunha zona de abastecemento a partir de dotacións xerais. Só zona industrial (L/s·ha) + infiltración

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Datos

Características da zona de abastecemento

Zona industrial actual	5 ha
Zona industrial futura	20 ha

Dotacións e demanda, actual e futura (ver ITOHG-ABA-1/1)

Dotación solo industrial	0,5 L/s-ha
Dotación residual solo industrial	0,8 · 0,5 L/s-ha = 0,4 L/s-ha

Condições para estimar a infiltración:

Rede nova (RN) e rasante do conduto por debaixo do nivel freático (DNF)	$K = 0,5$
---	-----------

SITUACIÓN ACTUAL

CAUDAIS MEDIOS

Cálculo de caudais diarios medios de augas residuais de orixe industrial

Caudal diario medio de auga residual industrial, $QD_{m,ind}$

- $QD_{m,ind} = 5 \text{ ha} \cdot 0,4 \text{ L/s} \cdot \text{ha} \cdot 86.400 \text{ s/día} \cdot 1 \text{ m}^3 / 1.000 \text{ L} = 172,8 \text{ m}^3 / \text{día}$
- $QD_{m,ind} = 2 \text{ L/s} = 7,2 \text{ m}^3 / \text{hora}$

Cálculo do caudal de infiltración

Caudal diario medio de infiltración, $QD_{m,inf}$

Non hai achegas de augas residuais urbanas

- $QD_{m,inf} = K \cdot (QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} + QD_{m,ind})$
- $QD_{m,inf} = 0,5 \cdot \left[172,8 \text{ m}^3 / \text{día} \right]$
- $QD_{m,inf} = 0,5 \cdot \left[172,8 \text{ m}^3 / \text{día} \right] = 86,4 \text{ m}^3 / \text{día} = 3,6 \text{ m}^3 / \text{hora} = 1 \text{ L/s}$

Cálculo de caudal diario punta total

Caudal diario punta total, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{m,ind} + QD_{m,inf} = 172,8 \text{ m}^3 / \text{día} + 86,4 \text{ m}^3 / \text{día} = 259,2 \text{ m}^3 / \text{día}$
- $QD_{p,total} = 10,8 \text{ m}^3 / \text{hora}$

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

- $QD_{p,total} = 3 L/s$

CAUDAIS PUNTA

Cálculo de caudais horarios punta de augas residuais de orixe industrial

Caudal horario punta industrial, $QH_{p,ind}$.

Obtense o coeficiente punta (ver apartado 3.3 ITOHG-ABA-1/1):

- $Cp_{h,ind} = \frac{24 \text{ horas}}{8 \text{ horas traballo}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{220 \text{ días}} = 4,98$

- $QD_{m,ind} = 7,2 m^3/hora$

- $QH_{p,ind} = QD_{m,ind} \cdot Cp_{h,ind} = 4,98 \cdot 7,2 m^3/hora = 35,86 m^3/hora$

Cálculo de caudal horario punta total de augas residuais

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,ind} + QH_{p,inf}$

- $QH_{p,total} = 35,86 m^3/hora + 3,6 m^3/hora = 39,46 m^3/hora = 11 L/s$

- $Cp_{global} = \frac{39,46 m^3/hora}{7,2 m^3/hora} = 5,48$

SITUACIÓN FUTURA

CAUDAIS MEDIOS

Cálculo de caudais diarios medios de augas residuais de orixe industrial

Caudal diario medio de auga residual industrial, $QD_{m,ind}$

- $QD_{m,ind} = 20 ha \cdot 0,4 L/s \cdot ha \cdot 86.400 s/día \cdot 1 m^3/1.000 L = 691,2 m^3/día$

- $QD_{m,ind} = 8 L/s = 28,8 m^3/hora$

Cálculo do caudal de infiltración

Caudal diario medio de infiltración, $QD_{m,inf}$

Considérase o calculado para a situación actual.

- $QD_{m,inf} = 0,5 \cdot \left[172,8 \text{ m}^3 / \text{día} \right] = 86,4 \text{ m}^3 / \text{día} = 3,6 \text{ m}^3 / \text{hora} = 1 \text{ L/s}$

Cálculo de caudal diario punta total

Caudal diario punta total, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{m,ind} + QD_{m,inf} = 691,2 \text{ m}^3 / \text{día} + 86,4 \text{ m}^3 / \text{día} = 777,6 \text{ m}^3 / \text{día}$
- $QD_{p,total} = 9 \text{ L/s} = 32,4 \text{ m}^3 / \text{hora}$

CAUDAIS PUNTA

Cálculo de caudais horarios punta de augas residuais de orixe industrial

Caudal horario punta industrial, $QH_{p,ind}$

Obtense o coeficiente punta (ver apartado 3.3 ITOHG-ABA-1/1):

- $CP_{h,ind} = \frac{24 \text{ horas}}{8 \text{ horas traballo}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{220 \text{ días}} = 4,98$
- $QD_{m,ind} = 28,8 \text{ m}^3 / \text{hora}$
- $QH_{p,ind} = QD_{m,ind} \cdot CP_{h,ind} = 4,98 \cdot 28,8 \text{ m}^3 / \text{hora} = 143,42 \text{ m}^3 / \text{hora}$

Cálculo de caudal punta total de augas residuais

Cálculo de caudal punta total de augas residuais

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,inf}$
- $QH_{p,total} = 143,42 \text{ m}^3 / \text{hora} + 3,6 \text{ m}^3 / \text{hora} = 147 \text{ m}^3 / \text{hora} = 40,8 \text{ L/s}$
- $CP_{global} = \frac{147 \text{ m}^3 / \text{hora}}{28,8 \text{ m}^3 / \text{hora} + 3,6 \text{ m}^3 / \text{hora}} = 4,54$

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

Exemplo 3

Cálculo de caudais nunha zona de abastecemento a partir de dotacións xerais. Zona urbana (L/hab.día) + zona industrial (L/s.ha) + infiltración

Datos

Características da zona de abastecemento:

Poboación actual	9.500 habitantes
Poboación futura	15.000 habitantes
Tipo de zona de abastecemento	Industrial-comercial media
Zona industrial actual	5 ha
Zona industrial futura	20 ha

Dotacións e demandas (ver ITOHG-ABA-1/1):

Dotación urbana actual	240 L/hab.día
Dotación urbana futura	270 L/hab.día
Dotación solo industrial (actual e futura)	0,5 L/s.ha
Dotación residual urbana actual	192 L/hab.día
Dotación residual urbana futura	216 L/hab.día
Dotación residual solo industrial (actual e futura)	0,4 L/s.ha

Condições para estimar a infiltración:

Rede nova (RN) e rasante do conduto por debaixo do nivel freático (DNF)	$K = 0,5$
---	-----------

SITUACIÓN ACTUAL

CAUDAIS MEDIOS

Cálculo de consumos medios

Caudal diario medio urbano, $QD_{m,urb}$

- $QD_{m,urb} = 9.500 \text{ hab} \cdot 192 \text{ L/hab} \cdot \text{día} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1.000 \text{ L}} = 1.824 \text{ m}^3/\text{día} = 76 \text{ m}^3/\text{hora}$
- $QD_{m,urb} = 21,1 \text{ L/s}$

Caudal diario medio industrial, $QD_{m,ind}$

- $QD_{m,ind} = 5 \text{ ha} \cdot 0,4 \text{ L/s} \cdot \text{ha} \cdot 8.6400 \text{ s/día} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1.000 \text{ L}} = 172,8 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{m,ind} = 2 \text{ L/s} = 7,2 \text{ m}^3/\text{hora}$

Caudal diario medio total, $QD_{m,total}$

- $QD_{m,total} = 76 + 7,2 = 83,2 \text{ m}^3/\text{hora}$

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

- $QD_{m,total} = 1.996,8 \text{ m}^3/\text{día}$

Cálculo de caudais diarios punta estacionais

Caudal diario punta estacional de augas residuais urbanas, $QD_{p,urb}$

Como $Cp_{est,urb} = 1,4$ (ver apartado 3.1 ITOHG-ABA-1/1) queda:

- $QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} = 1.824 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 1,4 = 2.553,6 \text{ m}^3/\text{día} = 106,4 \text{ m}^3/\text{hora}$
- $QD_{p,urb} = 29,6 \text{ L/s}$

Caudal diario punta total en el año por todos os consumos, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} = 2.553,6 \text{ m}^3/\text{día} + 172,8 \text{ m}^3/\text{día} = 2.726 \text{ m}^3/\text{día}$

Cálculo do caudal de infiltración

Caudal diario medio de infiltración, $QD_{m,inf}$

- $QD_{m,inf} = K \cdot [(QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} + QD_{m,ind})]$
- $QD_{m,inf} = 0,5 \cdot [2.553,6 \text{ m}^3/\text{día} + 172,8 \text{ m}^3/\text{día}] = 1.363,2 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{m,inf} = 56,8 \text{ m}^3/h = 15,8 \text{ L/s}$

Caudal diario punta total

Caudal diario punta total, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf} = 2.553,6 \text{ m}^3/\text{día} + 172,8 \text{ m}^3/\text{día} + 1.363,2 \text{ m}^3/\text{día} = 4.089,6 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{p,total} = 47,3 \text{ L/s}$

CAUDAIS PUNTA

Cálculo de caudais horarios punta de augas residuais de orixe urbana

Caudal horario punta de augas residuais no día de máximo caudal medio, $QH_{p,urb}$

Obtense o coeficiente punta horario urbano:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- $C_{p_{h,urb}} = 1,6 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right] = 1,6 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{21,1} \right)^{0,5} \right] = 1,95$
- $QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot C_{p_{h,urb}} = 26,9 L/s \cdot 1,95 = 52,5 L/s$
- $QH_{p,urb} = 189 m^3/hora$

Cálculo de caudais horarios punta de augas residuais de orixe industrial

Caudal horario punta industrial, $QH_{p,ind}$.

Obtense o coeficiente punta (ver apartado 3.3 ITOHG-ABA-1/1):

- $C_{p_{h,ind}} = \frac{24horas}{8 horas traballo} \cdot \frac{365días}{220días} = 4,98$
- $QD_{m,ind} = 7,2 m^3/hora$
- $QH_{p,ind} = QD_{m,ind} \cdot C_{p_{h,ind}} = 4,98 \cdot 7,2 m^3/hora = 35,86 m^3/hora$

Cálculo de caudal horario punta total de augas residuais

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QH_{p,inf}$
- $QH_{p,total} = 189 m^3/hora + 35,86 m^3/hora + 56,8 m^3/hora = 281,66 m^3/hora$
- $C_{p_{global}} = \frac{281,7 m^3/hora}{76 m^3/hora + 7,2 m^3/hora + 56,8 m^3/hora} = 2$

SITUACIÓN FUTURA

CAUDAIS MEDIOS

Cálculo de caudais diarios medios de augas residuais de orixe urbana

Caudal diario medio urbano, $QD_{m,urb}$

- $QD_{m,urb} = 15.000hab \cdot 216 L/hab \cdot día \cdot 1 m^3/1.000L = 3.240 m^3/día = 135 m^3/hora$
- $QD_{m,urb} = 37,5 L/s$

Cálculo de caudais diarios medios de augas residuais de orixe industrial

Caudal diario medio de auga residual industrial, $QD_{m,ind}$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

- $QD_{m,ind} = 20ha \cdot 0,4 \frac{L}{s \cdot ha} \cdot 86.400 \frac{s}{día} \cdot 1 \frac{m^3}{1.000L} = 691,2 \frac{m^3}{día}$
- $QD_{m,ind} = 8 \frac{L}{s} = 28,8 \frac{m^3}{hora}$

Cálculo de caudais diarios punta estacionais de orixe urbana

Caudal diario punta estacional de augas residuais urbanas, $QD_{p,urb}$

Como $Cp_{est,urb} = 1,4$ (ver apartado 3.1 ITOHG-ABA-1/1) queda:

- $QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} = 3.240 \frac{m^3}{día} \cdot 1,4 = 4.536 \frac{m^3}{día}$
- $QD_{p,urb} = 52,5 \frac{L}{s}$

Cálculo do caudal de infiltración

Caudal medio de infiltración, $QD_{m,inf}$

Considérase o calculado para a situación actual.

- $QD_{m,inf} = 1.363,2 \frac{m^3}{día} = 56,8 \frac{m^3}{hora} = 15,8 \frac{L}{s}$

Cálculo do caudal diario punta total

Caudal diario punta total, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf} = 4.536 \frac{m^3}{día} + 691,2 \frac{m^3}{día} + 1.363,2 \frac{m^3}{día} = 6.590 \frac{m^3}{día}$
- $QD_{p,total} = 76,3 \frac{L}{s} = 274,6 \frac{m^3}{hora}$

CAUDAIS PUNTA

Cálculo de caudais horarios punta de augas residuais de orixe urbana

Caudal horario punta de augas residuais no día de máximo caudal medio, $QH_{p,urb}$

Obtense o coeficiente punta horario urbano :

- $Cp_{h,urb} = 1,6 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right] = 1,6 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{37,5} \right)^{0,5} \right] = 1,86$
- $QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot Cp_{h,urb} = 52,5 \frac{L}{s} \cdot 1,86 = 97,7 \frac{L}{s}$
- $QH_{p,urb} = 351,8 \frac{m^3}{hora}$

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

Cálculo de caudais horarios punta de augas residuais de orixe industrial

Caudal horario punta industrial, $QH_{p,ind}$

Obtense o coeficiente punta (ver apartado 3.3 ITOHG-ABA-1/1):

- $CP_{h,ind} = \frac{24\text{horas}}{8\text{horas traballo}} \cdot \frac{365\text{días}}{220\text{días}} = 4,98$
- $QD_{m,ind} = 28,8\text{m}^3/\text{hora}$
- $QH_{p,ind} = QD_{m,ind} \cdot CP_{h,ind} = 4,98 \cdot 28,8\text{m}^3/\text{hora} = 143,42\text{m}^3/\text{hora}$

Cálculo de caudal horario punta total

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QH_{p,inf}$
- $QH_{p,total} = 351,5\text{m}^3/\text{hora} + 143,42\text{m}^3/\text{hora} + 56,8\text{m}^3/\text{hora} = 551,7\text{m}^3/\text{hora} = 153\text{L/s}$
- $CP_{global} = \frac{551,7\text{m}^3/\text{hora}}{135\text{m}^3/\text{hora} + 28,8\text{m}^3/\text{hora} + 56,8\text{m}^3/\text{hora}} = 2,5$

Exemplo 4

Cálculo de caudais nunha zona de abastecemento a partir das dotación de solos clasificados

Datos

Características da zona de abastecemento (futuro)

Solo residencial, edificios multifamiliares

Nº de vivendas	4.000
Superficie	140 m ²

Solo dotacional

10 ha

Zonas verdes comúns

15 ha

Solo industrial

20 ha

Dotacións e demandas (futuro), (ver ITOHG-ABA-1/1):

Dotación de abastecemento por vivenda

1,05 m³/viv-día

Dotación de abastecemento solo dotacional

50 m³/ha-día

Dotación de abastecemento rego zonas verdes

20 m³/ha-día

Dotación de abastecemento solo industrial

43,2 m³/ha-día

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

Dotación de auga residual por vivenda	$0,8 \cdot 1,05 \text{ m}^3/\text{viv} \cdot \text{día} = 0,84 \text{ m}^3/\text{viv} \cdot \text{día}$
Dotación de auga residual solo dotacional	$0,8 \cdot 50 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{día} = 40 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{día}$
Dotación de auga residual solo industrial	$0,8 \cdot 43,2 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{día} = 34,6 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{día}$

SITUACIÓN FUTURA

CAUDAIS MEDIOS

Cálculo de caudais diarios medios de augas residuais de orixe urbana

Caudal diario medio urbano, $QD_{m,urb}$

- Solo residencial : $QD_{m,res} = 4.000 \text{viv} \cdot 0,84 \text{ m}^3/\text{viv} \cdot \text{día} = 3.360 \text{ m}^3/\text{día}$
- Solo dotacional: $QD_{m,dot} = 10 \cdot 40 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{día} = 400 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{m,urb} = 3.360 \text{ m}^3/\text{día} + 400 \text{ m}^3/\text{día} = 3.720 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{m,urb} = 155 \text{ m}^3/\text{hora} = 43,1 \text{ L/s}$

Cálculo de caudais diarios medios de augas residuais de orixe industrial

Caudal diario medio de auga residual industrial, $QD_{m,ind}$

- $QD_{m,ind} = 20 \text{ha} \cdot 34,6 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{día} = 692 \text{ m}^3/\text{día} = 28,8 \text{ m}^3/\text{hora} = 8 \text{ L/s}$

Cálculo de caudais diarios punta estacionais de orixe urbana

Caudal diario punta estacional de augas residuais urbanas, $QD_{p,urb}$

Como $Cp_{est,urb} = 1,4$ (ver apartado 3.1 ITOHG-ABA-1/1) queda:

- $QD_{p,urb} = QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} = 3.720 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 1,4 = 5.208 \text{ m}^3/\text{día}$
- $QD_{p,urb} = 60,3 \text{ L/s} = 217 \text{ m}^3/\text{hora}$

Cálculo do caudal de infiltración

Caudal diario medio de infiltración, $QD_{m,inf}$

- $QD_{m,inf} = K \cdot [(QD_{m,urb} \cdot Cp_{est,urb} + QD_{m,ind})]$

Onde $QD_{m,urb}$ e $QD_{m,ind}$ son valores de caudais urbanos e industriais **futuros**, neste caso

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

- $QD_{m,inf} = 34,1 \frac{L}{s} = 122,9 \frac{m^3}{hora} = 2.950 \frac{m^3}{día}$

Cálculo de caudal diario punta total

Caudal diario punta total, $QD_{p,total}$

- $QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf} = 5.208 \frac{m^3}{día} + 692 \frac{m^3}{día} + 2.950 \frac{m^3}{día}$
- $QD_{p,total} = 8.850 \frac{m^3}{día}$
- $QD_{p,total} = 102,4 \frac{L}{s} = 368,8 \frac{m^3}{hora}$

CAUDAIS PUNTA

Cálculo de caudais horarios punta de augas residuais de orixe urbana

Caudal horario punta de augas residuais no día de máximo caudal medio, $QH_{p,urb}$

Obtense o coeficiente punta horario urbano :

- $Cp_{h,urb} = 1,6 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{QD_{m,urb}} \right)^{0,5} \right] = 1,6 \cdot \left[1 + \left(\frac{1}{45,8} \right)^{0,5} \right] = 1,84$
- $QH_{p,urb} = QD_{p,urb} \cdot Cp_{h,urb} = 60,3 \frac{L}{s} \cdot 1,84 = 111,1 \frac{L}{s}$
- $QH_{p,urb} = 400,1 \frac{m^3}{hora}$

Cálculo de caudais horarios punta de augas residuais de orixe industrial

Caudal horario punta industrial, $QH_{p,ind}$

Obtense o coeficiente punta (ver apartado 3.3 ITOHG-ABA-1/1):

- $Cp_{h,ind} = \frac{24 \text{ horas}}{8 \text{ horas traballo}} \cdot \frac{365 \text{ días}}{220 \text{ días}} = 4,98$
- $QD_{m,ind} = 28,8 \frac{m^3}{hora}$
- $QH_{p,ind} = QD_{m,ind} \cdot Cp_{h,ind} = 4,98 \cdot 28,8 \frac{m^3}{hora} = 143,5 \frac{m^3}{hora}$

Cálculo de caudal horario punta total

Caudal horario punta total

- $QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QH_{p,inf}$

$$\begin{aligned}
 & \bullet \quad QH_{p,total} = 400,1 \text{ m}^3/\text{hora} + 143,5 \text{ m}^3/\text{hora} + 122,9 \text{ m}^3/\text{hora} = 667 \text{ m}^3/\text{hora} \\
 & \quad QH_{p,total} = 185 \text{ L/s} \\
 & \bullet \quad Cp_{global} = \frac{667 \text{ m}^3/\text{hora}}{155 \text{ m}^3/\text{hora} + 28,8 \text{ m}^3/\text{hora} + 122,9 \text{ m}^3/\text{hora}} = 2,17
 \end{aligned}$$

3.- CAUDAIS DE AUGAS PLUVIAIS

3.1.- Método simplificado

3.1.1.- Ámbito de aplicación

O método simplificado, aplicable a redes de reducido tamaño e a cuncas rurais, baséase na aplicación do método racional. A diferenza co método completo é que neste caso acéptase que os cálculos se realicen sen o apoio dun paquete informático concreto.

Utilizarase o método simplificado sempre que se cumpran simultaneamente as seguintes condicións:

- A superficie da cunca urbana é inferior a 10 hectáreas.
- A poboación servida é inferior aos 3.000 habitantes.
- Non existen antecedentes de inundacións.
- Non existen incorporacións dende augas arriba á cunca de análise.

O método simplificado empregárase para a estimación dos caudais de augas pluviais en réxime permanente, polo que non pode aplicarse aos escenarios de cálculo nos que permite a entrada en carga da rede. Polo tanto, o deseño das conducións asociadas a esta metodoloxía hase realizar para un grao de enchido dun 75% das mesmas, utilizando os períodos de retorno asociados a esta circunstancia (ver Táboa 2 da ITOHG-SAN-1/0).

3.1.2.- Estimación do caudal de augas pluviais

Para a estimación do caudal de deseño de augas pluviais QP, empregárase a fórmula racional:

$$QP = \frac{C \cdot I_{T_c} \cdot A}{360}$$

Onde:

QP: caudal de augas pluviais (m³/s).

C: coeficiente medio de escorrentía da cunca ou superficie drenada.

I_{T_c} : intensidade media de precipitación correspondente ao tempo de concentración para período de retorno considerado (ver ITOHG-SAN-1/0) (mm/h).

A: área de cunca ou superficie drenada (ha).

Estimación da intensidade media de precipitación

A intensidade media de precipitación será a asociada a unha duración igual ao tempo de concentración da cunca ou superficie drenada T_c , para o que se adoptará o seguinte valor:

$$T_c = t_e + t_v$$

Onde:

T_c : tempo de concentración (h).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

t_e : tempo de escorrentía (h).
 t_v : tempo de viaxe polas conducións da rede (h).

O tempo de escorrentía é o tempo que tarda a choiva máis afastada en chegar ao leito ou á rede de saneamento. Na práctica, varía entre 5 e 10 minutos. A falta de valores máis precisos pódese adoptar un valor, situado no lado da seguridade, de 5 minutos.

O tempo de viaxe defínese como o tempo que tarda o auga que discorre por un cauce ou pola rede en chegar ao punto de concentración da escorrentía. Para a súa estimación pode empregarse a seguinte expresión:

$$t_v = \frac{L}{3.600 \cdot v}$$

Onde:

t_v : tempo de viaxe polas conducións da rede (h).
 L : lonxitude das conducións da rede (m).
 v : velocidade media de circulación pola rede (m/s).

Se no momento de avaliar o tempo de viaxe non se coñecen a totalidade das condicións hidráulicas da rede (por exemplo a velocidade), estas fixaranse de forma aproximada comprobando a posteriori se as hipóteses son axeitadas a través dun proceso iterativo, segundo se representa na Figura. 1. Para estimar a velocidade media e realizar o cálculo dos caudais polas conducións pódense empregar as velocidades e métodos de referencia expostos na instrución *ITOHG-SAN-1/3*.

Tamén son de utilidade os valores amosados na Táboa 2, na que se presentan os valores de caudais máximos para conducións de varios diámetros e pendentes. Os cálculos están realizados empregando a ecuación de Manning para réxime permanente, con grao de enchido da condución do 75% e un coeficiente de Manning de 0,015. Na instrución *ITOHG-SAN-1/3* recóllese esta ecuación e o método de cálculo empregado.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

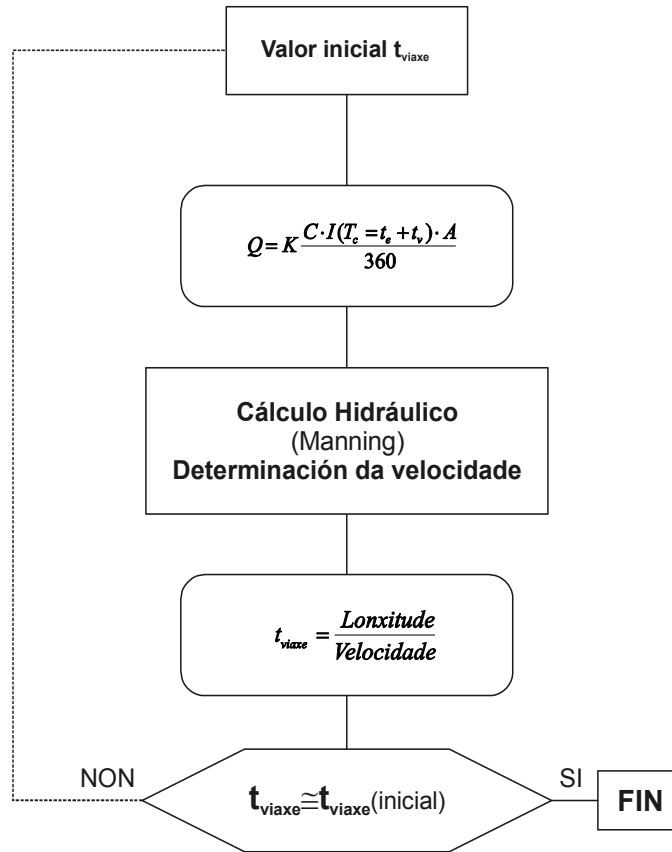


Figura 1. Diagrama de cálculo do tempo de viaxe.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Táboa 2. Caudais máximos para conducións a un 75% de enchido e un coeficiente de Manning de 0,015.

Pendente (m/m)	DIÁMETRO											
	300 mm		400 mm		500 mm		600 mm		800 mm		1.000 mm	
	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)	Q (m ³ /s)	V (m/s)
0,001	0,024	0,42	0,052	0,51	0,094	0,60	0,153	0,67	0,330	0,82	0,599	0,95
0,002	0,034	0,60	0,074	0,73	0,133	0,84	0,217	0,95	0,467	1,16	0,847	1,34
0,003	0,042	0,74	0,090	0,89	0,163	1,03	0,266	1,17	0,572	1,42	1,038	1,64
0,004	0,048	0,85	0,104	1,03	0,189	1,19	0,307	1,35	0,661	1,63	1,198	1,90
0,005	0,054	0,95	0,116	1,15	0,211	1,34	0,343	1,51	0,739	1,83	1,340	2,12
0,006	0,059	1,04	0,127	1,26	0,231	1,46	0,376	1,65	0,809	2,00	1,468	2,32
0,007	0,064	1,12	0,138	1,36	0,250	1,58	0,406	1,78	0,874	2,16	1,585	2,51
0,008	0,068	1,20	0,147	1,46	0,267	1,69	0,434	1,91	0,935	2,31	1,695	2,68
0,009	0,073	1,27	0,156	1,54	0,283	1,79	0,460	2,02	0,991	2,45	1,798	2,84
0,010	0,076	1,34	0,165	1,63	0,298	1,89	0,485	2,13	1,045	2,58	1,895	3,00
0,015	0,094	1,65	0,202	1,99	0,365	2,31	0,594	2,61	1,280	3,17	2,321	3,67
0,020	0,108	1,90	0,233	2,30	0,422	2,67	0,686	3,02	1,478	3,65	2,680	4,24
0,025	0,121	2,12	0,260	2,57	0,472	2,99	0,767	3,37	1,652	4,09	2,996	4,74
0,030	0,132	2,33	0,285	2,82	0,517	3,27	0,840	3,69	1,810	4,48	3,282	5,19

Para estimar o tempo de concentración en cuncas rurais de cabeceira pode empregarse a seguinte expresión, válida cando a circulación prodúcese fundamentalmente por leitos naturais:

$$T_c \approx 0.3 \left(\frac{L}{J_e^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Onde:

T_c : tempo de concentración (h).

L : lonxitude do cauce principal (km).

J_e : pendente media do cauce principal (m/m).

Para o cálculo da intensidade media de precipitación I_t , asociada a unha duración igual a t , empregárase o valor da choiva real diaria (P_d) para o período de retorno considerado, segundo a seguinte expresión intensidade-duración:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1-t^{0,1}}}{28^{0,1}-1}}$$

Onde:

t : é o tempo de concentración T_c (h).

I_t : intensidade media de precipitación correspondente a duración de t horas (mm/h).

I_d : intensidade media diaria de precipitación correspondente o período de retorno (mm/h).

$$I_d = \frac{P_d}{24}$$

P_d : precipitación máxima diaria correspondente o período de retorno considerado (mm).

I_t/I_d : cociente entre a intensidade horaria e diaria, que pode adoptarse da Figura. 2.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

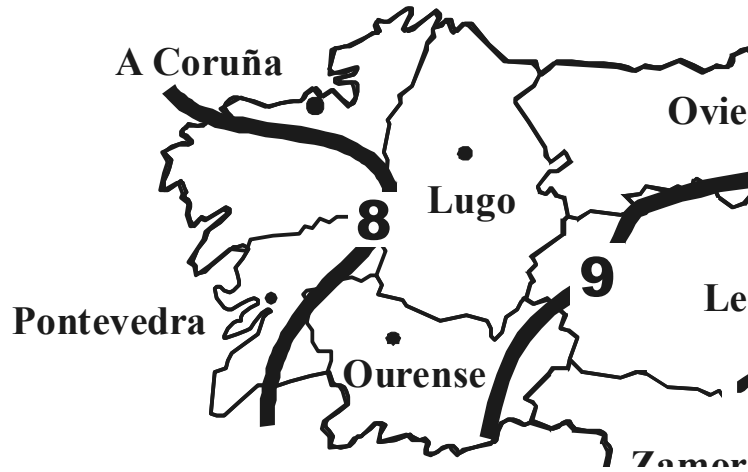


Figura 2. Relación entre I_1/I_a .

Para o cálculo da precipitación total diaria empregárase a metodoloxía recollida na publicación do Ministerio de Fomento "Las Precipitaciones Máximas en 24 horas y sus períodos de retorno en España. Volumen 1 Galicia". Para Galicia, pódense adoptar os valores de precipitación máxima diaria para os períodos de retorno de 5, 10 e 25 anos das figuras seguintes.

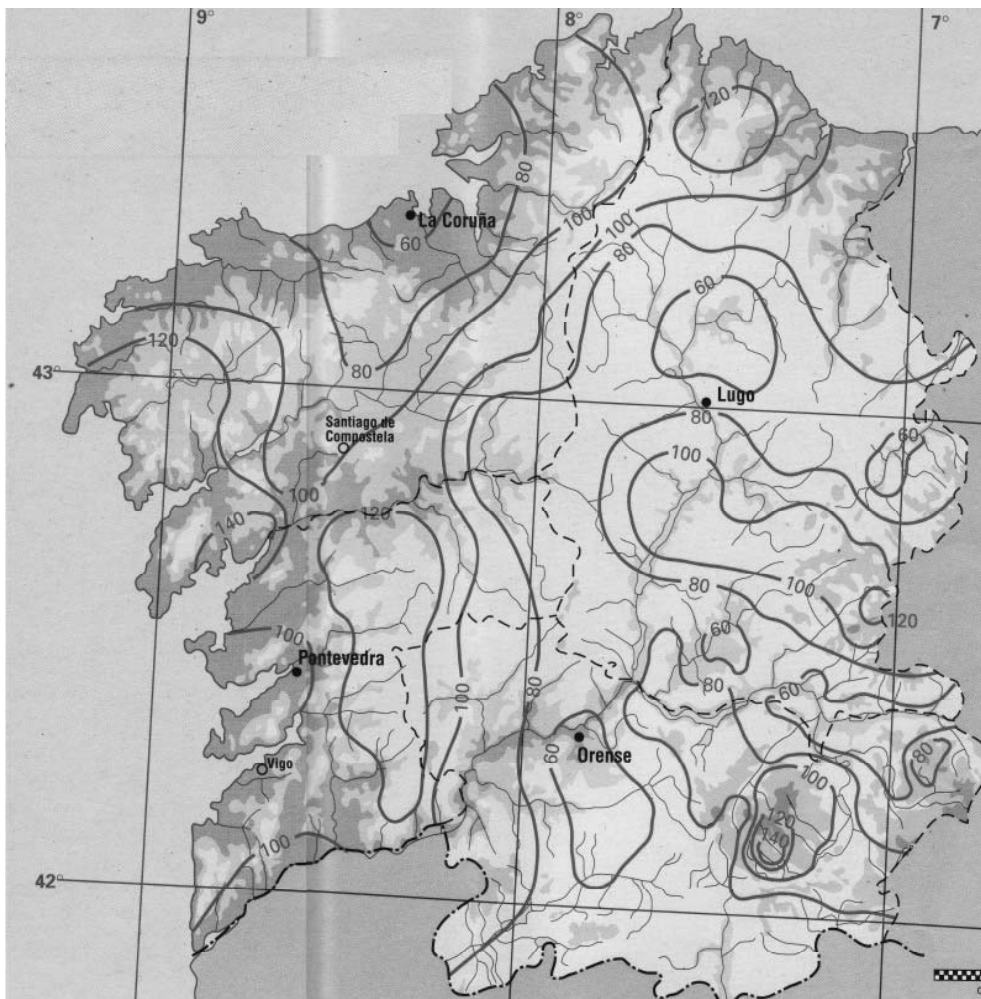


Figura 3. Valor da precipitación máxima diaria P_d para un período de retorno $T=5$ anos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

Nesta publicación recóllense os rexistros de 107 estacións pluviométricas galegas, e un análise das precipitacións máximas para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 500 anos (M.M.A., 1.998).

Nos últimos anos estase a producir un cambio nas condicións climáticas da terra, isto afecta tamén a Galicia polo que no caso de considerarse oportuno tomaranse as medidas adecuadas para ter en conta esta situación.

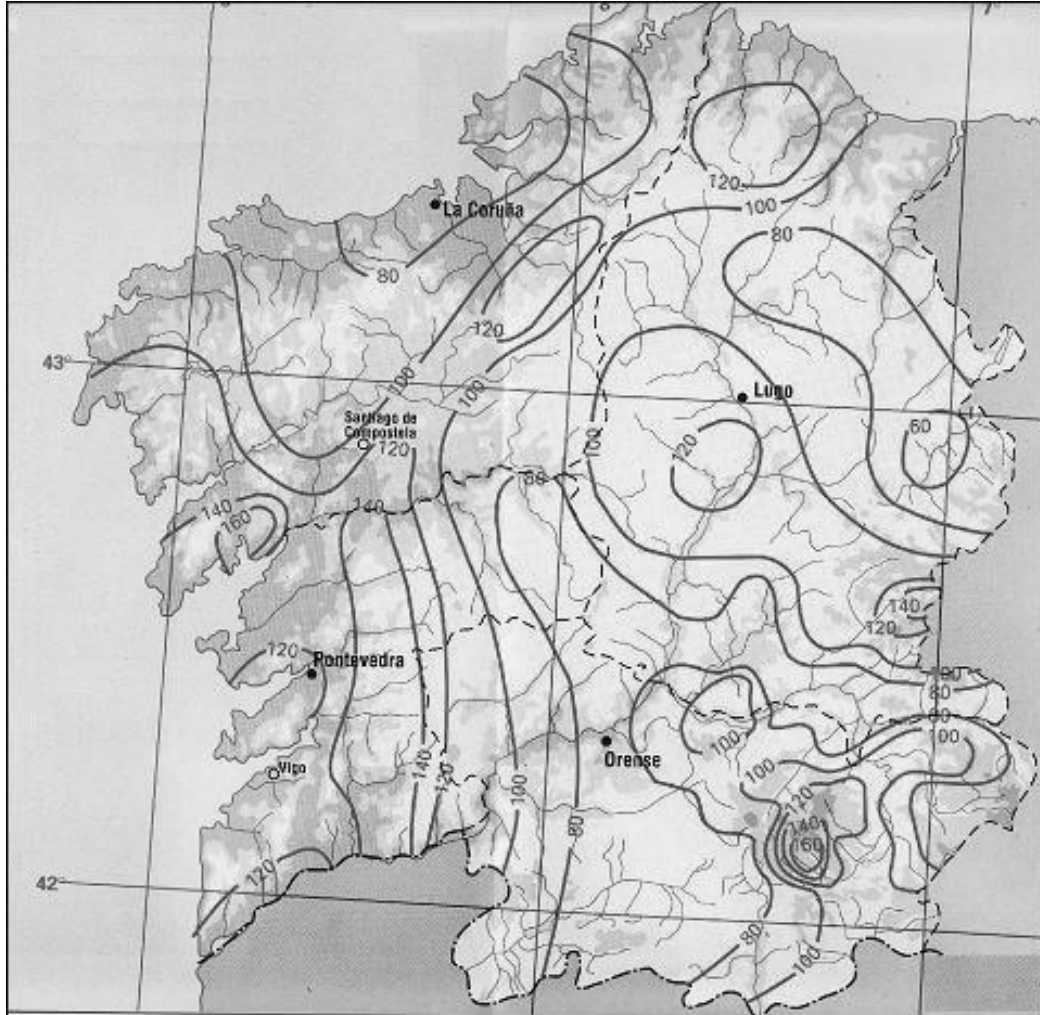


Figura 4. Valor da precipitación máxima diaria P_d para un período de retorno $T=10$ anos.

Dun modo xustificad, poderanse empregar rexistros e precipitacións máximas diarias de outras estacións pluviométricas próximas á zona de estudo. Outra fonte de información válida é a publicación “Máximas lluvias diarias en la España peninsular” do Ministerio de Fomento (M.F., 1.999). Esta publicación inclúe un software que permite estimar as precipitacións máximas diarias para calquera punta da península en función das súas coordenadas xeográficas.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

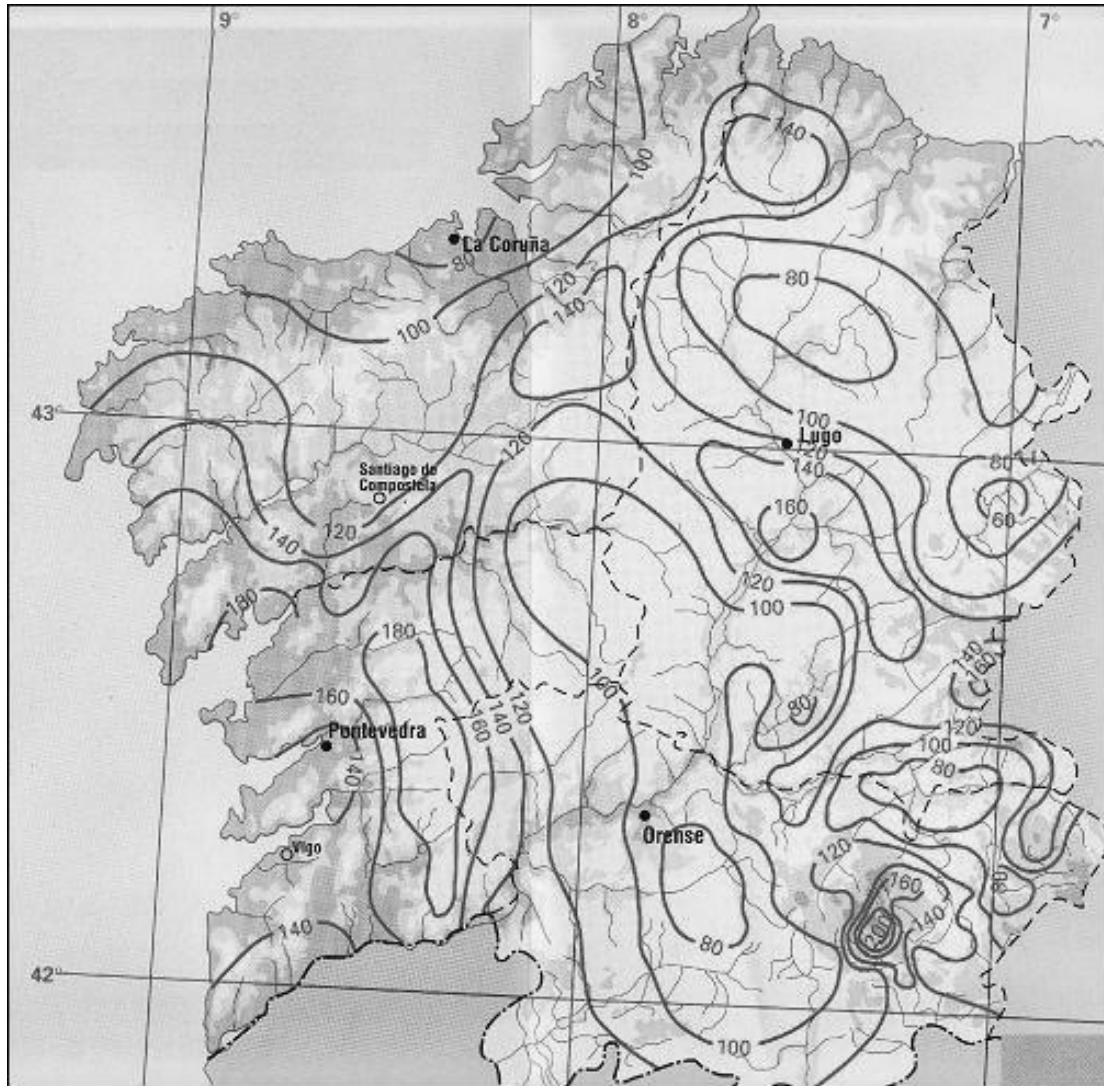


Figura 5. Valor da precipitación máxima diaria P_d para un período de retorno $T=25$ anos.

Estimación do coeficiente de escorrentía

En cuncas rurais, pódese estimar o coeficiente de escorrentía a partir da seguinte expresión:

$$C = \frac{((P_d / P_0) - 1)((P_d / P_0) + 23)}{((P_d / P_0) + 11)^2}$$

Onde:

C: coeficiente de escorrentía (adimensional).

P_d : precipitación total máxima diaria correspondente a un período de retorno T (mm).

P_0 : umbral de escorrentía. Indica o valor da precipitación acumulada por debaixo da cal non se produce escorrentía (mm). Os valores de P_0 indícanse na instrución 5.2. IC.

En cuncas urbanas, pódense aplicar os seguintes valores de coeficientes de escorrentía, que poden ponderarse coa contribución en termos de superficie de cada uso da cunca:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Táboa 3. Coeficientes de escorrentía recomendados pola CHN (1.995).

Tipo de uso	C
Rural	0,50
Urbano. Edificación aberta	0,70
Urbano. Edificación pechada	0,90
Mixta. Urbana-Industrial	0,80
Industrial	0,70
Zona verde	0,30

Exemplo 5

Estimación do caudal máximo de augas pluviais para un período de retorno T=10 anos

Datos

Cunca urbana de 9 ha na cidade de A Coruña.

Lonxitude do conduto principal 450 m. Pendente media da conducción 0,5%

Características da superficie da cunca:

- 30 % Urbano. Edificación aberta.
- 50 % Urbano. Edificación pechada.
- 20 % Zona verde.

No texto "Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus períodos de retorno en España. Volumen 1. Galicia." recollese a seguinte táboa coas precipitacións máximas diarias e os seus períodos de retorno para a estación meteorolóxica de A Coruña.

Táboa 4. Precipitacións máximas diarias en A Coruña.

T (anos)	2	5	10	25
P (mm)	42,3	54,5	62,6	72,8

Aplicación do método racional

Para a estimación do caudal de augas pluviais emprégase a seguinte fórmula

$$QP = \frac{C \cdot I_{T_c} \cdot A}{360}$$

Para estimar o coeficiente de escorrentía C global emprégase a Táboa 3 e ponderase o valor de dito coeficiente para cada uso coa área de cada tipo de superficie:

$$C = 0,3 \cdot 0,5 + 0,5 \cdot 0,9 + 0,2 \cdot 0,3 = 0,66$$

Para calcular a Intensidade media asociada ao tempo de concentración da cunca calcúlase en primeiro lugar o tempo de concentración:

$$T_c = t_e + t_r$$

Onde se adopta un valor de 5 minutos para o tempo de escorrentía t_e . Para calcular o tempo de viaxe t_v emprégase un valor inicial de velocidade de tránsito de 1,5 m/s. Este valor é un valor arbitrario que debe ser acorde co reflectido no apartado 2 da ITOHG-SAN-1/3, relativo ás velocidades de circulación das conducións.

Para este valor de velocidade, e unha lonxitude da conducción principal de 450 m, obtense o seguinte tempo de viaxe:

$$t_v = \frac{\text{Lonxitude}}{\text{Velocidade}} = \frac{450m}{1,5 \frac{m}{s}} \cdot \frac{1}{3.600} = 5 \text{ min}$$

Polo tanto, o tempo de concentración T_c vale:

$$T_c = 5 + 5 = 10 \text{ min} \approx 0,167 \text{ h}$$

Unha vez estimado tempo de concentración, e empregando a seguinte ecuación da Instrución 5.2 IC pode calcularse o valor da intensidade de precipitación asociada a T_c como:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - 0,1}{28^{0,1} - 1}}$$

Onde t é o tempo de concentración (9 minutos) e I_d é a intensidade máxima diaria que vale:

$$I_d = P_d / 24 = 62,6 \text{ mm} / 24 \text{ h} = 2,6 \text{ mm} / \text{h}$$

A relación I_1/I_d obtense da Figura 2 e para A Coruña é aproximadamente 8.

Logo, a Intensidade media diaria I_t vale:

$$I_t = 2,6 (8)^{\frac{28^{0,1} - 0,167^{0,1}}{28^{0,1} - 1}} = 49,48 \text{ mm} / \text{h}$$

Entón, se a cunca ten un área de 10 ha, o caudal máximo de pluviais será:

$$QP = \frac{0,66 \cdot 49,48 \cdot 9}{360} = 0,817 \text{ m}^3 / \text{s}$$

O caudal máximo para un enchido do 75% dunha conducción de 800 mm vale 0,739 m³/s, polo que é necesario empregar unha conducción maior. O caudal máximo por unha conducción de 1.000 mm a un 75% de enchido é 1,340 m³/s, superior a 0,980 m³/s. Empregando a fórmula de Manning (ver ITOHG-SAN-1/3) pode determinarse a velocidade para o caudal calculado co método racional.

$$Q = \frac{S^{1/2}}{n} \cdot \frac{A^{5/3}}{P_m^{2/3}}$$

Onde:

Q: caudal (m³/s).

S: perdas de carga continuas, que nunha sección parcialmente chea son iguais á pendente da tubaxe (m/m).

n: coeficiente de fricción de Manning.

A: área da sección de fluxo (m²), que vale:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

$$A = 0,25 \cdot ID^2 \cdot \text{acos} \left(1 - \frac{2 \cdot y}{ID} \right) - (0,5 \cdot ID - y) \sqrt{ID \cdot y - y^2}$$

Onde:

ID: o diámetro interior (m).

y: o calado da lámina de auga (m).

Da mesma forma, o perímetro mollado P_m , defínese para seccións circulares como:

$$P_m = ID \cdot \text{acos} \left(1 - \frac{2 \cdot y}{ID} \right)$$

Establecendo o caudal, pode determinarse o calado a partir dun cálculo iterativo, obtendo un valor de $y=0,53$ m. Deste xeito, a velocidade pode calcularse como:

$$v = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A}{P_m} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

O valor da velocidade para un calado de 48,3 cm e un caudal de 0,980 m³/s é 2,18 m/s, valor superior aos 1,5 m/s adoptados inicialmente. Entón, e seguindo o proceso iterativo representado na Figura 2, é necesario calcular de novo o tempo de viaxe, que vale:

$$t_v = \frac{\text{Lonxitude}}{\text{Velocidade}} = \frac{450m}{2,18 \frac{m}{s}} \frac{1}{3600} \approx 3,44 \text{ min}$$

Calculando de novo a Intensidade media para un $T_c=5+3,44=8,44$ minutos, o valor de I_t é 53,27 mm/h e o do caudal é 0,879 m³/s. Para este caudal, o calado da lámina é $y=0,55$ m, e a velocidade media de circulación de 2,21 m/s.

Realizando unha nova iteración, o novo tempo de viaxe é de 3,4 minutos, o tempo de concentración é $T_c=8,4$ minutos e a I_t é de 53,04 mm/h. Deste xeito o novo caudal de circulación vale 0,881 m³/s, e recalculando o calado e a velocidade de circulación obtéñense valores de $y=0,55$ e de $v=2,22$ m/s, que é aproximadamente o valor da velocidade calculada (2,21 m/s), polo que pode adoptarse como válido un valor de $QP=0,881$ m³/s.

3.2.- Método completo

3.2.1.- Ámbito de aplicación

O método completo, aplicable a redes de calquera tamaño, baséase nas ecuacións clásicas da hidráulica e na aplicación de modelos matemáticos de transformación choiva-escorrentía máis sofisticados có método racional. Neste caso recoméndase o emprego do software Storm Water Management Model da US-EPA (SWMM).

O SWMM é un programa gratuito da EPA (Axencia de Protección Ambiental dos EEUU) e sen restricións para o seu uso, que realiza simulacións en períodos prolongados do comportamento hidráulico e da calidade da auga en redes de saneamento. Poderán empregarse outros paquetes informáticos equivalentes coa pertinente xustificación do proxectista.

Utilizarase o método completo sempre que se cumpran calquera das seguintes condicións:

- A superficie da cunca urbana é superior as 10 hectáreas.
- Existen antecedentes de inundacións.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- É necesario coñecer o tránsito de caudais.
- Existen incorporacións dende augas arriba da cunca de análise.

Unha das principais vantaxes do método completo é que permite o cálculo das redes sen que estas entren en carga, polo que poderían dimensionarse para un 75% de enchido, ou para situacións onde entrando en carga non se produzan asolagamentos. Estas estratexias de deseño recóllense na ITOHG-SAN-1/0 (ver apartado 5, Criterios Xerais, e Táboa 2, relativa aos períodos de retorno).

3.2.2.- Choiva de proxecto

A definición da choiva de proxecto inclúe dous aspectos: a altura total de precipitación (en mm) e a forma na que esta se distribúe o longo do evento de choiva (o patrón de choiva).

Para definir a altura global de precipitación e o patrón de choiva débese empregar a información proporcionada polas curvas Intensidade-Duración-Frecuencia (IDF). En moitas ocasións non se dispón de suficiente información de calidade para definir este tipo de curvas. Neste caso débese usar a metodoloxía da instrución de estradas 5.2 I.C., que se define a continuación.

Para elaborar a curva IDF utilízase a seguinte expresión, xa vista no apartado anterior relativa ao método simplificado:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

Onde:

I_t : intensidade media de precipitación correspondente a duración de t horas (mm/h).

I_d : intensidade media diaria de precipitación correspondente o período de retorno considerado (mm/h).

$$I_d = \frac{P_d}{24}$$

P_d : precipitación máxima diaria correspondente ao período de retorno considerado (mm).

I_t/I_d : cociente entre a intensidade horaria e diaria, que pode adoptarse da Fig 2.

Neste caso, para o período de retorno de proxecto, estímense os pares I_d , duración t cada, por exemplo, dez minutos.

Exemplo 6

Obtención das IDF da estación pluviométrica da Coruña co método da instrución 5.2. I.C

Datos

No texto "Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus períodos de retorno en España. Volumen 1. Galicia." recóllense a seguinte táboa coas precipitacións máximas diarias e os seus períodos de retorno para a estación meteorolóxica de A Coruña.

Táboa 5. Precipitacións máximas diarias na Coruña.

T (anos)	2	5	10	25
P (mm)	42,3	54,5	62,6	72,8

XUNTA DE GALICIA

AUGAS DE GALICIA

EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E
SERVICIOS HIDRÁULICOS

Para calcular as IDF emprégase a expresión da 5.2. I.C.

$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

A intensidade diaria é a precipitación máxima diaria, en mm, entre 24 horas:

Táboa 6. Intensidades máximas diarias na Coruña para varios períodos de retorno.

T (anos)	2	5	10	25
I _d (mm/h)	1,76	2,27	2,61	3,03

O valor da relación I₁/I_d extráese da Fig 2. No caso da Coruña I₁/I_d vale aproximadamente 8. Deste xeito, e empregando a ecuación anterior poden calcularse os seguintes pares Duración-Intensidade, que tamén se presentan de modo gráfico.

Táboa 7. Intensidades (mm/h) para distintas duracións en A Coruña.

DURACIÓN (min)	PERIODO DE RETORNO			
	2	5	10	25
10	33,4	43,1	49,5	57,5
20	24,4	31,4	36,1	42,0
30	20,1	25,9	29,7	34,5
60	14,1	18,2	20,9	24,3
120	9,7	12,5	14,3	16,7

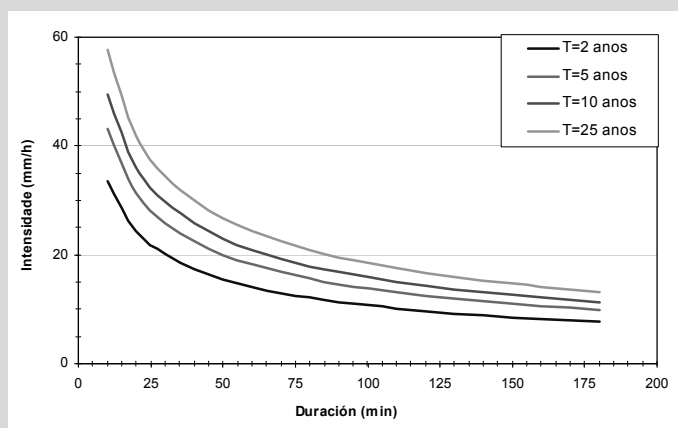


Figura 6. Curvas IDF para A Coruña.

Unha vez determinada as curvas IDF para os períodos de retorno de análise, pódese estimar a forma do hietograma de proxecto se se coñece o patrón de precipitacións locais, ou recorrer á xeración dun patrón sintético.

Para a obtención do patrón de precipitacións sintético recoméndase o emprego do “Método dos Bloques alternados”. Así, se se desexa xerar unha choiva dunha duración determinada, por exemplo 1h, os pasos a seguir son os seguintes:

1. Considérase o tempo de duración da choiva dividíndoa en intervalos (de por exemplo, 5 minutos).
2. Para calcular a precipitación do primeiro bloque de 5', para un nivel de risco (período de retorno) determinado, consúltase o valor da intensidade de 5' na IDF adecuada e xérase un bloque de choiva cunha precipitación de valor:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

$$I_{5'}(mm/h) \cdot \left(\frac{1}{12}h\right) = P_{5'}(mm)$$

- Búscase sobre a IDF a intensidade corresponde a 10', e calcúlase $P_{10'}$ como $I_{10'}(mm) \cdot 1/6 (h)$, este valor de precipitación en 10' representa a suma do primeiro bloque , xa calculado, e do segundo.
- O segundo bloque da precipitación de proxecto terá unha precipitación de valor $P_{10'} - P_{5'}$. Deste xeito, calcularanse sucesivamente os bloques $P_{15'} - P_{10'}$, $P_{20'} - P_{15'}$, etc.
- Os bloques sitúanse de modo alterno arredor do de maior precipitación, de aí que se obtén un patrón de choiva similar aos coñecidos, por iso o método recibe o nome de bloques alternados . É ademais unha práctica habitual facer a media dos valores dos dous primeiros bloques, xa que doutro xeito se consegue un pico moi acentuado.

Para a estimación das choivas de proxecto empregando esta metodoloxía aconséllase empregar unha duración total para o hietograma de 1 hora, no caso de cuncas urbanas inferiores a 50 ha, e para o resto de casos, de 2 horas de duración total.

Exemplo 7

Obtención dun hietograma sintético polo método dos bloques alternados para unha choiva de 60 minutos e T=10 anos na cidade de A Coruña.

Datos

A curva IDF obtida para un período de retorno de 10 anos na cidade de A Coruña para unha duración de 60 minutos é a seguinte.

Táboa 8. Duración – Intensidade para a cidade da Coruña. T=10 anos.

Duración (min)	5	10	15	20	25	30
Intensidade (mm/h)	66,4	49,5	41,3	36,1	32,5	29,7
Duración (min)	35	40	45	50	55	60
Intensidade (mm/h)	27,5	25,7	24,2	23,0	21,9	20,9

Unha vez determinada a curva IDF para o período de retorno de 10 anos, debe calcularse en primeiro lugar a precipitación do primeiro bloque de 5 minutos:

$$P_{5'}(mm) = I_{5'}(mm/h) \cdot \left(\frac{1}{12}h\right) = 5,54 mm$$

O valor da precipitación do bloque de 10 minutos será :

$$P_{10'} - P_{5'} = I_{10'} \cdot \left(\frac{1}{6}\right) - P_{5'} = 8,25 - 5,54 = 2,71 mm$$

Os seguintes bloques calcúlanse seguindo esta metodoloxía, obtendo os valores recollidos na táboa seguinte:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Táboa 9. Obtención do hietograma sintético para A Coruña polo método dos bloques alternados.

Duración (min)	I (mm/h)	P (mm)	Precipitación do bloque (mm)	Intensidade do bloque (mm/h)
5	66,42	5,54	5,54	66,42
10	49,49	8,25	2,71	32,55
15	41,26	10,31	2,07	24,80
20	36,10	12,03	1,72	20,62
25	32,46	13,52	1,49	17,90
30	29,70	14,85	1,33	15,94
35	27,52	16,06	1,20	14,45
40	25,74	17,16	1,11	13,26
45	24,25	18,18	1,02	12,29
50	22,97	19,14	0,96	11,48
55	21,86	20,04	0,90	10,78
60	20,89	20,89	0,85	10,18

Para a determinación do hietograma, os bloques colócanse entono do de maior tamaño, primeiro á dereita e logo á esquerda:

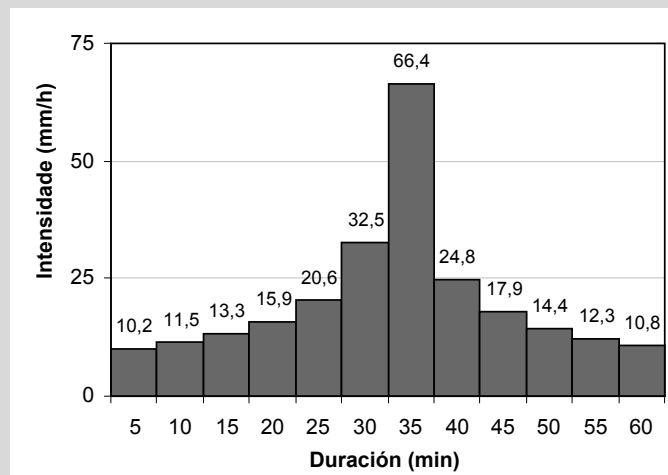


Figura 7. Patrón sintético de precipitacións.

Como o método tende a proporcionar uns picos moi altos, é habitual facer a media dos valores dos dous primeiros bloques:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

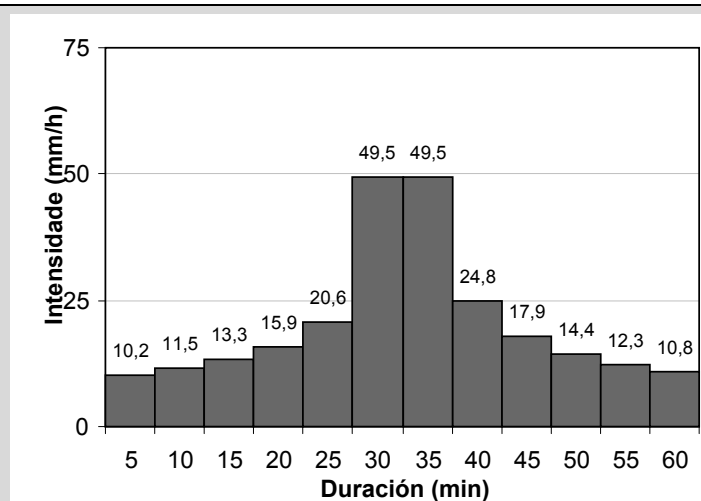


Figura 8. Patrón sintético cos bloques maiores promediados.

3.2.3.- Perdas de precipitación: choiva neta

Nas cuncas rurais ou urbanas, non toda a choiva xera escorrentía. En cuncas naturais existen unha serie de fontes de retención da auga, que fan que se reduza a auga drenada aos cursos de auga. Entre estas “perdas” cabe destacar:

- Evapotranspiración
- Interceptación pola vexetación
- Detracción inicial na superficie
- Infiltración.

En hidroloxía urbana, algunhas destas perdas non son relevantes, como a evapotranspiración ou a interceptación pola vexetación. É máis importante a auga que se perde no enchoupado das fachadas no caso de que a choiva non sexa vertical (por efecto do vento), pero é un dato moi difícil de determinar.

A perda de precipitación recollida no parágrafo anterior englobase na chamada “detracción inicial”, que inclúe as perdas de pequenas depresións que se dan nas superficies polas que se drena a auga (terrazas, beirarrúas, aparcadoiros, etc.). Para estimar estas perdas pódense empregar os valores recollidos na Táboa 9. A adopción doutros valores debe xustificarse na redacción do proxecto.

Táboa 10. Perdas de precipitación por detracción inicial.

Tipo de superficie	Detracción inicial (mm)
Impermeable	1,3
Permeable	5

Por último, a importancia da infiltración depende da compacidade da urbanización. En zonas moi impermeables, case sen zonas verdes, a infiltración pode desprezarse. En zonas de urbanización aberta, en zonas rurais ou parques, a infiltración aumenta acadando valores importantes.

Nestes casos, poden empregarse os métodos de Horton ou o do número de curva do Soil Conservation System (SCS), ambos incorporados na maioría dos programas comerciais de modelización de cuncas urbanas. A elección dos parámetros para estas ecuacións debe adecuarse ó recollido no Manual de Usuario do SWMM. A elección doutros valores debe xustificarse na redacción do proxecto.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

3.2.4.- Transformación choiva-escorrentía

Unha vez definida a choiva neta como a diferenza entre a precipitación rexistrada e as perdas, debe exporse o proceso de transformación da choiva en escorrentía superficial. Con este obxecto, é habitual empregar métodos baseados na aplicación das ecuacións de fluxo en lámina libre.

Para a modelización de fluxos superficiais as ecuacións usadas son unha simplificación das ecuacións completas de Saint-Venant para cálculo de conducións en lámina libre (ver ITOHG SAN-1/3).

Estas ecuacións, que se derivan de aplicar o balance de masas e impoñer a condición de réxime permanente nos planos de drenaxe, están incorporadas en tódolos paquetes de simulación de cuncas urbanas, como o programa SWMM.

As subcuncas reciben a choiva total e a esta, réstaselle as perdas por evaporación, infiltración e detración inicial. As subcuncas representan áreas de escorrentía idealizadas con pendente uniforme. Os parámetros hidrolóxicos coma a rugosidade, detración inicial ou infiltración considéranse constantes, polo que deben adoptarse valores medios. A pendente da cunca mídese en dirección perpendicular ao seu ancho.

Os modelos numéricos simulan as subcuncas cunha forma rectangular. É obvio que as cuncas reais non teñen unha xeometría rectangular, polo que á hora de discretizar as distintas subcuncas estas deben ser homoxéneas en termos de :

- Forma. Buscarase que as cuncas teñan una forma rectangular.
- Pendente. As cuncas deben ter unha pendente similar na súa superficie
- Usos. As cuncas deben ser homoxéneas en termos das súas características superficiais (rugosidade, detración inicial, permeabilidade). Por este motivo é habitual discretizar as cuncas en canto ao seu uso: viario, edificacións, zonas verdes, aparcadoiros, etc.

A falta de estudos de campo que permitan calibrar o modelo numérico, poderán empregarse os seguintes valores para os coeficientes de rugosidade de Manning . A elección doutros valores debe xustificarse documentalmente na redacción do proxecto e debe ser aprobada pola Administración Hidráulica.

Táboa 11. Coeficiente de Manning para fluxo superficial.

Uso	n
Pavimento de formigón	0,010
Area fina	0,010
Grava	0,012
Pradería de herba corta	0,10
Arxila - limo	0,012
Terreo irregular (natural)	0,10
Herba	0,40

Unha boa estimación do ancho pode obterse determinando en primeiro lugar a máxima lonxitude que percorre a escorrentía sobre a superficie e dividindo a área da cunca entre esta lonxitude. Canto máis homoxéneas e rectangulares sexan as subcuncas mellor será a estimación deste parámetro.

A área das subcuncas pode medirse nun mapa topográfico. Non existe límite superior nin inferior para o seu tamaño. Sen embargo, a discretización debe facerse de modo que sexan sensiblemente uniformes en canto á pendente, uso do chan, xeometría, etc. Deste xeito, a estimación dos parámetros será máis sinxela.

A porcentaxe de impermeabilidade é outro parámetro que pode medirse a partir de fotografías aéreas e mapas de usos do chan.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Por último, a pendente debe reflectir a media ao longo da viaxe da escorrentía ata a súa entrada no sistema de saneamento. A forma máis sinxela de calculala consiste en dividir a diferenza de cotas entre o camiño polo que viaxa a escorrentía.

No caso das cuncas que representen a tellados, o valor da pendente debe contemplar tamén as perdas de carga que existen nas baixantes e nas entradas das acometidas á rede. Aínda que este é un parámetro de calibración do modelo cando se dispoñen de datos de caudais da área de análise, pode adoptarse un valor de 0,001 se non se dispón de máis información.

4.- ESTIMACIÓN DOS CAUDAIS DE PROXECTO

A estimación dos caudais máximos para as redes de sumidoiros unitarias realizarase atendendo o contido na Táboa 12.

Táboa 12. Caudais máximos para proxecto en redes de sumidoiros unitarias.

Colectores augas arriba dos depósitos de augas pluviais	$Q_{\max} = Q_E = QH_{p,total} + QP$ $= (QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QH_{p,inf}) + QP$
Colectores augas abaixo dos depósitos de augas pluviais	$Q_{\max} = Q_s$

Onde:

- Q_{\max} : caudal máximo de deseño dos colectores.
- $QH_{p,total}$: caudal punta horario total, suma das augas residuais, industriais e de infiltración
- $QH_{p,urb}$: caudal horario punta urbano de augas residuais no día de máximo consumo do ano horizonte.
- $QH_{p,ind}$: caudal horario punta industrial de augas residuais no día de máximo consumo do ano no horizonte.
- $QH_{p,inf}$: caudal horario punta de auga residual por infiltración.
- QP : caudal punta de augas pluviais.
- Q_E Q_s : caudais de entrada e de saída da TDUS (ver ITOHG-SAN-1/5).

En redes de sumidoiros separativas, para os canos de auga residual o caudal máximo de deseño será:

$$Q_{\max} = QH_{p,total} = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QH_{p,inf}$$

Para as redes de drenaxe de pluviais, os caudais máximos calcularanse atendendo o recollido na Táboa 13:

Táboa 13. Caudais máximos para proxecto en redes de sumidoiros separativas.

Colectores augas arriba de Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible	$Q_{\max} = QP$
Colectores augas abaixo de Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible	$Q_{\max} \leq QP = Q_{med,receptor} + Q_{utilización}$

Onde:

- $Q_{med,receptor}$: caudal derivado pola técnica de xestión cara o medio receptor ou cara a rede de alcantarillado.
- $Q_{utilización}$: caudal valorizado para a utilización das augas pluviais en medio urbano (p.ex. rego, baldeo de beirarúas, etc).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

O caudal derivado polas Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible non será nunca superior ao caudal de entrada as mesmas. O caudal derivado por estas técnicas cara o medio receptor dependerá da tipoloxía da técnica e da súa capacidade de laminación.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre rede de saneamiento y drenaje urbano*. Ministerio de Fomento.

CYII (2006). *Normas para redes de saneamiento y drenaje urbano*. Canal de Isabel II.

CHN (1995). *Especificaciones Técnicas Básicas para proyectos de conducciones generales de Saneamiento*. Dirección General de Obras Hidráulicas.

MFOM (1999). *Máximas luvias diarias en la España peninsular*. Ministerio de Fomento.

MMA (1998). *Las precipitaciones máximas en 24 horas y sus períodos de retorno en España*. . Ministerio de Medio Ambiente.

MOPU (1978). *Instrucción de carreteras 5.2. Drenaje superficial*. Ministeiro de Obras Públicas.

UDC. (2004). *Curso sobre diseño de sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Grupo de Enxeñaría da auga e do Medio Ambiente.

URALITA (2004). *Manual de conducciones Uralita*. Thomson-Paraninfo.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

ITOHG-SAN-1/2

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE SANEAMENTO

TÍTULO	TRAZADO DE REDES DE SANEAMENTO (SAN-1/2)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS


augasdegalicia

EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

TRAZADO DE REDES DE SANEAMENTO (SAN-1/2)

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Esther M. Sánchez Briz (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- CONSIDERACIÓNs XERAIS
 - 2.- TRAZADO EN PLANTA
 - 2.1.- Dominio Público Hidráulico
 - 2.2.- Estradas
 - 2.3.- Ferrocarril
 - 2.4.- Costas
 - 2.5.- Vías pecuarias
 - 2.6.- Afección ao patrimonio

- 3.- TRAZADO EN ALZADO

BIBLIOGRAFÍA

1.- CONSIDERACIÓNES XERAIS

O trazado das redes de rede de sumidoiros deberá consistir, en xeral, en aliñacións rectas tanto en alzado como en planta, entre as que se intercalará un pozo de rexistro (ver ITOGH-SAN-2/1). Outras finalidades dos pozos de rexistro é facilitar o mantemento das conducións e, en ocasións, facelas visitables, de maneira que, ademais de disporse nas crebas do trazado, débense colocar pozos de rexistro nas seguintes situacións:

- Nos inicios de cada ramal.
- Nos tramos rectos, a unha distancia máxima variable en función do diámetro da condución, como se define na Táboa 1.
- Nos cambios de diámetro ou de material da condución.
- En xeral, en todas as singularidades da rede.

A distancia entre pozos de rexistro virá en función do tipo de colector e dos medios de mantemento previstos. Na táboa seguinte establécense as distancias máximas en función do diámetro da condución.

Táboa 1. Separación máxima entre pozos de rexistro en función do diámetro.

DN (mm)	Separación máxima entre pozos (m)
DN < 600	80
600 < DN < 1.000	100
1.000 < DN < 1.500	150
DN > 1.500	200

Como criterio xeral, no trazado das redes de saneamento, tanto en planta como en alzado, prestarase especial atención ao deseño da unión dos condutos, aos cambios de aliñación, pendente ou sección, e demais circunstancias que poidan alterar ou distorsionar o fluxo hidráulico.

En calquera afección a infraestruturas existentes ou proxectadas doutros servizos requirirase o informe preceptivo do organismo ou compañía responsable. En apartados posteriores realízase unha revisión de servidumes que hai que respectar en certas infraestruturas, no dominio público hidráulico e no dominio público marítimo terrestre.

En canto ao trazado específico das conducións deberán observarse as directrices que se especifican nos apartados seguintes.

2.- TRAZADO EN PLANTA

As redes de sumidoiros poderán discorrer tanto por terreos públicos coma privados, preferentemente polos primeiros. Os terreos públicos serán legalmente utilizables. Nos terreos privados deberanse establecer as correspondentes servidumes, e sempre deberá ser posible o acceso ás mesmas.

A traza da condución deberá situarse preferiblemente baixo as beirarrúas, xa que se minoran as cargas e se facilita o mantemento. Nalgúns casos poderá xustificarse a súa instalación pola estrada (preferentemente por la beiravía) cando as afeccións a outros servizos públicos fagan moi dificultosa, ou inviable, a súa integración. Neste último caso a preferencia de colocación será a seguinte: aparcadoiro (se existe), beiravía e, en último caso, no carril de circulación.

Nos viarios máis estreitos (normalmente anchuras menores de 5 metros) instálase unha única condución polo centro da calzada, preferentemente, salvo que se prevexa unha diferenza significativa de acometidas entre ámbolos dous lados do viario, nese caso a condución poderá discorrer por aquel lado que teña o maior número de acometidas.

Os encontros dos colectores entre si, coas conexións de imbornais ou acometidas, deberán ser suaves e a favor da corrente, nunca en contra.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

As conducións non discorrerán baixo as árbores nin baixo as súas aliñacións.

En relación coas distancias mínimas aos edificios, deberán tomarse as necesarias precaucións para evitar calquera afección aos seus cimentos. Con carácter xeral as distancias mínimas a fachadas, cimentacións ou outras instalacións subterráneas similares, será a seguinte:

Para tubaxes con DN < 300 mm: distancia mínima 0,80 m, dende a xeratriz exterior.

Para tubaxes con DN > 300 mm: distancia mínima = 0,35 + 1,5 DN, dende a xeratriz exterior.

Para distancias menores deberá solicitarse a conformidade da Dirección de proxecto. En calquera caso haberanse de tomar as disposicións apropiadas para evitar todo contacto directo.

Non deberán instalarse dúas conducións no mesmo plano vertical.

Con carácter xeral, e tendo moi en conta a disposición dos pozos de rexistro, as separacións mínimas entre as xeratrices externas das tubaxes de rede de sumidoiros e saneamento aloxadas en gabia e as dos condutos, ou as arestas dos prismas, dos demais servizos instalados con posterioridade serán as seguintes:

Táboa 2. Separacións entre servizos.

Servizo	Separación en planta (cm)	Separación en alzado (cm)
Abastecemento	100	100
Pluviais	80	30
Gas	50	50
Electricidade-alta	30	30
Electricidade-baixa	20	20
Comunicacións	30	30

É obrigatorio que as tubaxes de abastecemento de auga estean sempre nun plano superior con respecto ás tubaxes de rede de sumidoiros e saneamento.

Con carácter xeral, a distancia mínima entre as conducións de fecais e pluviais (caso de tratarse de redes separativas) será de 80 cm entre xeratrices exteriores.

Cando non sexa posible manter estas distancias mínimas de separación será necesario dispor proteccións especiais aprobadas polo Concello ou a empresa subministradora correspondente, segundo os casos.

Todo tendido de liñas eléctricas de alta tensión deberá dispor da preceptiva protección regulamentaria. No caso de conducións metálicas ou de formigón con camisa de chapa, deberá afastarse o trazado da condución das liñas eléctricas aéreas de tensión superior a 15 kV polo perigo de corrosión. Pola contra, as liñas subterráneas non soen producir fenómenos eléctricos apreciábeis sobre as tubaxes soterradas debido á boa calidade do illamento e a vaina protectora, xeralmente conectada a terra, da que soen ir provistas as liñas eléctricas soterradas.

Os valores mínimos a usar para liñas aéreas son os indicados na Táboa 3.

Táboa 3. Distancias mínimas para liñas aéreas de alta tensión.

Tensión (KV)	Resistividade (Ohm/m)	Distancia mínima (m)	
		Sen cable de garda	Con cable de garda
15		10	10
63	300	30	15
225	300	110	20
225	60	90	20

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

380	1.000	200	50
380	300	170	35
380	100	120	25

En xeral, as conducións de outros servizos deberán separarse o suficiente como para permitir a disposición dos pozos de rexistro de saneamento e ningunha poderá incidir nos mesmos.

No proxecto estableceranse as limitacións por afeccións a dominio público, hidráulico o de costas, estradas, liñas ferroviarias e vías pecuarias como se explica nos seguintes apartados.

Se a condución proxectada afecta de forma definitiva ou temporal a zonas de dominio público, zonas de servidume ou zonas de protección de infraestruturas de transporte ou de medios acuáticos, deberá dispoñerse da correspondente autorización. Deberase consultar ao organismo responsable as previsións de futuro en relación a duplicacións de calzada, enlaces, glorietas, etc. No caso en que se vexan afectados terreos non públicos, establecerase o correspondente documento de imposición de uso, servidume ou expropiación, segundo proceda. Os datos para estes documentos deberán formar parte do propio proxecto, e neles hanse sinalar tanto os propietarios privados coma os organismos públicos afectados.

Será indispensable dispor dos terreos e as autorizacións previamente ao reformulo do Proxecto.

2.1.- Dominio Público Hidráulico

As limitacións na afección ao dominio público hidráulico quedan recollidas na Lei de Augas e no Regulamento do Dominio Público Hidráulico que a desenvolve.

Os textos actualmente en vixencia en España son os seguintes:

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de xullo, polo que se aproba o *Texto Refundido de la Ley de Aguas*. BOE 176, do 24-07-01.
- Real Decreto 927/1988, do 29 de xullo, polo que se aprobou o *Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los Títulos II y III de la Ley de Aguas* (BOE nº 209), do 31 de Agosto; corrección de erros en BOE nº 234, de 29 de Setembro).
- Real Decreto 606/2003, do 23 de maio, polo que se modifica o Real Decreto 849/1986, de 11-4-1986, que aproba o *Reglamento de Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2-8-1985, de Aguas*.
- Lei 62/2003, do 30 de decembro, *de medidas fiscales, administrativas y del orden social. Capítulo V - Acción administrativa en materia de medio ambiente*.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de xullo, polo que se aproba o *Reglamento da Planificación Hidrolóxica*

Atendendo ao establecido na lexislación, os organismos competentes para a xestión do dominio público hidráulico no ámbito xeográfico da Comunidade Galega son Augas de Galicia, a Confederación Hidrográfica do Cantábrico, a Confederación Hidrográfica do Miño-Sil (R.D. 266/2008) e a Confederación Hidrográfica do Douro.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---



Figura 1. Plans hidrolóxicos que afectan a Galicia.

Constitúen o dominio público hidráulico do Estado, coas excepcións expresamente establecidas na Ley de Aguas:

- As augas continentais, tanto as superficiais como as subterráneas renovables con independencia do tempo de renovación.
- As canles de correntes naturais, continuas ou discontinuas.
- Os leitos dos lagos e lagoas e os dos encoros superficiais en canles públicas.
- Os acuíferos, aos efectos dos actos de disposición ou de afección dos recursos hidráulicos.
- As augas procedentes da desalación de auga de mar unha vez que, fóra da planta de produción, incorpórense a calquera dos elementos sinalados nos apartados anteriores.

O Texto refundido de la Ley de Aguas, no seu artigo 4., sinala que "O cauce natural dunha corrente continua ou discontinua é o terreno cuberto polas augas nas máximas crecidas ordinarias".

O Reglamento de Dominio Público Hidráulico, aprobado no RD 849/1986 e modificado no RD 606/2003 e no RD 209/2008, indica no artigo 4 que para a determinación do cauce natural ou álveo, atenderáse as características xeomorfolóxicas, ecolóxicas e tendo en conta as informacións hidrolóxicas, hidráulicas fotográficas, cartográficas e históricas dispoñibles.

Este artigo sinala ademais que se considerará como "caudal de máxima crecida ordinaria a media dos caudais máximos anuais, no seu réxime natural producidos durante dez anos consecutivos, que sexan representativos do comportamento hidráulico da corrente" e que ademais teñan en conta o comentado no parágrafo anterior.

No texto refundido da Lei de Aguas establece, ademais do Dominio Público Hidráulico, outras zona de protección:

ZONA DE SERVIDUME

Chamamos zonas de servidume a unha zona de 5 metros de anchura, a partir das marxes do DPH, en toda a súa extensión.

Esta zona será para uso público que se regulará regulamentariamente.

ZONA DE POLICÍA

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Chamamos zonas de policía a unha zona de 100 metros de anchura, a partir das marxes do DPH, en toda a súa extensión.

Nesta zona condicionarase o uso do solo e as actividades que se desenrolen nela.

O artigo 9.2 do Regulamento de DPH (RD 209/2008) sinala ademais que a zona de policía pode ampliarse para incluír as zonas onde se concentra o fluxo preferentemente, ao obxecto de protexer o réxime de correntes en avenidas e reduci-lo risco de danos en persoas e bens. Nestas zonas de fluxo preferente soamente poderán ser autorizadas polos organismos de cunca as actividades non vulnerables fronte a as avenidas e que non supoñan unha redución significativa da capacidade de desaugue da vía.

Para realizar calquera tipo de construción en zona de policía de cauces, esixirase a autorización previa ao Organismo de cunca, a menos que o correspondente Plan de ordenación urbana, outras figuras de ordenamento urbanístico, ou plans de obras da Administración, foran informados polo Organismo de cunca y recolleran as oportunas previsións formuladas ó efecto.

Como criterios xerais de trazado seguiranse os seguintes:

- Deberá evitarse o trazado de conducións pola zona de servidume e intentarase evitar a colocación de infraestruturas complementarias da rede de abastecemento en dita zona.
- Os cruces serán preferentemente por baixo da canle, modificando a sección tipo da gabia co fin de evitar erosións e protexer a tubaxe (gabia macizada de formigón).
- Valorarase a posibilidade de utilizar técnicas de finca co fin de evitar ao máximo as afeccións ao cauce.

No proxecto será preciso incluír a solicitude e a autorización do dominio público hidráulico respecto ao trazado das conducións nesas zonas.

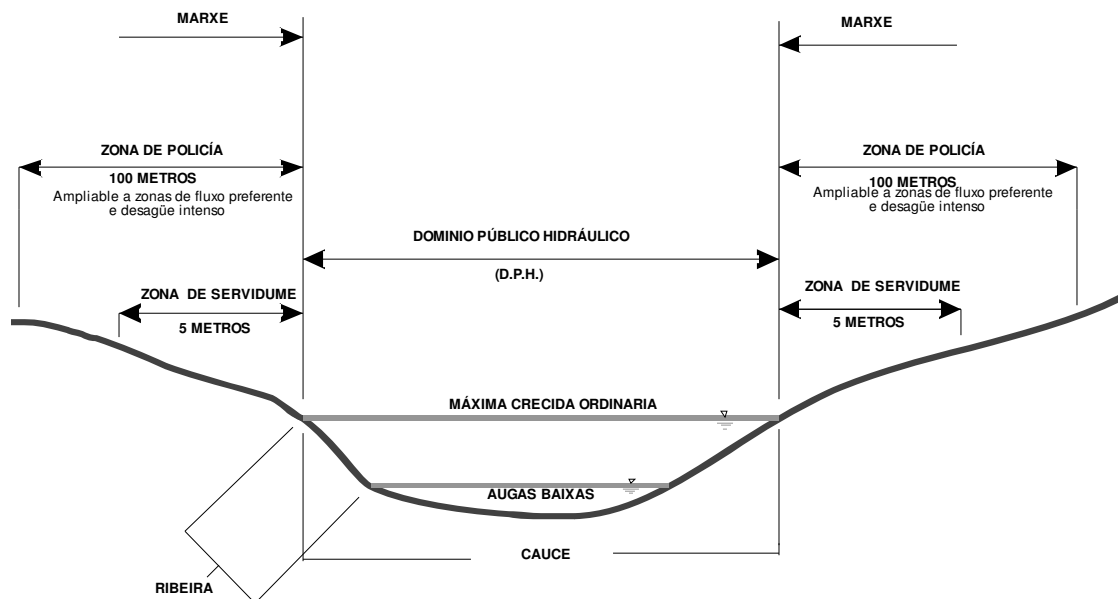


Figura 2. Dominio Público Hidráulico e zonas de protección.

2.2.- Estradas

Cando o trazado das conducións afecte a infraestruturas viarias a forma de proceder será coherente coa seguinte lexislación:

- Ley 25/1988, de 29 de julio, de Carreteras (BOE núm. 182, de 30 de xullo de 1988).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- *Real Decreto 1812/1994, de 2 de setembro, por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras.*
- *Lei 4/1994, de 14 de setembro, de Estradas de Galicia.*

A *Ley de Carreteras* e o *Reglamento General de Carreteras* establecen as seguintes zonas de protección: de dominio público, de servidume e de afección. A continuación se especifican as características de cada unha delas.

ZONA DE DOMINIO PÚBLICO

Son de dominio público os terreos ocupados polas estradas estatais e os seus elementos funcionais, e unha franxa de terreo de oito metros de anchura en autoestradas, autovías e vías rápidas, e de tres metros no resto das estradas, a cada lado da vía, medidas en horizontal e perpendicularmente ao eixo da mesma, dende a aresta exterior da explanación.

Nas zonas de dominio público só poderán realizarse obras ou instalacións, previa autorización da autoridade competente, cando a prestación dun servizo público de interese xeral así o esixa. Todo isto sen detrimento doutras competencias concorrentes e do establecido no artigo 38 da "*Ley de Carreteras*" e concordantes co Regulamento da lei (artigo 21.3).

Poderase autorizar excepcionalmente a utilización do subsolo na zona de dominio público, para a implantación ou construción de infraestruturas imprescindibles para a prestación de servizos públicos de interese xeral, cos requisitos e procedementos establecidos no Regulamento.

ZONA DE SERVIDUME

A zona de servidume das estradas estatais consiste en dúas franxas de terreo a ambos lados das mesmas, delimitadas interiormente pola zona de dominio público, definida nos artigos 21 da *Ley de Carreteras* e 74 do Regulamento, e exteriormente por dúas liñas paralelas ás arestas exteriores da explanación a unha distancia de 25 metros en autoestradas, autovías e vías rápidas, e de oito metros no resto das estradas, medidas dende as citadas arestas (artigo 22.1 do *Reglamento General de Carreteras*).

Na zona de servidume poderanse utilizar conducións vinculadas a servizos de interese xeral, se no existe posibilidade de levalas máis lonxe da estrada.

O outorgamento das autorizacións para a utilización por terceiros de la zona de servidume para os fins expresados, corresponderá á autoridade competente.

ZONA DE AFECCIÓN

A zona de afección dunha estrada estatal consiste en dúas franxas de terreo a ambos lados da mesma, delimitadas interiormente pola zona de servidume e exteriormente por dúas liñas paralelas ás arestas exteriores da explanación a unha distancia de 100 metros en autoestradas, autovías e vías rápidas, e de 50 metros no resto das estradas, medidas dende as citadas arestas (artigo 23.1 do *Reglamento de Carreteras*).

Para executar na zona de afección calquera tipo de obra ou instalacións fixas ou provisionais, cambiar o uso ou destino das mesmas e plantar ou talar árbores, requirirase a previa autorización do Ministerio de Fomento, sen prexuízo doutras competencias concorrentes e do establecido no artigo 38 da *Ley de Carreteras* e 123 do *Reglamento* (artigo 23.2).

A tubaxe discorrerá segundo indica a seguinte figura e observando os parámetros das táboas 4 e 5, en función de que se trate dunha estrada de titularidade estatal ou de titularidade autonómica.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

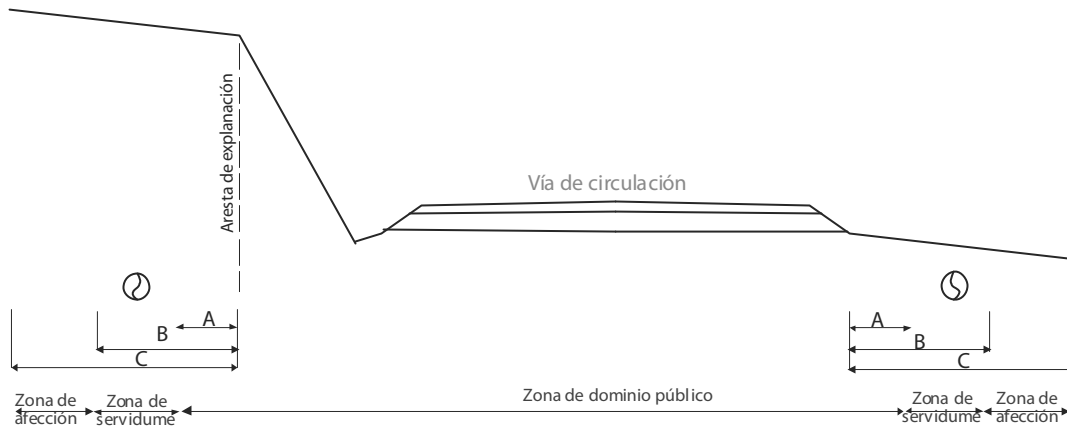


Figura 3. Usos do solo.

Táboa 4. Distancias ás zonas da estrada de titularidade estatal (Ley de Carreteras y Caminos Estatales).

Tipo de estrada	Distancia (m)		
	A	B	C
Autoestrada, autovía e vías rápidas	8	25	100
Resto de estradas	3	8	50

Táboa 5. Distancias á rede de saneamento nas estradas de titularidade autonómica (Lei de Estadas Galicia).

Tipo de estrada	Distancia (m)		
	A máx	B menos A	C
Autoestrada, autovía corredores e vías rápidas	15	17	100
Resto de estradas	10	2	30

En casos puntuais poderá autorizarse a ocupación temporal para acopios.

2.3.- Ferrocarril

A **Ley 16/1987, de 30 de Xulio, de Ordenación de los Transportes Terrestres, e o seu Regulamento 1225/06**, regulan o dominio público en relación co ferrocarril. Delimitan os terreos inmediatos ao ferrocarril e imponen limitacións en relación cos mesmos. Son de aplicación, a este respecto, os artigos 281 e seguintes do regulamento, nos cales defínense as franxas de afección e as actividades nelas permitidas ou prohibidas.

Se definen dúas zonas: a zona de dominio público e a zona de protección.

A zona de Domínio Público (de 0 a 8 metros) poderá utilizarse para obras e instalacións, previa autorización da administración de infraestruturas ferroviarias, cando sexan necesarias para a prestación do servizo ferroviario, ou ben cando a prestación dun servizo público de interese xeral así o esixa, previa autorización do órgano administrativo competente sobre o ferrocarril.

Ademais, o Real Decreto 2387/2004, de 30 de decembro, polo que se aproba o *Reglamento del Sector Ferroviario*, na súa sección II, *zona de dominio público*, artigo 25, *Normas particulares de la zona de dominio público*, apartado 2, di:

“Na zona de dominio público, sen prexuízo do establecido no artigo 30, só poderán realizarse obras e instalacións, previa autorización do administrador de infraestruturas ferroviarias, cando sexan necesarias para a prestación do servizo ferroviario ou cando a prestación dun servizo público ou dun servizo ou actividade de interese xeral así o requira”.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

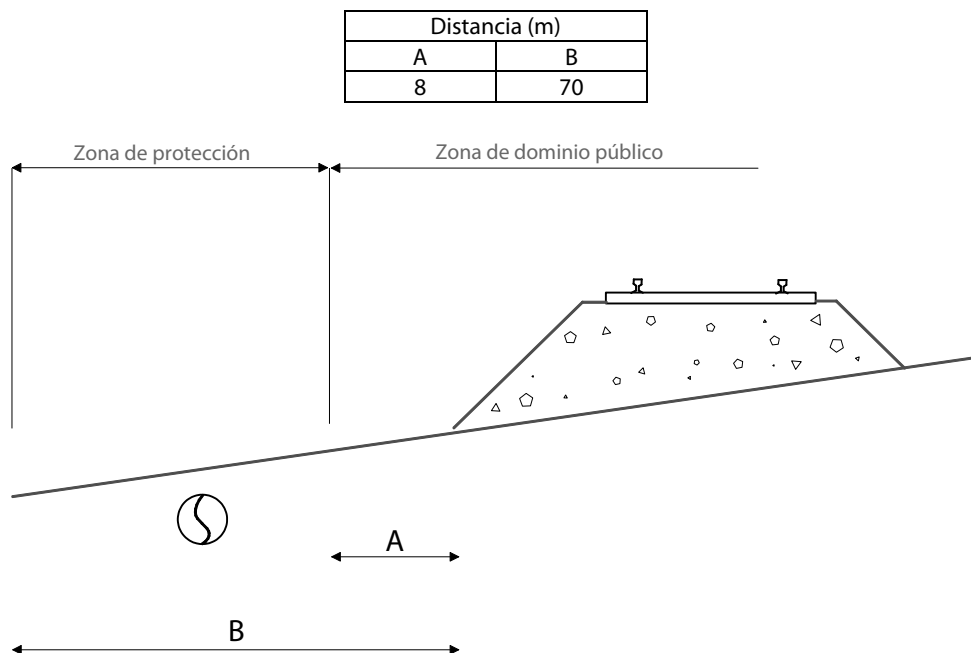


Figura 4. Disposición de tubaxes cando se sitúan paralelas á vía.

Este Regulamento, no seu artigo 30, de medidas de protección, establece respecto a conducións subterráneas que queda prohibida súa construción na zona de dominio público salvo que, excepcionalmente e de forma xustificada, non existindo outra solución técnica factible, se autoricen para a prestación dun servizo de interese xeral, coma a travesía de poboacións. Cando non exista alternativa de trazado, poderanse autorizar na zona de protección, as conducións subterráneas correspondentes á prestación de servizos públicos de interese xeral e as vinculadas a estes, situándoas, en todo caso, o máis lonxe posible da liña ferroviaria.

A entidade explotadora de ferrocarrís é competente para establecer as condicións técnicas e autorizar as afeccións.

2.4.- Costas

A Ley 22/88, de 28 de julio, de Costas establece as restricións ao uso da servidume de protección. Defínese na lei a zona de "servidume de protección" como a zona de 100 metros medida terra adentro dende o límite interior da ribeira do mar. Esta zona pode ser ampliada pola Administración do Estado, de acordo coa da Comunidade Autónoma e o Concello correspondente, hasta un máximo doutros 100 metros, cando sexa necesario para asegurar a efectividade da servidume, en atención ás peculiaridades do tramo de costa de que se trate.

O artigo 32 da Lei de Costas establece que no dominio público marítimo-terrestre unicamente se poderá permitir a ocupación para aquelas actividades ou instalacións que, pola súa natureza, non poidan ter outra situación.

Ademais, no artigo 42 especificase respecto á utilización de dito dominio público:

1. Para que a Administración competente resolva sobre a ocupación ou utilización do dominio público marítimo-terrestre, formularase o correspondente proxecto básico, no que se fixarán as características das instalacións e obras, a extensión da zona de dominio público marítimo-terrestre a ocupar ou utilizar e as demais especificacións que se determinen regulamentariamente. Con posterioridade, e antes de comezarse as obras, formularase o proxecto de construción, sen prexuízo de que, se o desexa, o petionario poida presentar este e non o básico acompañando á súa solicitude.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

2. Cando as actividades proxectadas puidesen producir unha alteración importante do dominio público marítimo-terrestre requirirase ademais unha previa avaliación dos seus efectos sobre o mesmo, na forma que se determine regulamentariamente.

3. O proxecto someterase preceptivamente a información pública, salvo que se trate de autorizacións ou de actividades relacionadas coa defensa nacional ou por razóns de seguridade.

4. Cando non se trate de utilización pola Administración, acompañarase un estudo económico-financieiro, cuxo contido definirase regulamentariamente, e o orzamento estimado das obras emprazadas no dominio público marítimo-terrestre.

A posta en práctica desta Lei realízase mediante o *Reglamento General para el desarrollo y ejecución de la Ley 22/1988, de Costas, RD 1471/1989, de 1 de diciembre*. O Capítulo II do Regulamento dedícase a proxectos e obras (artigos do 85 ao 100). No artigo 88 defínese en que debe consistir o proxecto básico.

O artigo 44 da Lei fai referencia concreta ás estacións depuradoras de augas residuais e establece que se emprazarán fóra da ribeira do mar e dos primeiros 20 metros da zona de servidume de protección. Este mesmo artigo establece que non se autorizará a instalación de colectores paralelos á costa dentro da ribeira do mar, nin nos primeiros 20 metros fóra da ribeira do mar. No Regulamento da *Ley de Costas* matízase que non se inclúen nesta prohibición a reparación de colectores existentes, así como a súa construción cando se integren en paseos marítimos ou outros viarios urbanos.

No entanto, no artigo 2, apartado 2a), do Decreto 158/2005, permítense a autorización das "obras, instalacións ou actividades que, pola súa natureza, non poidan ter outra localización ou presten servizos necesarios ou convenientes para o uso do dominio público marítimo-terrestre, así como as instalacións deportivas descubertas".

É de interese tamén o artigo 30 desta lei, xa que se establece que para o outorgamento das licencias de obra ou uso que impliquen a realización de vertidos ao dominio público marítimo-terrestre requirirase a previa obtención da autorización de verteduras correspondente.

Por outra banda, na consecución de autorizacións ou concesións para o uso do dominio público marítimo-terrestre hai que aterse ao establecido no artigo 150 do Regulamento. O Regulamento (Art. 150.1) establece que "o outorgamento de autorizacións ou concesións competencia das Comunidades Autónomas e que necesiten a concesión ou autorización do *Ministerio de Medio Ambiente* para a ocupación do dominio público marítimo-terrestre, a efectos de coordinación administrativa, axustarase ao establecido nos apartados seguintes":

"2. Presentaranse ante o órgano competente da Comunidade Autónoma a solicitude de autorización ou concesión da súa competencia, así coma a de concesión de ocupación do dominio público marítimo-terrestre dirixida ao *Ministerio de Medio Ambiente*. Ambas solicitudes serán acompañadas da documentación requirida para unha e outra pretensión.

3. O órgano competente da Comunidade Autónoma tramitará o proxecto recadando os informes que resulten preceptivos de acordo co establecido neste Regulamento.

4. En todo caso, o preceptivo informe do *Ministerio de Medio Ambiente* cuxa solicitude suporá a conformidade inicial da Comunidade Autónoma ao proxecto de que se trate, emitirase no prazo de dous meses, contados a partir do momento no que se dispoña de toda a documentación necesaria para elo. O informe incluirá o seu pronunciamento sobre a viabilidade da ocupación, así como as condicións en que esta, no seu caso, outorgaríase, no que se refire ao ámbito das súas competencias.

5. O órgano competente da Comunidade Autónoma ofertará ao petionario, conxuntamente coas condicións en que, no seu caso, accedería á solicitude que se formula, as que o Ministerio de Obras Públicas e Urbanismo estableza para o *outorgamento da concesión de ocupación do dominio público.

6. En caso de ser aceptadas as referidas condicións na súa totalidade, o órgano competente da Comunidade Autónoma remitirá o expediente, coa súa proposta, ao Ministerio de Obras Públicas e Urbanismo, aos efectos de que outorgue, no seu caso, a oportuna concesión de ocupación do dominio público marítimo-terrestre.

7. Unha vez outorgada a concesión de ocupación o *Ministerio de Medio Ambiente* devolverá o expediente, xunto co título concesional ao órgano remitente, para que outorgue a concesión ou autorización da súa competencia, de cuxa resolución dará traslado a aquel."

<p>XUNTA DE GALICIA</p>	<p>AUGAS DE GALICIA</p>	<p>EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS</p>
--------------------------------	--------------------------------	--

O artigo 150 do Regulamento di que se presentaran ante o órgano competente da Comunidade Autónoma a solicitude de autorización ou concesión da súa competencia (autorización en zona de servidume segundo o Decreto 158/2005, sendo o servizo competente o "servizo de Autorización e Informes Sectoriais" da Secretaría Xeral de Ordenación do Territorio e Urbanismo), así como a de concesión de ocupación do dominio público marítimo-terrestre dirixida ao Ministerio de Obras Públicas e Transportes. Ambas solicitudes serán acompañadas da documentación requirida para unha e outra pretensión.

Cando en proxecto se determine unha afección ao dominio público marítimo-terrestre deberá redactarse unha separata acorde ao artigo 8 do Regulamento de la Lei de Costas, para que a administración competente resolva sobre a ocupación ou utilización de devandito Dominio Público.

2.5.- Vías pecuarias

A Lei de Vías Pecuarias establece que as vías pecuarias son bens de dominio público das Comunidades Autónomas e, en consecuencia, inalienables, imprescriptibles e inembargables. Esta Lei regula os usos compatibles e complementarios e asegura a conservación das vías.

2.6.- Afección ao patrimonio

Se ben algunhas obras hidráulicas están sometidas á realización de procedementos de avaliación ambiental, nas cales as afeccións ao patrimonio son sistematicamente estudadas e valoradas, nos proxectos de obras hidráulicas que non están sometidos a tales procedementos o consultor deberá identificar as zonas catalogadas e valorar a necesidade de realizar unha prospección arqueolóxica. Se esta prospección fose necesaria, realizarase a cargo do propio consultor e as súas conclusións serán integradas e tidas en conta na elaboración do proxecto.

2.7.- Espazos naturais

Deberase ter en consideración por parte do consultor e documentarse a posible afección do proxecto a espazos naturais legalmente considerados, e nomeadamente os definidos pola Lei 9/2001, do 21 de agosto, de conservación da natureza (DOG nº 171, do 4 de setembro).

2.8.- Sistemas acuáticos continentais

Teráse en conta polo consultor o establecido na Lei 7/1992, do 24 de xullo de pesca fluvial e no Decreto 130/1997, do 14 de maio, polo que se aproba o seu regulamento cando:

1. *Poida existir afección á vexetación de ribeira*
2. *Poida existir alteración de fondos ou marxes*
3. *Se deseñen captacións de auga que modifiquen o caudal circulante polo río*
4. *Se proxecten presas, diques ou canles*

3.- TRAZADO EN ALZADO

O trazado en alzado das conducións de saneamento, a pendente máxima e mínima admisibles quedan condicionadas polo deseño hidráulico. En calquera caso a pendente mínima recomendada ven dada polo tipo de apoio e o diámetro da condución e non poderán ser menores das presentadas na Táboa 6.

Táboa 6. Pendentes mínimas na rede de saneamento.

Diámetro	Apoio granular	Apoio Rixido
< 500	0,0060	0,0050
500 a 800	0,0040	0,0030
900 a 1.200	0,0022	0,0015

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

>1.200	0,0020	0,0012
--------	--------	--------

Sempre que a pendente natural das rúas o permita, a condución procurará instalarse paralelamente á superficie das mesmas, co obxectivo de reducir ao mínimo o movemento de terras necesario.

Pola contra, cando a pendente das rúas é esaxerada, a rede de sumidoiros dividirase en tramos coa inclinación precisa para que a velocidade de circulación da auga non supere o límite máximo a adoptar.

A profundidade mínima das conducións da rede de sumidoiros determinarase de forma que:

- se cumpran os requisitos funcionais e exista unha correcta conexión das acometidas.
- se cumpran os requisitos mecánicos xustificativos amosados na *ITOHG-MAT*
- se garde unha profundidade mínima de 1m.

No caso de redes separativas as conducións de augas residuais deberán proxectarse a unha cota inferior ás de pluviais, de maneira que se faciliten as acometidas a tódolos edificios. A clave das conducións de augas residuais disporase, sempre que sexa posible, polo menos a 0,30 metros por baixo da rasante das de augas pluviais.

Por último, nos puntos baixos das conducións que funcionen en presión (coma unha liña de impulsión), instalaranse un racor que permita o baleirado completo da tubaxe coa axuda de medios auxiliares (p.ex. un camión cisterna). En ningún caso se instalarán dispositivos que permitan o baleirado por gravidade da condución ao medio receptor.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AENOR (1997). *UNE-EN 752-4. Sistemas de desagüe y alcantarillado exteriores a edificios*. AENOR.

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre red de saneamiento y drenaje urbano*. Ministerio de Fomento.

CYII (2006). *Normas para redes de saneamiento y drenaje urbano*. Canal de Isabel II.

CHN (1995). *Especificaciones Técnicas Básicas para proyectos de conducciones generales de Saneamiento*. Dirección General de Obras Hidráulicas.

URALITA (2004). *Manual de conducciones Uralita*. Thomson-Paraninfo.

ITOHG-SAN-1/3

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE SANEAMENTO

TÍTULO	CÁLCULO HIDRÁULICO DE CONDUCCIÓNs (SAN-1/3)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



**CÁLCULO HIDRÁULICO DE CONDUCIÓNs
(SAN-1/3)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

- 1.- OBXECTO
- 2.- VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN
- 3.- MÉTODO SIMPLIFICADO. RÉXIME PERMANENTE UNIFORME
 - 3.1.- Ámbito de aplicación
 - 3.2.- Ecuacións de cálculo
 - 3.3.- Estimación dos caudais
- 4.- RÉXIME PERMANENTE GRADUALMENTE VARIADO
 - 4.1.- Ámbito de aplicación
 - 4.2.- Ecuacións de cálculo
- 5.- RÉXIME NON PERMANENTE
 - 5.1.- Ámbito de aplicación
 - 5.2.- Ecuacións de cálculo
 - 5.3.- Aplicación do método

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO 1

1.- OBXECTO

O obxecto desta instrución é propor as metodoloxías de cálculo de conducións das redes de saneamento aplicables tanto a redes de pequeno tamaño (cálculos con fluxo permanente e uniforme), a redes de calquera tamaño sen elementos de regulación ou elementos singulares (métodos de fluxo permanente), como a redes de maior envergadura (fluxo non permanente).

2.- VELOCIDADES DE CIRCULACIÓN

Para evitar o deterioro das conducións por abrasión do material arrastrado no colector, debe limitarse a velocidade máxima de circulación das augas residuais ou pluviais. Por outra banda, debe limitarse tamén a velocidade mínima de circulación para evitar a sedimentación dos sólidos transportados nas redes de saneamento.

A comprobación de velocidade realizárase para a sección comercial realmente proxectada. No caso de non se cumprir as condicións necesarias deberá tomarse outra solución para a execución da tubaxe: cambio de pendentes, diámetro, material, etc.

Para o caudal de deseño (establecido conforme as instrucións ITOHG-SAN-1/0 e ITOHG-SAN-1/1) as velocidades máximas e mínimas nos colectores serán as recollidas na Táboa 1.

Táboa 1. Velocidades máximas e mínimas dos colectores.

	Velocidade máxima (m/s)	Velocidade mínima (m/s)
Formigón ou fundición dúctil	3,0	0,6
Gres, PVC e similares	6,0	

As pendentes das conducións quedarán determinadas polas velocidades de circulación do fluxo. En todo caso, as pendentes máximas e mínimas recomendadas recóllense na instrución ITOHG-SAN-1/2, relativa ao trazado das redes de saneamento.

Pódense admitir velocidades por debaixo das mínimas esporadicamente. As velocidades mínimas deben darse a diario.

3.- MÉTODO SIMPLIFICADO. RÉXIME PERMANENTE UNIFORME

O método simplificado, aplicable a redes de reducido tamaño, baséase nas ecuacións clásicas da hidráulica de canles.

Con carácter xeral, as hipóteses básicas a considerar no dimensionamento hidráulico dunha tubaxe son os seguintes:

- Suponse un fluxo de auga turbulento, permanente e uniforme.
- O proxectista pode contemplar o fluxo permanente e uniforme, salvo en elementos singulares onde se preveña a existencia de remansos ou en proxectos de gran relevancia, nos que se debe modelizar o fluxo como variado (apartado 4).
- A efectos de cálculo, os diámetros nominais mínimos serán de 300 mm.

3.1.- Ámbito de aplicación

Utilizarase o método simplificado sempre que se cumpran simultaneamente as seguintes condicións:

- A rede de drenaxe posúa una superficie inferior a 10 hectáreas.
- A poboación servida é inferior aos 3.000 habitantes.
- Non existen fenómenos importantes de fluxos de retorno e remansos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- A maior condución non supera os 500 mm de diámetro.
- Non existen elementos de regulación, impulsións ou outros elementos que para o seu deseño precisen de datos de evolución de caudais.
- Non hai elementos que impliquen regras lóxicas (elementos automáticos).

O método simplificado de cálculo hidráulico unicamente pode empregarse para o cálculo de tubaxes cun grao de enchido máximo do 75%, polo que os períodos de retorno de deseño deben adecuarse a esta circunstancia, segundo se establece no apartado 5 da ITOHG-SAN-1/0 e na ITOHG-SAN-1/1.

3.2.- Ecuacións de cálculo

Para avaliar o funcionamento das conducións en réxime permanente e uniforme debe empregarse a fórmula de Manning.

$$v = \frac{1}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Onde:

v: velocidade da auga no conduto (m/s).

R_H: radio hidráulico, calculado como a área de fluxo entre o perímetro mollado (m).

S: pendente de enerxía, que se suporá igual á pendente da condución (m/m).

n: coeficiente de fricción de Manning.

Os valores a adoptar para o coeficiente de fricción de Manning en función do material do colector son os recollidos na Táboa 2. No caso de liñas longas con pozos de rexistro ben encaixados (con cama de acompañamento de non menos de 180°), pódese considerar un valor de n equivalente. Para pozos sen continuidade imporase unha perda de carga local de valor $1,5 \frac{v^2}{2g}$ en cada pozo.

Táboa 2. Valores do coeficiente de fricción de Manning.

	n	
	Liñas simples	Liñas con pozos
Plástico (PVC, poliéster, etc.)	0,012	0,014
Fibrocemento	0,012	0,014
Gres	0,012	0,014
Fundición (con recubrimiento de morteiro)	0,015	0,017
Formigón armado e pretensado	0,015	0,017
Formigón vibrocentrifugado	0,016	0,018

O radio hidráulico, defínese como a relación entre a área da sección hidráulica e o perímetro mollado. A área refírese á área efectiva do fluxo e o perímetro mollado á liña de contacto da área mollada coa sección da condución.

En tubaxes de sección circular as expresións que se mostran dedúcense a partir da seguinte figura.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

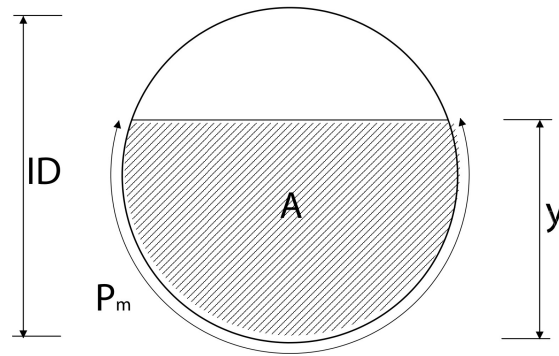


Fig 1. Xeometría de cálculo para seccións circulares.

A área da sección de fluxo é:

$$A = 0.25 \cdot ID^2 \cdot \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot y}{ID}\right) - (0.5 \cdot ID - y) \sqrt{ID - y} \cdot y^2$$

Onde:

A: área da sección de fluxo (m²).
ID: diámetro interior (m).
y: calado da lámina de auga (m).

Da mesma forma, o perímetro mollado P_m, defínese, para as seccións circulares, como:

$$P_m = ID \cdot \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot y}{ID}\right)$$

3.3.- Estimación dos caudais

Tendo en conta a fórmula de Manning, as expresións de área e radio hidráulico e a ecuación de continuidade, o caudal circulante por unha conducción circular para un grao de enchido calquera vale:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot \frac{A^{5/3}}{P_m^{2/3}} S^{1/2}$$

O grao de enchido das conduccións para o caudal máximo de proxecto será dun 75%. Para esta situación a fórmula anterior queda reducida a:

$$Q = 0,2842 \cdot \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot ID^{8/3}$$

Do mesmo xeito, o caudal que circularía por unha conducción da mesma pendente a sección completa vale:

$$Q_0 = 0,3115 \cdot \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot ID^{8/3}$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

O método exposto non prevé a redución de capacidade hidráulica da sección pola acción do aire ocluído entre a lámina de auga e a clave da condución. Para contemplar esta perda de capacidade hidráulica é habitual empregar os coeficientes correctores de Thorman-Franke, presentados no Anexo 1.

Na seguinte figura represéntase graficamente a relación entre o valor de enchido dunha condución e dous parámetros que son o caudal e a velocidade, expresados como Q/Q_0 e V/V_0 , é dicir en base á relación do valor a sección chea. Estes datos están calculados mediante a ecuación de Manning e corrixidos polos coeficientes de Thorman-Franke.

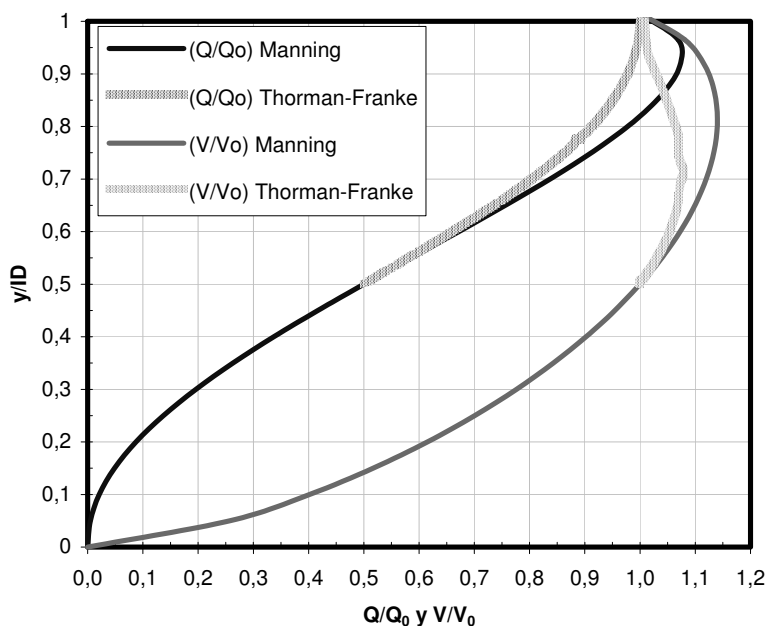


Fig 2. Xeometría de cálculo para seccións circulares.

Coma se pode apreciar na Figura 2, a modificación de Thorman-Franke só difire dos caudais e velocidades calculados coa fórmula de Manning para graos de enchido superiores a 50%. Para unha relación y/ID de 0,75, os caudais redúcense nun 4.6% e as velocidades nun 5.6%. Por este motivo, para o cálculo do caudal de proxecto pódese empregar a seguinte expresión, que xa contempla o coeficiente reductor de Thorman-Franke:

$$Q = 0,2711 \cdot \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot ID^{8/3}$$

Exemplo 1

Cálculo do diámetro dunha condución a partir dun caudal de proxecto

Datos

Aplicando a metodoloxía descrita na ITOHG-SAN-1/1 estimanse os seguintes caudais máximos e mínimos para o proxecto dunha condución de formigón sen pozos cunha pendente de 0,01 m/m

$$Q_{\max} = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + Q_{m,inf} + QP = 0,150 \frac{m^3}{s}$$

$$Q_{\min} = QD_{\min,urb} + QD_{\min,ind} = 0,015 \frac{m^3}{s}$$

Para tentear o diámetro da conducción, empregárase a fórmula de Manning coas correccións de Thorman-Franke para un grao de enchido do 75%.

$$Q = 0,2711 \cdot \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot ID^{8/3}$$

Onde:

Q : caudal circulante para un grao de enchido do 75% (m^3/s).

S : perdas de carga continuas, que nunha sección parcialmente chea son iguais á pendente da tubaxe (m/m).

n : coeficiente de fricción de Manning.

ID : diámetro interior (m).

O coeficiente de fricción de Manning vale segundo a Táboa 2, 0,015.

Para dimensionar o diámetro da conducción empregárase o caudal máximo Q_{max} .

Tenteando os diámetros comerciais, unha conducción de $ID=400$ mm, é capaz de transportar un caudal de $0,156$ m^3/s para un valor de enchido do 75%. Como o caudal de proxecto é de $0,150$ m^3/s haberá que calcular o grao de enchido e a velocidade máxima para este caudal.

Entón, en primeiro lugar estimase o caudal evacuado por unha conducción de formigón cun ID de 400 mm e unha pendente dun 1% coa seguinte expresión:

$$Q_0 = 0,3115 \cdot \frac{1}{n} \cdot S^{1/2} \cdot ID^{8/3}$$

O valor de Q_0 obtido é $0,180$ m^3/s .

A relación Q/Q_0 para o caudal máximo vale:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{0,150 \frac{m^3}{s}}{0,180 \frac{m^3}{s}} = 0,83$$

A continuación, e empregando os ábacos de Thorman-Franke recollidos no Anexo 1 pódense obter a relación y/ID e V/V_0 que satisfai está relación. Os valores son (interpolando):

$$\frac{y}{ID} = 0,723$$

$$\frac{V}{V_0} = 1,08$$

Deste xeito, obtense o calado da lámina de auga como $y=0,723 \cdot 0,4=0,289$ m. Para obter o valor da velocidade, débese determinar en primeiro lugar o valor da velocidade a sección chea, que de forma inmediata obtense como:

$$V_0 = \frac{Q_0}{0,25 \cdot ID^2 \cdot \pi} = \frac{0,180 \frac{m^3}{s}}{2,3 m^2} = 1,43 \frac{m}{s}$$

Entón, a velocidade máxima de proxecto será $V=1,54$ m/s, valor admisible segundo se recolle na Táboa 1.

Para a comprobación das velocidades mínimas empregárase o caudal mínimo de proxecto $Q_{min}=0,015 \text{ m}^3/\text{s}$. Para este caudal, a relación Q/Q_0 vale:

$$\frac{Q}{Q_0} = \frac{0,015 \text{ m}^3/\text{s}}{0,180 \text{ m}^3/\text{s}} = 0,083$$

Entón, e interpolando na tabulación de Thorman-Franke do Anexo 1, obtense:

$$\frac{y}{ID} = 0,162$$

$$\frac{V}{V_0} = 0,92$$

Polo que o calado da lámina e a velocidade de circulación son:

$$y = 0,400 \cdot 0,162 = 0,065 \text{ m}$$

$$V = 1,43 \cdot 0,92 = 1,31 \text{ m/s}$$

Esta velocidade mínima está no rango proporcionado na Táboa 1, polo que a conducción proxectada é admisible.

4.- RÉXIME PERMANENTE GRADUALMENTE VARIADO

4.1.- *Ámbito de aplicación*

O método usado baséase nas ecuacións clásicas da hidráulica de canles.

Este método non ten restricións en canto ao tamaño da cunca ou á forma e diámetro das conducións. Este método é aplicable sempre e cando se cumpran simultaneamente as seguintes condicións:

- Non existen elementos de regulación, impulsións ou outros elementos que para o seu deseño precisen de datos de evolución de caudais.
- Non hai elementos que impliquen regras lóxicas.
- Fluxo en lámina libre, é dicir, a rede non entra en carga.

4.2.- *Ecuacións de cálculo*

Para avaliar o funcionamento das conducións en réxime permanente gradualmente variado empréganse as ecuacións do fluxo permanente gradualmente variado (curvas de remanso), que son unha simplificación das ecuacións de Saint-Venant para réxime non uniforme.

Nesta situación, as variables velocidade e calado non dependen do tempo, aínda que si varían ao longo da lonxitude das conducións. Para a derivación das ecuacións das curvas de remanso pártese de consideracións de tipo enerxético. A altura de enerxía H nunha sección da conducción exprésase como:

$$H = \frac{v^2}{2 \cdot g} + y + z = \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2} + y + z$$

A partir da análise da variación de enerxía ao longo da conducción, chégase a ecuación das curvas de remanso:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_f - S}{1 - Fr^2}$$

Onde:

y: calado da lámina de auga (m).

x: coordenada lonxitudinal da conducción (m).

S_f: pendente motriz ou pendente da liña de enerxía:

$$S_f = -\frac{dH}{dx}$$

S: pendente xeométrica da conducción (m/m).

Fr: número de Froude, definido como:

$$Fr = \sqrt{\frac{v}{g \cdot y}}$$

A ecuación das curvas de remanso é unha ecuación diferencial, non lineal de primeira orde que precisa para a súa resolución unha condición de contorno. Está condición de contorno exprésase en termos de calado, no extremo augas arriba da conducción para fluxos supercríticos ($Fr > 1$) ou no extremo augas abaixo para fluxos subcríticos ($Fr < 1$).

Existen varios modelos numéricos que permiten calcular estas ecuacións e poden programarse sen dificultade. En calquera caso, non aporta unha gran vantaxe o uso deste método respecto do método completo, dado o apoio importante que supón ter un paquete optimizado a estes problemas como SWMM.

5.- RÉXIME NON PERMANENTE

5.1.- *Ámbito de aplicación*

O método utilizado é aplicable a calquera tipo de rede, de calquera tamaño e xeometría de conducións. Neste caso imponse o emprego do software Storm Water Management Model da US-EPA (SWMM).

O SWMM é un programa gratuito da EPA (Axencia de Protección Ambiental dos EEUU) e sen restricións para o seu uso, que realiza simulacións en períodos prolongados do comportamento hidráulico e da calidade da auga en redes de saneamento. Poderán empregarse outros paquetes informáticos equivalentes coa pertinente xustificación do proxectista e a autorización da Dirección do Proxecto ou a Obra

O método completo pode empregarse en calquera situación, pero o seu uso é obrigado cando para o cálculo da rede de saneamento sexa necesario empregar información relacionada co tránsito de caudais, é dicir:

- Existen elementos de regulación, impulsións ou outros elementos que para o seu deseño precisen de datos de evolución de caudais.
- Hai elementos que impliquen regras lóxicas.
- As conducións poden entrar en carga.

Este método pode empregarse para calcular as redes nos supostos de que estas non entren en carga, para un grado de enchido do 75%, ou para que entren en carga sen que se produza asolagamento, como se recolle no apartado 5 de Criterios Xerais da ITOHG-SAN-1/0.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

5.2.- Ecuacións de cálculo

Como xa se comentou, para a aplicación do método completo empregárase o paquete de simulación SWMM. Este programa resolve as ecuacións de Saint-Venant, que non son máis que unha particularización das ecuacións de Navier-Stokes, para fluxo unidimensional en lámina libre. A resolución destas ecuacións realízase cun método numérico de diferenzas finitas.

As ecuacións de Saint Venant son un xogo de dúas ecuacións, a ecuación de continuidade e a ecuación dinámica, que forman o seguinte un sistema de ecuacións diferenzas en derivadas parciais:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial y}{\partial x} + g(I - i) = 0$$

onde:

Q: caudal (m³/s).

A: área da sección mollada (m²).

v: velocidade da auga no conduto (m/s).

y: calado da lámina de auga (m).

x: coordenada lonxitudinal da conducción (m).

Aínda que estas ecuacións están desenvolvidas para fluxos en lámina libre, existen artificios matemáticos para que o software modelice os fluxos a presión que se producen nas conducións cando estas entran en carga. O SWMM, ao igual que outros paquetes de simulación de redes de saneamento, emprega a «rañura de Preissmann», que consiste en supoñer a sección prolongada indefinidamente cunha pequena rañura que apenas achega área. Deste xeito, a presión sobre a sección da conducción reproducécese moi aproximadamente.

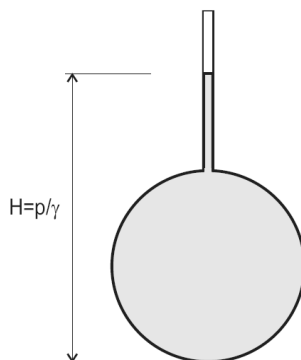


Fig 3. Rañura de Preissmann.

5.3.- Aplicación do método

Á hora de abordar un estudo co método completo en réxime non uniforme deben contemplarse os seguintes aspectos :

- Como datos de partida é necesario facer un estudo hidrolóxico previo que proporcione os datos da evolución dos caudais no tempo. Para isto aplicarase o método completo recollido na ITOHG-SAN-1/1, no apartado 3.2.
- Para que os resultados sexan representativos, os datos relativos a xeometría da rede, pendentes das conducións, resaltos, etc., deben ser moi detallados. Para isto deben empregarse inventarios actualizados das redes.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- Elección da discretización espacial e temporal axeitada. O nivel de detalle esixido á modelización debe estar relacionado coa calidade dos datos de partida e coa superficie a analizar. Así, para o deseño e comprobación de redes é habitual empregar conduccións de 10 a 20 m. Para a discretización temporal, intervalos de entre 30 segundos e 1 minuto son valores axeitados.
- No proceso de cálculo deben incluírse as condicións de contorno nos distintos nós do sistema coma entradas de caudais, niveis prefixados, verteduras en calado crítico, curvas de gasto, etc.
- O método inclúe bombeos, vertedoiros, orificios, depósitos, tratamento específico de pozos de rexistro e, en xeral, tódalas singularidades esperables nunha rede de saneamento.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano*. Ministerio de Fomento.

CYII (2006). *Normas para redes de saneamiento y drenaje urbano*. Canal de Isabel II.

CHN (1995). *Especificaciones Técnicas Básicas para proyectos de conducciones generales de Saneamiento*. Dirección General de Obras Hidráulicas.

EMASESA (2006). *Instrucciones Técnicas para redes de saneamiento*. Ayuntamiento de Sevilla.

GÓMEZ (2006). *Curso de hidrología urbana de Barcelona*. Flumen.

URALITA (2004). *Manual de conducciones Uralita*. Thomson-Paraninfo.

ANEXO 1

TABULACIÓN DAS FÓRMULAS DE THORMAN-FRANKE

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

y/ID	V/V₀	Q/Q₀
0,000	0,00	0,000
0,023	0,17	0,001
0,032	0,21	0,002
0,038	0,24	0,003
0,044	0,26	0,004
0,049	0,28	0,005
0,053	0,29	0,006
0,057	0,30	0,007
0,061	0,32	0,008
0,065	0,33	0,009
0,068	0,34	0,010
0,071	0,35	0,011
0,074	0,36	0,012
0,077	0,36	0,013
0,080	0,37	0,014
0,083	0,38	0,015
0,086	0,39	0,016
0,088	0,39	0,017
0,091	0,40	0,018
0,093	0,41	0,019
0,095	0,41	0,020
0,098	0,42	0,021
0,100	0,42	0,022
0,102	0,43	0,023
0,104	0,43	0,024
0,106	0,44	0,025
0,108	0,45	0,026
0,110	0,45	0,027
0,112	0,45	0,028
0,114	0,46	0,029
0,116	0,46	0,030
0,118	0,47	0,031
0,120	0,47	0,032
0,122	0,48	0,033
0,123	0,48	0,034
0,125	0,48	0,035
0,127	0,49	0,036
0,129	0,49	0,037
0,130	0,50	0,038
0,132	0,50	0,039
0,134	0,50	0,040
0,135	0,51	0,041
0,137	0,51	0,042
0,138	0,51	0,043
0,140	0,52	0,044
0,141	0,52	0,045
0,143	0,52	0,046

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

y/ID	V/V₀	Q/Q₀
0,145	0,53	0,047
0,146	0,53	0,048
0,148	0,53	0,049
0,149	0,54	0,050
0,151	0,54	0,051
0,152	0,54	0,052
0,153	0,55	0,053
0,155	0,55	0,054
0,156	0,55	0,055
0,158	0,55	0,056
0,159	0,56	0,057
0,160	0,56	0,058
0,162	0,56	0,059
0,163	0,57	0,060
0,164	0,57	0,061
0,166	0,57	0,062
0,167	0,57	0,063
0,168	0,58	0,064
0,170	0,58	0,065
0,171	0,58	0,066
0,172	0,58	0,067
0,174	0,59	0,068
0,175	0,59	0,069
0,176	0,59	0,070
0,177	0,59	0,071
0,179	0,59	0,072
0,180	0,60	0,073
0,181	0,60	0,074
0,182	0,60	0,075
0,183	0,60	0,076
0,185	0,61	0,077
0,186	0,61	0,078
0,187	0,61	0,079
0,188	0,61	0,080
0,189	0,62	0,081
0,191	0,62	0,082
0,192	0,62	0,083
0,193	0,62	0,084
0,194	0,62	0,085
0,195	0,63	0,086
0,196	0,63	0,087
0,197	0,63	0,088
0,199	0,63	0,089
0,200	0,63	0,090
0,201	0,64	0,091
0,202	0,64	0,092
0,203	0,64	0,093
0,204	0,64	0,094

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

y/ID	V/V₀	Q/Q₀
0,205	0,64	0,095
0,206	0,65	0,096
0,207	0,65	0,097
0,208	0,65	0,098
0,210	0,65	0,099
0,211	0,65	0,100
0,216	0,66	0,105
0,221	0,67	0,110
0,226	0,68	0,115
0,231	0,69	0,120
0,236	0,69	0,125
0,241	0,70	0,130
0,245	0,71	0,135
0,250	0,72	0,140
0,254	0,72	0,145
0,259	0,73	0,150
0,263	0,74	0,155
0,268	0,74	0,160
0,272	0,75	0,165
0,276	0,76	0,170
0,281	0,76	0,175
0,285	0,77	0,180
0,289	0,77	0,185
0,293	0,78	0,190
0,297	0,78	0,195
0,301	0,79	0,200
0,309	0,80	0,210
0,316	0,81	0,220
0,324	0,82	0,230
0,331	0,83	0,240
0,339	0,84	0,250
0,346	0,85	0,260
0,353	0,86	0,270
0,360	0,86	0,280
0,367	0,87	0,290
0,374	0,88	0,300
0,381	0,89	0,310
0,387	0,89	0,320
0,394	0,90	0,330
0,401	0,91	0,340
0,407	0,92	0,350
0,414	0,92	0,360
0,420	0,93	0,370
0,426	0,93	0,380
0,433	0,94	0,390
0,439	0,95	0,400
0,445	0,95	0,410
0,451	0,96	0,420

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

y/ID	V/V₀	Q/Q₀
0,458	0,96	0,430
0,464	0,97	0,440
0,470	0,97	0,450
0,476	0,98	0,460
0,482	0,99	0,470
0,488	0,99	0,480
0,494	1,00	0,490
0,500	1,00	0,500
0,506	1,00	0,510
0,512	1,01	0,520
0,519	1,01	0,530
0,525	1,02	0,540
0,531	1,02	0,550
0,537	1,02	0,560
0,543	1,03	0,570
0,550	1,03	0,580
0,556	1,03	0,590
0,562	1,04	0,600
0,568	1,04	0,610
0,575	1,04	0,620
0,581	1,05	0,630
0,587	1,05	0,640
0,594	1,05	0,650
0,600	1,05	0,660
0,607	1,06	0,670
0,613	1,06	0,680
0,620	1,06	0,690
0,626	1,06	0,700
0,633	1,06	0,710
0,640	1,07	0,720
0,646	1,07	0,730
0,653	1,07	0,740
0,660	1,07	0,750
0,667	1,07	0,760
0,675	1,07	0,770
0,682	1,07	0,780
0,689	1,07	0,790
0,697	1,07	0,800
0,701	1,08	0,805
0,705	1,08	0,810
0,709	1,08	0,815
0,713	1,08	0,820
0,717	1,08	0,825
0,721	1,08	0,830
0,725	1,08	0,835
0,729	1,07	0,840
0,734	1,07	0,845
0,738	1,07	0,850

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

y/ID	V/V₀	Q/Q₀
0,742	1,07	0,855
0,747	1,07	0,860
0,751	1,07	0,865
0,756	1,07	0,870
0,761	1,07	0,875
0,766	1,07	0,880
0,777	1,07	0,885
0,775	1,07	0,890
0,781	1,07	0,895
0,786	1,07	0,900
0,791	1,07	0,905
0,797	1,07	0,910
0,802	1,06	0,915
0,808	1,06	0,920
0,814	1,06	0,925
0,821	1,06	0,930
0,827	1,06	0,935
0,834	1,05	0,940
0,841	1,05	0,945
0,849	1,05	0,950
0,856	1,05	0,955
0,865	1,04	0,960
0,874	1,04	0,965
0,883	1,04	0,970
0,894	1,03	0,975
0,905	1,03	0,980
0,919	1,02	0,985
0,935	1,02	0,990
0,955	1,01	0,995
1,000	1,00	1,000

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

ITOHG-SAN-1/4

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE SANEAMENTO

TÍTULO	TÉCNICAS DE DRENAXE URBANA SOSTIBLE (SAN-1/4)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



TÉCNICAS DE DRENAXE URBANA SOSTIBLE (SAN-1/4)

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

1.- OBXECTO

2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DAS TDUS

- 2.1.- Condicionantes orixinados polas características das augas de escorrentía
- 2.2.- Restriccións orixinadas polas características do medio receptor

3.- TIPOLOXÍAS RECOMENDADAS

- 3.1.- Control de entradas en orixe
- 3.2.- Control e tratamento local
- 3.3.- Retención ou detención a nivel subcunca

BIBLIOGRAFÍA

1.- OBXECTO

O obxecto desta instrución é definir os ámbitos onde é necesario e/ou recomendable o emprego de Técnicas de Drenaxe Urbana Sostible para as escorrentías das cuncas urbanas (antes de que entren no sistema de saneamento) e para as augas que circulan pola rede de pluviais e en sistemas separativos. Estas augas teñen en común o feito de non estar mesturadas coa auga residual urbana. Polo tanto, algunhas das técnicas presentadas nesta instrución poderán e/ou deberán aplicarse tanto en redes separativas de drenaxe de pluviais coma en redes unitarias.

Trala definición dos ámbitos de aplicación destas tecnoloxías introducíranse nos últimos apartados da instrución os aspectos máis relevantes destas tipoloxías de TDUS.

2.- ÁMBITO DE APLICACIÓN DAS TDUS

Como se recolle na ITOHG SAN 1/0, como consecuencia da urbanización das cuncas naturais prodúcense cambios na hidroloxía das mesmas. Estes cambios poden resumirse nun incremento dos caudais máximos de escorrentía e nunha redución do tempo de concentración das cuncas.

Ademáis, as augas de escorrentía urbana (entendidas como aquelas augas que escoan pola superficie das cuncas antes de entrar as redes de sumidoiros ou aquelas que circulan polas redes de drenaxe de pluviais) son augas que contan con un nivel de contaminación moi variable, en moitos casos moi apreciable e noutros, como nalgúns medios rurais, moi reducido.

Por estes motivos, a vertedura directa destas augas aos sistemas acuáticos non será sempre posible. Un principio da xestión sostible das augas de escorrentía consiste en non modificar substancialmente a hidroloxía natural das cuncas. Para iso, e en primeiro lugar, na construción de novos espazos urbanos implantaranse as TDUS necesarias para que os caudais máximos e os volúmenes de augas pluviais non superan os caudais máximos existentes nas cuncas naturais previamente.

Dende un punto de vista da contaminación asociada as augas de escorrentía, a vertedura directa das mesmas dependerá, en primeiro lugar, do nivel de contaminación das augas de escorrentía. A cantidade de contaminación mobilizada por estas augas está moi vencellada aos focos de contaminación difusa, é dicir, aos usos do solo establecidos na cunca urbana.

O segundo condicionante que limita a vertedura directa das augas de escorrentía aos medios receptores é a propia natureza do medio. Así, non é o mesmo realizar unha vertedura a un medio fluvial, a un ecosistema de augas de transición con baixos tempos de renovación ou a un ambiente marítimo con gran capacidade de autodepuración.

Polo tanto, á hora de contemplar a necesidade dun ou varios sistemas de xestión das augas pluviais para as augas de escorrentía será necesario valorar estes aspectos. A metodoloxía proposta nestas instrucións basease nestas premisas e consistirá en primeiro lugar en valorar os condicionantes orixinados polas características das augas de escorrentía (recollidas no apartado 2.1) e aqueles relacionados coas características do medio receptor (apartado 2.2).

En base a estes condicionantes e premisas de vertido dos organismos de cunca, valorarse a idoneidade da vertedura directa das augas de escorrentía, e no caso que esta non sexa posible, proporanse as medidas axeitadas para tratalas e posteriormente vertelas ao medio e/ou propor medidas para a súa valorización e utilización. En calquera caso, as verteduras deberán cumprir coa lexislación ambiental vixente e contarán coas autorizacións pertinentes da administración hidráulica competente.

En calquera caso, e coma se recolle no apartado 6.2.1. da ITOHG SAN-1/0, promoverase e potenciarase a posta en práctica de medidas tales coma:

- Programas de limpeza das rúas
- Programas de educación pública
- Programas de xestión de residuos
- Control de fertilizantes e pesticidas
- Control da erosión do solo
- Control de escorrentía de zonas comercias e industrias

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

2.1.- Condicionantes orixinados polas características das augas de escorrentía

Na Táboa 1 preséntanse os principais usos do solo que poden conformar a estrutura das cuncas urbanas e a súa potencialidade para xerar contaminación das augas pluviais.

Táboa 1. Relación entre os usos do solo coa xeración de contaminación nas augas de escorrentía urbana

USO DO SOLO	CONTAMINANTE			
	Sólidos en suspensión	DQO	Metais pesados e hidrocarburos	Contaminación bacteriolóxica
Rural	Baixa	Non Significativa	Non Significativa	Media
Urbana	Media-Alta	Media	Media	Alta
Urbana densa / Comercial	Alta	Alta	Alta	Alta
Industrial	Alta	Media – Alta	Media – Alta	Alta
Aparcadoiros e estradas	Media – Alta	Media	Media - Alta	Baixa - Media
Autovías e autoestradas	Media – Alta	Media	Alta	Baixa - Media
Gasolineiras, estacións de transporte	Media – Alta	Media	Alta	Baixa - Media

Atendendo ao recollido nesta táboa e ao exposto anteriormente, estas instrucións obrigan á adopción de TDUS para o control da contaminación das augas de escorrentía nos seguintes casos:

- En zonas de nova construción onde trala urbanización se incrementen os caudais vertidos cara o medio receptor.
- En núcleos rurais, con poboación superior aos 1000 habitantes, a excepción de núcleos que podan producir unha alta cantidade de contaminación difusa (pesticidas, erosión do solo, etc), nos que se deben aplicar as TDUS en calquera caso.
- En zonas industriais.
- En aparcadoiros de superficie superior a 0,5 ha.
- En estradas con IMD superior aos 20.000 vehículos/día.
- En zonas como gasolineiras, inmediateiros de estacións de ferrocarril ou autobuses ou similares.

Evidentemente, no resto de ámbitos de aplicación onde non son previsibles grandes cargas de contaminación asociadas ás augas de escorrentía, tamén poderanse aplicarse as TDUS descritas nos apartados posteriores.

2.2.- Restricións orixinadas polas características do medio receptor

Nas masas de auga catalogadas como zonas sensibles ou zonas protexidas recollidas na DMA adoptaranse TDUS nas seguintes circunstancias:

- En zonas de nova construción onde trala urbanización se incrementen os caudais vertidos cara o medio receptor.
- En núcleos rurais, con poboación superior aos 500 habitantes, a excepción de núcleos que podan producir unha alta cantidade de contaminación difusa (pesticidas, erosión do solo, etc), nos que se deben aplicar as TDUS en calquera caso.
- En zonas industriais.
- En aparcadoiros de superficie superior a 0,25 ha.
- En estradas con IMD superior aos 10.000 vehículos/día.
- En zonas como gasolineiras, inmediateiros de estacións de ferrocarril ou autobuses, ou similares.

Estas zonas catalogadas na DMA son as Zonas de captación de auga para abastecemento e as Zonas de futura captación para abastecemento; as Zonas de protección de especies acuáticas economicamente significativas; as Masas de auga de uso recreativo; as Zonas vulnerables; as Zonas de protección de hábitat ou especies; os Perímetros de protección de augas minerais e termais; as Reservas naturais fluviais; as Zonas de protección especial e as Zonas Húmidas.

No resto de situacións, aplicaranse as restricións relacionadas coas características da contaminación das augas de escorrentía recollidas no apartado 2.1.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

3.- TIPOLOXÍAS RECOMENDADAS

No ámbito desta instrución, as TDUS clasificaranse segundo a súa situación dentro do ciclo hidrolóxico urbano. Así, diferenciarase entre técnicas orientadas ao **control de entradas na orixe**, dispostas no punto no que cae a choiva, ao **control e tratamento local**, que teñen por obxectivo reducir o volume e a contaminación da escorrentía urbana antes de que entre na rede de sumidoiros, e por último á **retención ou detención a nivel de subcunca**.

Polo tanto, é debido a natureza das tipoloxías presentadas, pode indicarse que as técnicas de control de entradas en orixe e de control e tratamento local poden aplicarse tanto en redes de drenaxe de pluviais como en redes de sumidoiros unitario, mentres que as técnicas de retención ou detención a nivel de subcunca están máis orientadas a sistemas de drenaxe de pluviais en redes separativas.

A continuación pásanse a enunciar as técnicas de xestión recomendadas nestas instrucións. Hai que indicar que, ó contrario que sucede co deseño de depósito de augas pluviais en redes unitarias, neste texto non se recollen procedementos ou parámetros para o deseño destas tecnoloxías por exceder do ámbito das instrucións. Estas indicación recóllense p.ex en EPA (2004) ou en CEDEX (2009).

3.1.- Control de entradas en orixe

As técnicas de control de entradas en orixe deséñanse para xestionar as augas de escorrentía no punto no que cae a choiva. O control de entradas consiste en proporcionar un volume de retención en superficies ou lugares especialmente preparados coma azoteas, aparcadoiros, patios industriais ou residencias, ou en xeral, calquera superficie deseñada axeitadamente.

Este volume de auga pódese posteriormente derivar a un sistema de control local ou de detención a nivel subcunca, almacenar e tratar para a súa utilización (tanto para usos urbanos coma para a súa infiltración) ou incluso evaporación (se a lámina de auga é pequena).

3.2.- Control e tratamento local

As técnicas de control e tratamento local son instalacións de almacenamento da escorrentía que empregan a infiltración para reducir os volumes de auga pluvial dirixidos cara a rede de drenaxe ou á rede de sumidoiros. O obxectivo destas instalacións é evitar que a escorrentía das choivas máis habituais entren na rede de drenaxe.

Cando as características do solo son axeitadas, as augas xeradas nas zonas impermeables son transportadas cara lugares específicos con vexetación onde se produce a infiltración. Se estes lugares non existen de modo natural, as augas poden conducirse ata depósitos ou outras instalacións onde se permite a infiltración.

O tratamento local pode tomar algunha das seguintes formas:

- Dispositivos de infiltración, como gabias ou pozos de infiltración
- Pavimentos porosos ou modulares.

A continuación realízase unha breve descrición destas tecnoloxías.

Gabias de infiltración

As gabias de infiltración son dispositivos constituídos por unha gabia escavada no terreo e rechea de material granular ou dun soporte sintético de alta porosidade. A infiltración cara o terreo debe realizarse nun tempo máximo de 2 días. Unha das principais vantaxes destes dispositivos é que axudan a preservar o balance hídrico xa que proporcionan un volume de recarga aos acuíferos locais.

Debido a súa propia natureza, estes dispositivos non poden empregarse en solos pouco permeables, e deben construírse sempre por riba do nivel freático. Son tecnoloxías pouco axeitadas para zonas con cargas de contaminación que poidan contaminar o chan (pesticidas, hidrocarburos, metais pesados). Ademais, debe prestarse atención os sólidos máis grosos, que poden colmatar o recheo granular, polo que deben deseñarse cun pretratamento como unha gabia vexetal ou outro dispositivo que elimine as partículas decantables (ver Figura 1).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

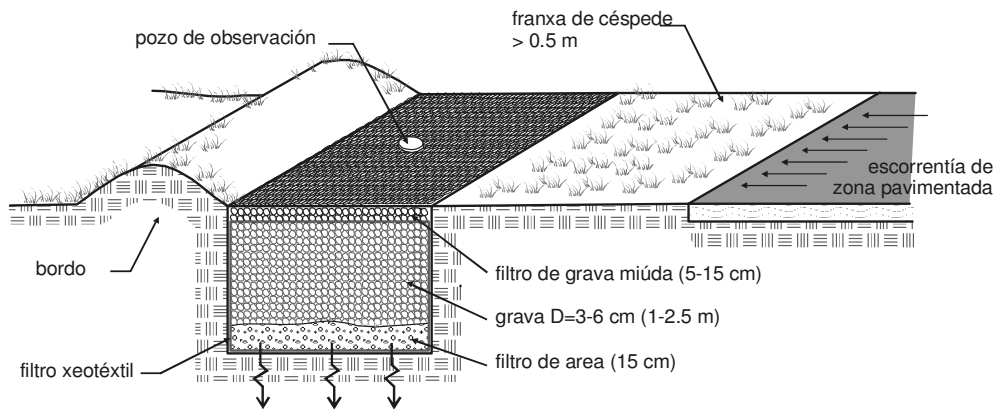


Figura 1. Esquema dunha gabia de infiltración (CEDEX, 2009).

Nalgúns casos as gabias constrúense cun cano perforado na súa base, para conducir as augas cara os cauces receptores ou cara a rede de drenaxe. Esta solución aplícase fundamentalmente nas marxes e medianas de autoestradas ou en solos con baixa capacidade de infiltración. Neste caso as gabias coñécense como filtros drenantes.

Pozos de infiltración

Os pozos de infiltración son sistemas para a infiltración da auga dos tellados das vivendas unifamiliares. Como as gabias de infiltración, son sistemas que proporcionan certa recarga aos acuíferos. Estes sistemas poden confeccionarse in situ, como o presentado na figura 2, ou mercarse prefabricado.

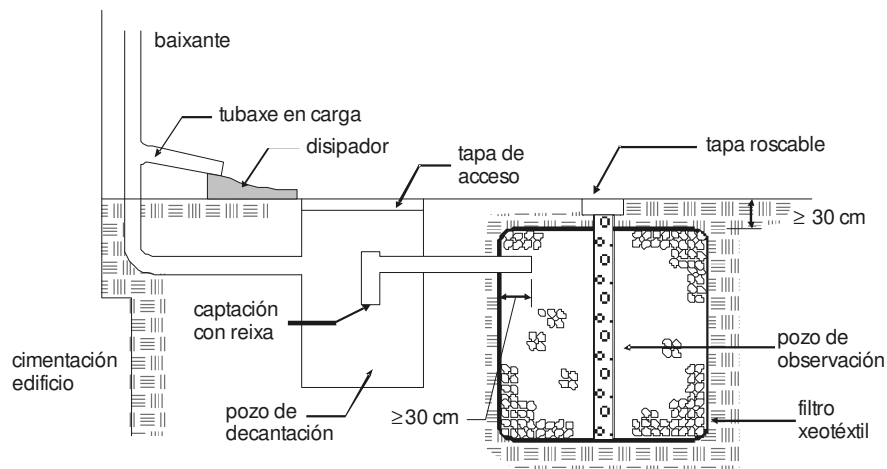


Figura 2. Esquema dun pozo de infiltración (CEDEX, 2009).

Pavimentos porosos

Os pavimentos porosos ou permeables consisten nunha capa de conglomerado asfáltico ou de formigón que permite a infiltración da escorrentía a base de grava deseñada especificamente para tal fin. Esta capa de grava permite o almacenamento temporal da auga para infiltrala ou enviala ás marxes do firme, a través dun sistema de drenes.

A alta permeabilidade destes pavimentos conséguese con gradacións especiais, obténdose porosidades de ata o 20%, fronte aos valores dos firmes tradicionais que son dun 2% a un 3%. En calquera caso, a porosidade do pavimento debe ir en aumento dende a superficie ata a súa base, para evitar o atrapamento de auga.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Estas técnicas proporcionan certa capacidade de recarga aos acuíferos, e permiten reducir os volumes e caudais de deseño da rede de drenaxe. Se están ben mantidos e deseñados poden ter ate un 35% de impermeabilidade.

Pavimentos modulares

Os pavimentos modulares son sistemas conformados por unha capa superficial composta de módulos de formigón, ladrillo ou plástico reforzado, que teñen unha serie de ocós recheos de area ou terra sobre a que se dispón céspede.

O seu funcionamento é similar ao dos pavimentos porosos xa que no súa base dispoñen de grava na que se produce o almacenamento temporal da escorrentía para a súa posterior infiltración ou drenaxe.

Estes pavimentos, así coma os porosos, empréganse en zonas con baixa intensidade de tráfico, aparcadoiros, rúas de zonas residencias ou en estradas de media densidade sen presenza de vehículos pesados. As configuracións máis habituais recóllense na seguinte figura.

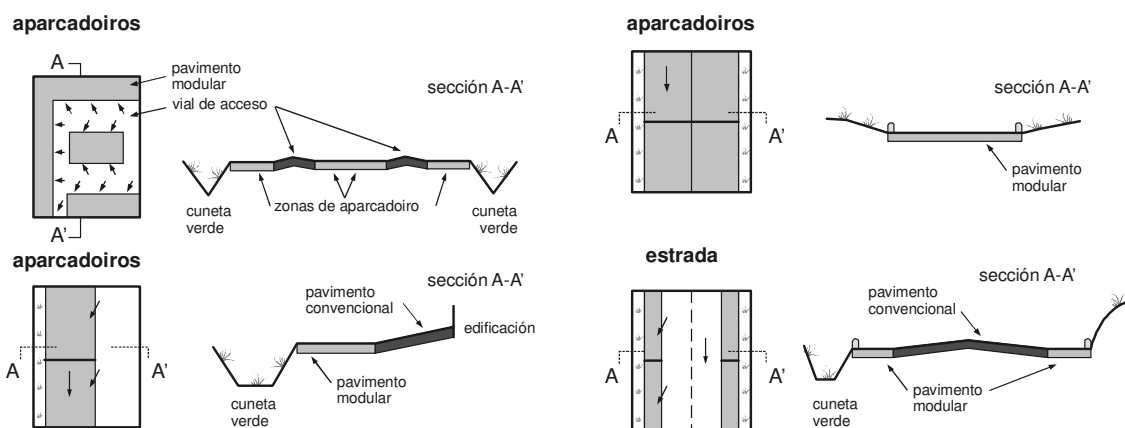


Figura 3. Exemplos de aplicación de pavimentos porosos ou modulares (CEDEX, 2009).

Un exemplo de aplicación destes pavimentos para a redución das volumes de escorrentía atópase na “Ordenanza de gestión y uso eficiente del agua en la ciudad de Madrid”. Esta orde establece unhas porcentaxes mínimas de superficie permeable e a minimizar a superficie de pavimentación nas novas urbanizacións de espazos libres públicos e nos de edificación que inclúan espazos libres de parcela.

Segundo esta ordenanza, os pavimentos porosos e modulares teñen consideración de superficies permeables. As porcentaxes mínimas de área permeable indicadas son as seguintes:

- Un 20% en beirarrúas de ancho superior a 1,5 m.
- Un 50% para bulevares e medidas.
- Un 35% para as prazas e zonas verdes urbanas.

3.3.- Retención ou detención a nivel subcunca

As instalacións de retención ou detención a nivel subcunca son técnicas que poden empregarse en tramos altos, medios ou baixos das redes de pluviais dos sistemas separativos, onde xa se recolle unha conca apreciable. A principal diferenza entre o almacenamento a nivel subcunca e o tratamento local e o control de entradas en orixe está na cantidade de área contribuínte que é interceptada. O almacenamento a nivel de subcunca xeralmente intercepta un volume apreciable. Este tipo de almacenamento pode tomar algunha das seguintes formas:

- Estanques de detención (secos)
- Estanques de retención (húmedos)
- Depósitos de formigón, normalmente subterráneos
- Humidais artificiais
- Bandas de céspede ou gabias de céspede
- Sistemas de filtración en leito de area

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Cando a urbanización é máis pechada ou a conca está máis consolidada, é difícil conseguir espazo para construír un sistema de creación de lagoas ou de humidaís. Nese caso recórrase a sistemas compactos de almacenamento -tratamento en liña. O tratamento adoita consistir, por exemplo, na filtración a través de leitos de area.

No caso de que se persiga a reutilización dunha porción da auga, o tratamento será o adecuado ao uso posterior. É razoable deseñar o sistema con distintas liñas de tratamento, unha para a auga que vai reutilizarse, e outra para a auga que vai verterse, xa que os obxectivos de calidade serán distintos.

O uso de lagoas ou estanques para o control e o tratamento das augas de escorrentía urbana tivo un amplo uso nos últimos anos en EE.UU. e en Europa. Ao mesmo tempo os deseños son cada vez máis sofisticados co fin de alcanzar os obxectivos ambientais previstos, tanto desde un punto de vista de calidade da auga como desde o punto de vista de integración paisaxística en contornas urbanas.

A continuación realízase unha breve descrición destas tecnoloxías.

Estanques de retención

Os estanques de retención, ou depósitos húmidos, son aqueles que almacenan un volume permanente de auga. Este volume de retención permite unha mellor eliminación dos contaminantes presentes na escorrentía xa que favorece os procesos de sedimentación das partículas e a degradación bioquímica dos mesmos, xa que contan con vexetación e microorganismos. Ademais, este volume de auga impide notablemente a resuspensión dos sedimentos do leito dos estanques.

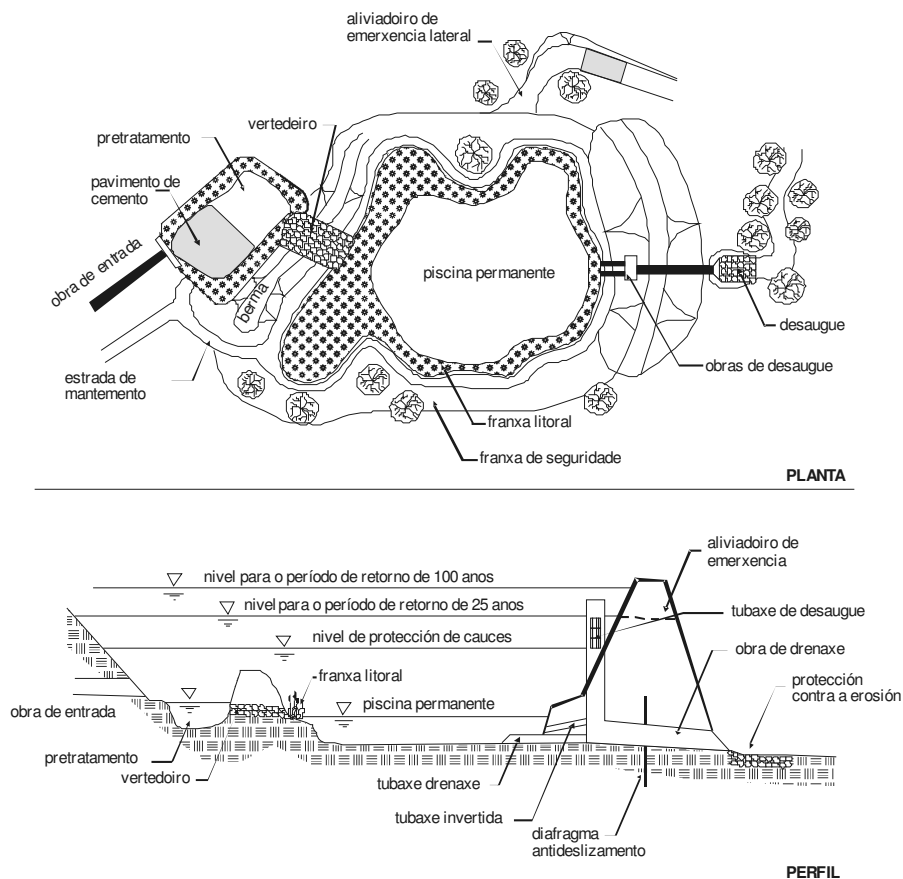


Figura 4. Esquema dun estanque de retención (CEDEX, 2009).

Durante a choiva, a escorrentía que entra o estanque despraza á auga que se atopaba inicialmente no estanque. Deste xeito o sistema captura e trata as choivas máis habituais e miúdas, que no balance anual son as que mobilizan máis contaminación cara os medios receptores. É habitual cos estanques se deseñen cun sobrevolume

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

de auga que permite tratar as choivas mais intensas. Ademais, contan cun aliviadoiro de emerxencia, para as choivas de maior período de retorno.

Como ocorre co resto de TDUS presentadas nesta instrución, en España non existen normativas para o seu deseño. A nivel mundial as referencias máis habituais son as da axencia de protección ambiental americana e algunhas referencias inglesas do CIRIA. No texto do CEDEX (2009) recollese unha metodoloxía para o deseño desta e doutras TDUS aplicables as augas de escorrentía urbana.

Estanques de detención

Os estanques de detención, ou depósitos secos, deséñanse para laminar o hidrograma de entrada a estrutura. Son similares aos estanques de retención pero non contan cun volume permanente de auga, polo que o seu rendemento de eliminación de contaminantes é moi inferior. Polo tanto, o seu deseño atende a criterios hidráulicos.

Estanques de detención subterráneo

Os sistemas subterráneos de detención son depósitos de formigón deseñados para laminar os caudais de entrada aos mesmos. O seu deseño é similar ao dos estanques de detención, pero empréganse en zonas urbanas onde a superficie dispoñible para estas técnicas é reducida.

Humidais

Os sistemas de humidais artificiais son estanques de *augas someras* deseñados para reducir a contaminación mobilizada pola escorrentía urbana. Nestas infraestruturas os procesos físicos, químicos e biolóxicos son os encargados de eliminar os contaminantes. A característica fundamental destes sistemas é que contan con plantas hidrófilas que se encargan de depurar a contaminación presente nas augas pluviais.

Son técnicas cunha boa integración paisaxística e posúen un hábitat variado. Os principais problemas que poden presentar están asociados con olores e coa aparición de mosquitos. Na seguinte figura presentase un esquema tipo dun humidal.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

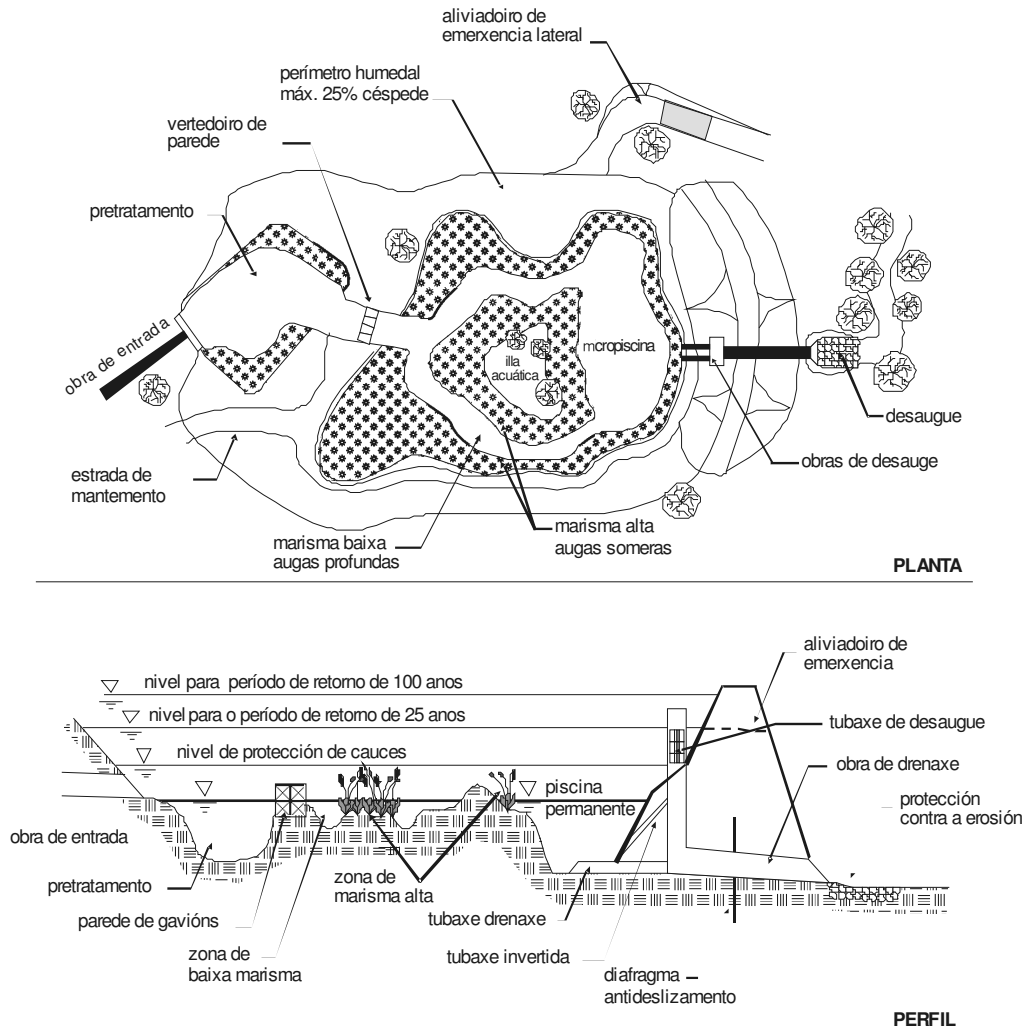


Figura 5. Esquema dun humedal artificial (CEDEX, 2009).

Estanques de infiltración

Os estanques de infiltración son estanques de detención que permiten a infiltración da escorrentía ao solo. Como no resto de dispositivos de infiltración, estas técnicas permiten preservar o balance hídrico, xa que o volume de infiltración recarga aos acuíferos locais.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

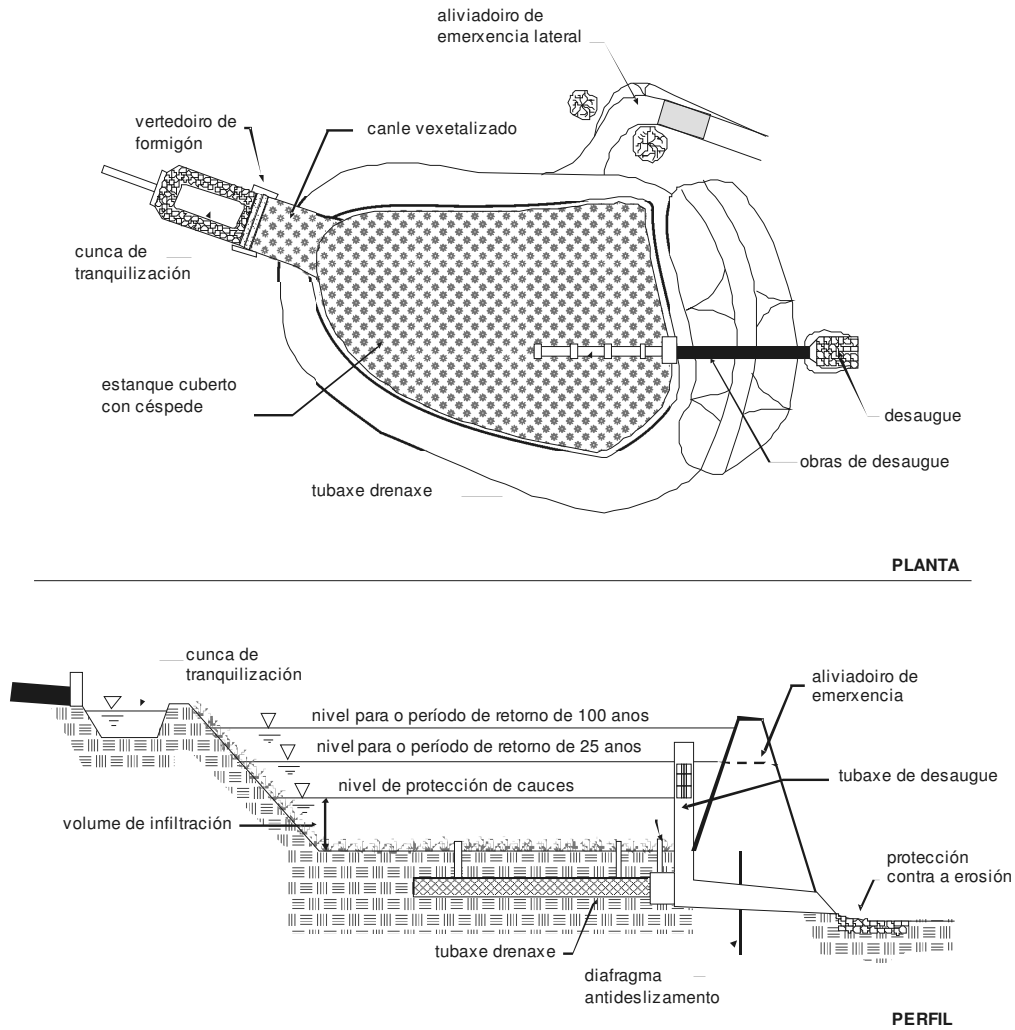


Figura 6. Esquema dun estanque de infiltración (CEDEX, 2009).

Estes dispositivos deben contar cun sistema de drenaxe para permitir o seu baleirado. O principal inconveniente destas infraestruturas son os custes de mantemento, xa que son necesarias campañas de revisión e limpeza para evitar atascos e a colmatación do leito granular drenante.

Cunetas de céspede

As cunetas verdes son canles pouco profundas e anchas cubertas de céspede pensadas para proporcionar certo tratamento ás augas de escorrentía urbana. Estes sistemas deséñanse exclusivamente para tratar a contaminación polo que se pretende laminar os caudais será necesario empregar outra TDUS en serie (como un estanque).

Na base das cunetas de céspede dispónse un solo especial permeable e un filtro subterráneo. O obxectivo é eliminar a contaminación por mecanismos de infiltración, adsorción e degradación biolóxica. Sen embargo, con estas técnicas non se pretende infiltrar a auga ao solo, unicamente pasala a través da súa sección.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

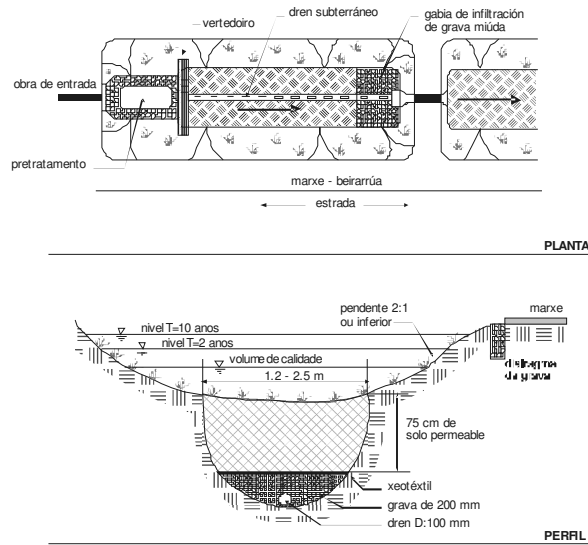


Figura 7. Esquema dunha cuneta de céspede (CEDEX, 2009).

Poden configurarse en “seco” ou con certo volume de auga permanente. Empréganse como sistemas de condución das augas pluviais ao longo de estradas e rúas en zonas residenciais, en pequenas zonas impermeables coma aparcadoiros ou ao longo da mediana ou a marxe de autoestradas.

Zonas de biorretención

As zonas de biorretención son estruturas deprimidas onde se almacena e infiltra a auga de pequenas zonas impermeables coma aparcadoiros ou interseccións de estradas (funcionando como rotonda ou illote). Nos sistemas de biorretención dispónse un solo moi permeable sobre un dren de grava, que habitualmente devolve a auga tratada cara a rede de drenaxe.

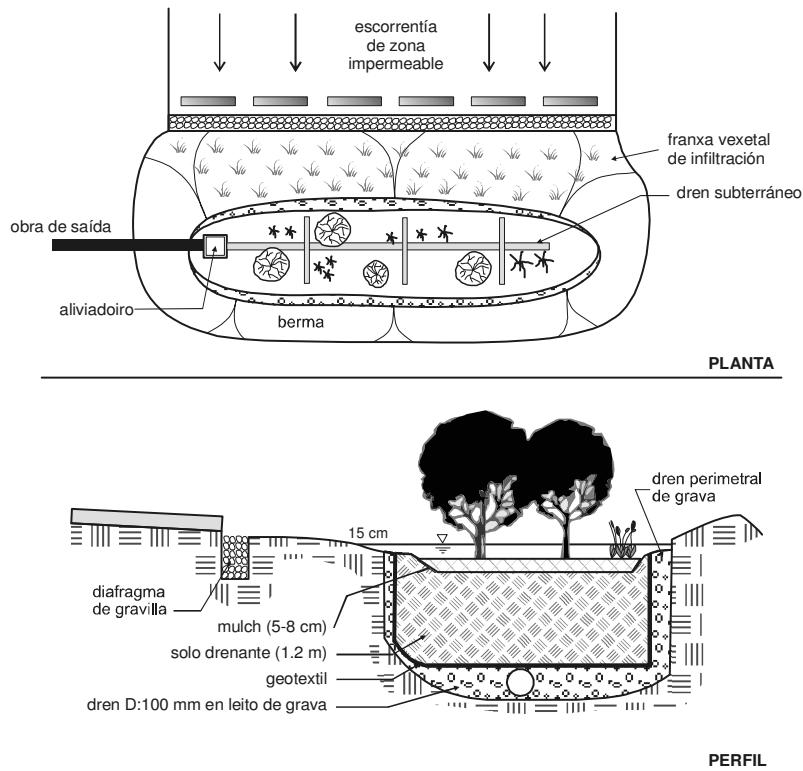


Figura 8. Esquema dunha zona de biorretención (CEDEX, 2009).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

Nas zonas de biorretenção a contaminación é eliminada nos procesos de filtración e tamén pola presenza de vexetación.

Filtros de area

Os filtros de area son estruturas de control das augas pluviais que almacena a auga temporalmente facéndoa atravesar varias capas de area, mellorando así a súa calidade por sedimentación e filtración. Xeralmente estes sistemas presentan dúas cámaras, unha de sedimentación, que favorece a eliminación de flotantes e das partículas máis grosas, e unha cámara de filtración composta por un leito de area.

Despois de que auga atravesa a infraestrutura esta diríxese cara a rede de drenaxe ou cara o medio receptor. Estes sistemas requiren menos espazo cós sistemas de infiltración ou retención, polo que se aplican fundamentalmente en zonas urbanas densas.

Existen varias tipoloxías de filtros de area:

- Filtros superficiais
- Filtros perimetrais
- Filtros subterráneos

As diferenzas entre estas tipoloxías está na súa disposición (superficial ou subterránea), na área de drenaxe, a superficie do filtro e a cantidade de escorrentía que tratan. Nas seguintes figuras presentase varios esquemas das tipoloxías de filtros máis habituais.

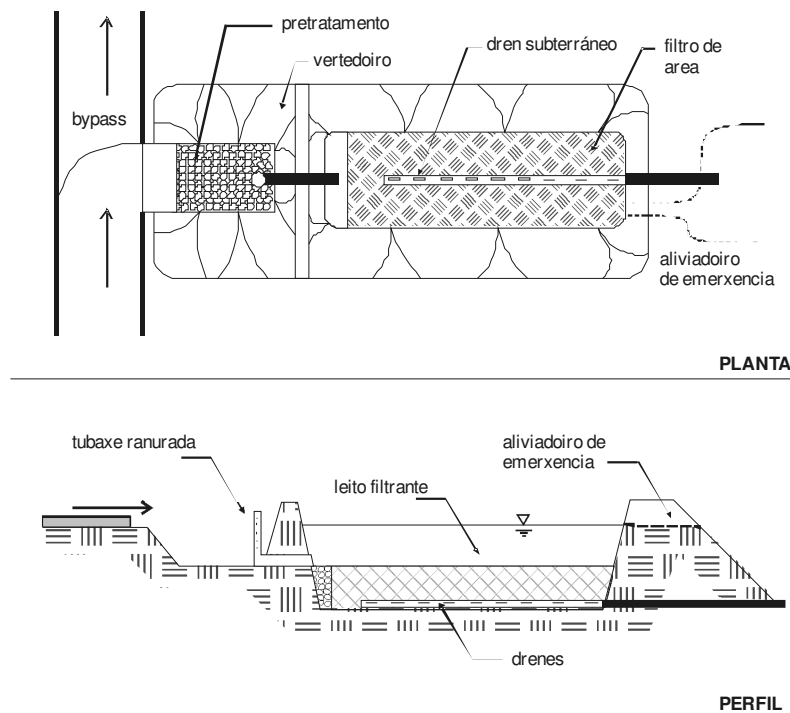


Figura 9. Esquema dun filtro superficial (CEDEX, 2009).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

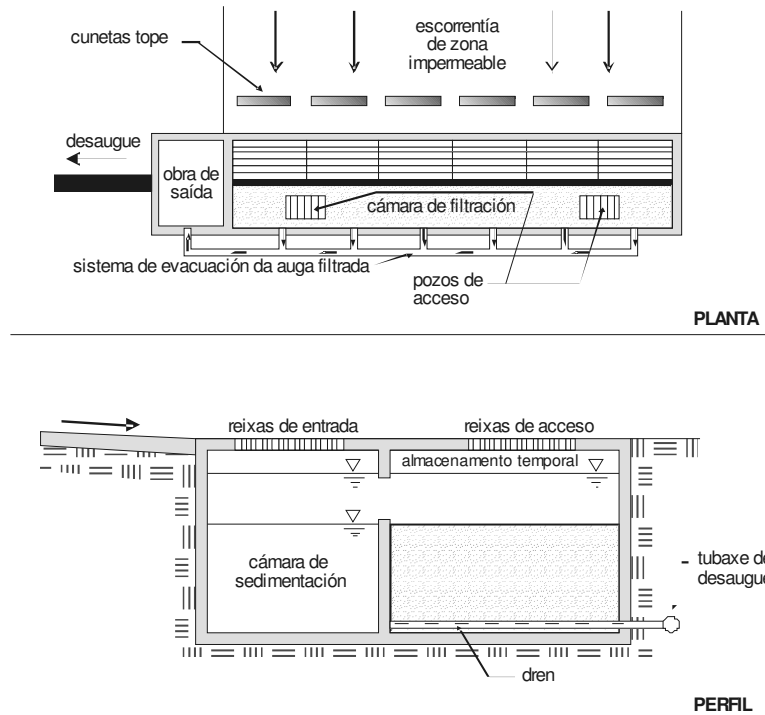


Figura 10. Esquema dun filtro perimetral (CEDEX, 2009).

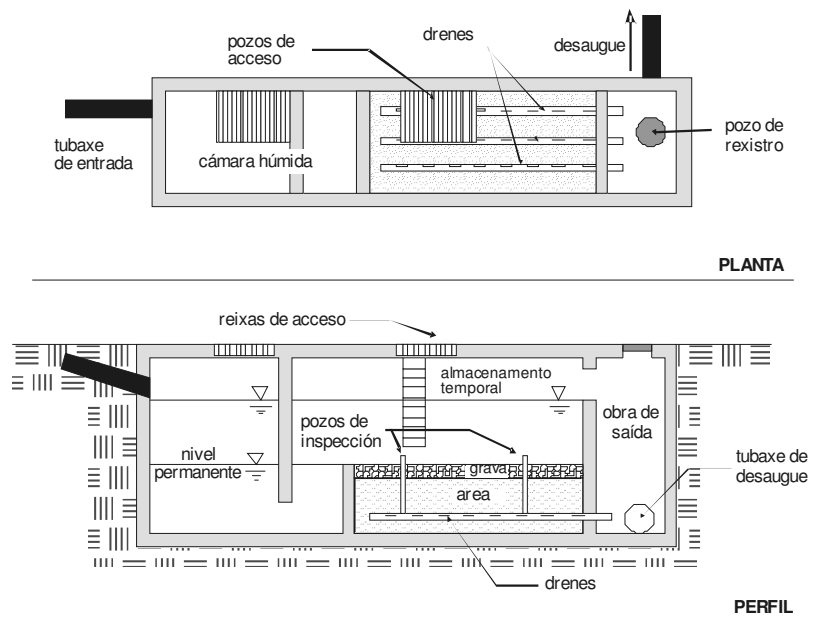


Figura 11. Esquema dun filtro subterráneo (CEDEX, 2009).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	--

BIBLIOGRAFÍA

ASCE-EPA. (2002). *Urban Stormwater BMP performance monitoring*. American Society of Civil Engineering, U.S. Environmental Protection Agency. US-EPA/821-B-02-001.

CEDEX (2009). *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Editores. J. Puertas, J. Suárez y J. Anta.

Concello de Madrid (2008). *Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la ciudad de Madrid*.

REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS

CIRIA (1999). *Sustainable Urban Drainage Systems. Design manual for Scotland and Northern Ireland*. Construction Industry Research and Information Association, Report C251. Londres.

EPA (2004). *Storm Best Management Practices Design Guide. 3 Volumes. Disponible en <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r04121/600r04121.htm>*

LACDPW (2002). *Development Planning for Storm Water Management*. Los Angeles County Department of Public Works. Los Angeles.

MDE (2000). *Maryland stormwater design manual. 2 Vol.* Maryland Department of the Environment, Baltimore.

MDEP (1997). *Stormwater Management. Volume 2: Stormwater Technical Handbook*. Massachusetts Department of Environmental Protection y Massachusetts Office of Coastal Zone Management. Boston.

NJDEP (2004). *New Jersey Stormwater Best Management Practices Design Manual*. New Jersey Department of Environmental Protection. Trenton.

NYSDEC (2001). *New York State. Stormwater management manual*. New York State. Department of Environmental Conservation, Albany.

PGCDER (1999). *Low-Impact Development Design Strategies. An Integrated Design Approach*. Prince George's County, Department of Environmental Resources, Maryland.

VANR (2001). *The Vermont Stormwater Management Manual. 2 Vol.* Vermont Agency of Natural Resources, Water Quality Division. Waterbury, Vermont.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

ITOHG-SAN-1/5

INSTRUCCIÓN TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE SANEAMENTO

TÍTULO	CÁLCULO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS (SAN-1/5)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



**CÁLCULO DE DEPÓSITOS DE AUGAS PLUVIAIS EN SISTEMAS UNITARIOS
(SAN-1/5)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- OBXECTO
 - 2.- DESEÑO DE DEPÓSITOS DE AUGAS PLUVIAIS EN SISTEMAS UNITARIOS
 - 2.1.- Consideracións e criterios xerais
 - 2.2.- Caudais derivados a EDAR
 - 2.3.- Deseño hidráulico de depósitos de augas pluviais
 - 2.3.1.- Método simplificado
 - 2.3.2.- Método completo
 - 3.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS E OUTRAS CONSIDERACIÓNs
 - 3.1.- Elementos de regulación
 - 3.2.- Elementos de alivio
 - 3.3.- Deseño mecánico

BIBLIOGRAFÍA

1.- OBXECTO

O obxecto da presente instrución é expoñer os métodos de cálculo para o deseño de depósitos para as redes de saneamento unitarias.

En primeiro lugar indícanse as metodoloxías de cálculo dos depósitos en redes unitarias. Presentaranse dúas metodoloxías de deseño, unha simplificada, aplicable a redes de pequeno tamaño, e unha metodoloxía denominada "completa" aplicable a calquera escenario de deseño. Ambas metodoloxías recollen a filosofía de deseño recollida na *ITOHG-SAN-1/0*.

Por último, indícanse outras consideracións de deseño dos depósitos relativas ao deseño dos aliviadoiros, elementos de regulación ou limpeza.

2.- DESEÑO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS

2.1.- Consideracións e criterios xerais

Como reflexa o apartado 3.1 da *ITOHG-SAN-1/0*, os depósitos son estruturas hidráulicas deseñadas con dous posibles obxectivos: reducir as verteduras ao medio, ou evitar inundacións augas abaixo. Estes obxectivos están interconectados: por exemplo o proporcionar un volume de almacenamento para reducir as verteduras ao medio receptor consegue reducir os caudais punta.

En xeral, deben disporse depósitos ao menos, nos seguintes casos:

- Nas incorporacións da rede de saneamento previas aos colectores interceptores, cando os caudais de pluviais sexan elevados e/ou superen a capacidade de xestión de augas residuais da EDAR. Co obxecto de garantir o bo funcionamento do sistema, débese procurar o agrupamento das augas residuais, de forma que cada aliviadoiro recolla as augas correspondentes a unha poboación superior a 1.000 habitantes.
- Nos puntos previos ás instalacións que teñan un caudal de deseño limitado, coma as estacións de bombeo, sifóns, etc.

Como se comentou na *ITOHG-SAN-1/0*, en sistemas unitarios son previsibles problemas de contaminación asociados ás augas pluviais, polo que será necesario que os depósitos se deseñen para reducir o vertido directo destas augas ao medio acuático receptor.

2.2.- Caudais derivados a EDAR

O primeiro paso para realizar o deseño dun depósito é o de definir os caudais de entrada e saída do mesmo. Estes caudais serán os relativos á área de achegas do depósito. Deste xeito, defínese:

- a) O caudal máximo de entrada no depósito, Q_E , ven dado pola seguinte expresión (ver a *ITOHG-SAN-1/1* para a definición de caudais):

$$Q_E = QH_{p,urb} + QH_{p,ind} + QH_{p,inf} + QP$$

Onde:

$QH_{p,urb}$: Caudal horario punta urbano de augas residuais no día de máximo consumo do ano horizonte (L/s).

$QH_{p,ind}$: Caudal horario punta industrial de augas residuais no ano horizonte (L/s).

$QH_{p,inf}$: Caudal horario punta de infiltración (L/s).

QP : caudal punta de augas pluviais (L/s).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- b) O caudal de saída do depósito, Q_s , deberá ser coherente coa estratexia xeral de depuración do sistema de saneamento e co caudal máximo admitido pola EDAR á que se conducen as augas. En xeral, este será o proporcionado polo tratamento secundario da mesma (en termos da Directiva 91/271), e determinará os caudais máximos admitidos polas liñas da depuradora. Ata a publicación das futuras Instruccións Técnicas para Estacións Depuradoras de Augas Residuais, e a falta de datos concretos sobre o sistema de explotación da EDAR, poderá adoptarse como caudal de saída do depósito un valor de tres veces o caudal diario punta total de augas residuais urbanas:

$$Q_s = 3 \cdot QD_{p,total}$$

Onde:

Q_s : caudal de saída do depósito

$QD_{p,total}$: caudal diario punta total de augas residuais urbanas da cunca de achegas ao depósito, definido na ITOHG-SAN-1/0 como:

$$QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{p,ind} + QD_{p,inf}$$

$QD_{p,urb}$: caudal diario punta de auga residual de orixe urbana.

$QD_{p,ind}$: caudal diario punta de auga residual de orixe industrial.

$QD_{p,inf}$: caudal diario punta de infiltración.

Este valor para o caudal de saída ($3 \cdot QD_{p,total}$) establecerase para sistemas secundarios convencionais de biomasa en suspensión ou fixada. A pesar disto, en casos xustificados nos que o deseño da EDAR e da rede de saneamento permita conducir e tratar caudais máis elevados na estación depuradora poderán incrementarse os valores anteriormente sinalados. Este é o caso dunha EDAR que dispoña, por exemplo, de liñas auxiliares de retención ou de tratamento para as augas pluviais. De todos modos, sempre cómpre garantir os obxectivos de calidade marcados pola Directiva 91/271 na totalidade dos efluentes vertidos dende a planta depuradora.

- c) O caudal vertido polo aliviadoiro do depósito, Q_{VA} , deberá adecuarse ás características do medio acuático receptor e, en calquera caso, deberá pasar por un desbaste fino. No proxecto xustificárase a adopción dos caudais e volumes das augas aliviadas cara o medio receptor, empregando as metodoloxías descritas no apartado seguinte.

2.3.- Deseño hidráulico de depósitos de augas pluviais

2.3.1.- Método simplificado

Ámbito de aplicación

Para a determinación do volume dos depósitos o método simplificado propón un sinxelo procedemento no que, en función do tipo de cunca e o tipo de medio receptor, estímase a capacidade do depósito a partir duns ratios de volume por hectárea neta (ou impermeable) de cunca urbana.

A aplicación deste método non require do coñecemento da evolución dos caudais para a estimación do volume do depósito e dos órganos de regulación e alivio do mesmo.

Utilizarase este método se concorren as seguintes circunstancias simultaneamente:

- A superficie impermeable (neta) da cunca urbana é inferior as 10 hectáreas.
- A poboación é inferior aos 3.000 habitantes.
- Non existen antecedentes de inundacións.

No resto de escenarios empregárase o "método completo", descrito no apartado 2.3.2.

Estimación do volume do depósito

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Seguindo a filosofía expresada na ITOHG-SAN-1/0, os caudais derivados cara a EDAR deben tratarse na mesma en termos dos criterios de calidade recollidos na Directiva 91/271. Deste xeito, e de forma xeral, os máximos caudais que poden chegar aos colectores interceptores dende os depósitos serán os indicados provisionalmente no apartado 2.2.

Para estes caudais de saída ($3 \cdot QD_{p,total}$), e para que non se produza un número elevado de verteduras ao medio receptor, o volume específico (volume por hectárea impermeable de cunca urbana) adoptado nesta instrución será o que ven recollido na Táboa 1.

Táboa 1. Volumes de almacenamento específico (m^3/ha neta ou impermeable) mínimos para os depósitos en función do medio receptor e da tipoloxía da cunca de achegas.

Tipo de medio receptor (en termos da 91/271)	Tipoloxía da cunca de achegas		
	Rural	Urbana	Urbana Densa
Sensible	80	100	110
Non catalogada (normal)	60	80	90

Os volumes das zonas catalogadas como sensibles aplicaranse a aquelas zonas protexidas recollidas na DMA. Estas son as Zonas de captación de auga para abastecemento e as Zonas de futura captación para abastecemento; as Zonas de protección de especies acuáticas economicamente significativas; as Masas de auga de uso recreativo; as Zonas vulnerables; as Zonas de protección de hábitat ou especies; os Perímetros de protección de augas minerais e termais; as Reservas naturais fluviais; as Zonas de protección especial e as Zonas Húmidas.

Para os casos nos que permita derivar un caudal superior a $3 \cdot QD_{p,total}$ deberán empregarse os valores recollidos na Táboa 2.

Táboa 2. Volumes de almacenamento específico (m^3/ha neta ou impermeable) mínimos para os depósitos con caudais de saída de 5 e 7 $QD_{p,total}$.

5. $D_{p,total}$	Tipoloxía da cunca de achegas		
	Rural	Urbana	Urbana Densa
Sensible	56	70	77
Non catalogada (normal)	42	56	63
7. $QD_{p,total}$	Tipoloxía da cunca de achegas		
	Rural	Urbana	Urbana Densa
Sensible	32	40	44
Non catalogada (normal)	24	32	36

En calquera caso, se un usuario ou grupo de usuarios singulares (p.ex. unha agrupación industrial) xeran caudais máximos superiores aos admitidos pola EDAR (habitualmente $3 \cdot QD_{p,total}$) deberán proporse medidas para non superar este valor na cabeceira da planta depuradora. Nestas situacións é preceptiva a autorización das autoridades hidráulicas competentes.

Exemplo 1

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Cálculo do volume dun depósito nun sistema unitario polo método simplificado

Datos

Cunca urbana de 12 ha que verte as súas augas cara un medio non catalogado pola DMA

Características da superficie da cunca:

- 30 % Urbano. Edificación aberta. 60 % de superficie impermeable
- 60 % Urbano. Edificación pechada. 95% de superficie impermeable
- 10 % Zona verde. 5% de superficie impermeable

Aplicación do método

En primeiro lugar debe estimarse a superficie neta da cunca:

- Edificación aberta : $20 \text{ ha} \cdot 30 \% \text{ area} \cdot 60 \% \text{ impermeabilidade} = 2,16 \text{ ha-netas}$
- Edificación pechada: $20 \text{ ha} \cdot 60 \% \text{ area} \cdot 95\% \text{ impermeabilidade} = 6,84 \text{ ha-netas}$
- Zona verde: $20 \text{ ha} \cdot 10\% \text{ area} \cdot 5\% \text{ impermeabilidade} = 0,06 \text{ ha-netas}$

Polo tanto a superficie neta total da cunca é de 9,06 ha netas.

Na realidade a superficie neta debe estimarse a partir de fotos aéreas e planos nos que se poida contabilizar a área impermeable que drena cara o sistemas de saneamento.

Unha vez determinada a área neta debe comprobarse a validez do método simplificado.

A superficie neta é de 9,06 ha, inferior a 10 ha polo que pode aplicarse o método. Neste exemplo non se amosan datos sobre a poboación ou os antecedentes de inundacións. Estes aspectos deben comprobarse para poder aplicar este método.

Para estimar o volume de depósito asumírase a estratexia de caudais estándar, e dicir, enviar un caudal

$Q_s = 3 \cdot QD_{p,total}$. A tipoloxía da cunca é unha mestura entre Urbana densa e Urbana. Adoítarase do lado da seguridade o valor de volume específico para cuncas Urbanas densas.

Deste xeito, na Táboa 1 tense que o valor de almacenamento específico é de $90 \text{ m}^3/\text{ha-neta}$ (zona non catalogada).

Polo tanto, o volume total de almacenamento do depósito será de $9,06 \text{ ha-neta} \cdot 90 \text{ m}^3/\text{ha-neta} = 815,4 \text{ m}^3$.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

2.3.2.- Método completo

Ámbito de aplicación

O método completo consiste na realización dunha modelización integrada da cunca urbana, da rede de conducións, os sistemas de depuración e control das verteduras, e por último, e sempre que sexa posible, do medio receptor.

Para a aplicación desta metodoloxía é necesario dispor de datos de partida en cantidade e calidade moi superior aos necesarios para a aplicación do método simplificado. A principal vantaxe que ofrece é o involucrar na concepción do sistema de saneamento ao medio receptor, no que se establecerán unha serie de obxectivos de calidade que deberán cumprirse.

Este método pode aplicarse en calquera circunstancia ou escenario de deseño, aínda que será obrigatorio cando concorran algunha das seguintes circunstancias.

- A superficie impermeable (neta) da cunca urbana é superior as 10 hectáreas.
- A poboación é superior os 3.000 habitantes.
- Existen antecedentes de inundacións.

Estimación do volume do depósito

As etapas do proceso de obtención do volume dun depósito para o control da contaminación, mediante o método completo, descríbense a continuación e esquematízanse na Figura 1.

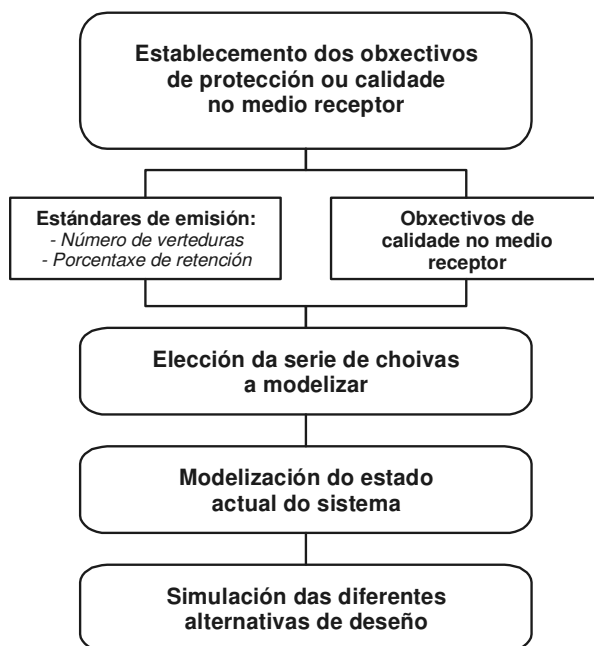


Figura 1. Esquema de estimación do volume do depósito para o control da contaminación.

a) Establecemento dos obxectivos de protección ou calidade do medio receptor

En primeiro lugar deben establecerse os obxectivos de protección do medio receptor. Para isto, e segundo a metodoloxía descrita no apartado 6 da ITOHG-SAN-1/0, poden adoptarse dúas aproximacións.

A máis sinxela, consiste en establecer unha serie de estándares de emisión (ES, *emission standards*). Con este procedemento fíxanse unha serie de restricións aos vertidos. Os criterios de emisión que se propoñen no ámbito de aplicación desta instrución son os seguintes:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- Limitase o número máximo de vertidos no ano medio a un valor de entre 15 e 20
- Limitase a porcentaxe de auga vertida a un 10%-15% do volume total da choiva neta

Deberá comprobarse que ao menos un dos dous criterios cúmprese de modo satisfactorio

A principal desvantaxe desta opción é que os criterios empregados son xerais e non analizan o funcionamento do medio acuático receptor. Por este motivo, pódense adoptar unha segunda metodoloxía consistente no cumprimento dunha serie de obxectivos de calidade ambiental a través dos EQS (*environmental quality standards*).

Este procedemento é máis difícil de aplicar, xa que sen debe dispor dos estándares de calidade do medio receptor e ademais, estes estándares deberían contemplar a intermitencia das verteduras dos sistemas separativos.

Nin a nivel nacional nin da Unión Europea existen referencias normativas para impor este tipo de estándares. Os estudos máis coñecidos son os do "Urban Pollution Management" do Reino Unido. Nesta publicación establécense 5 obxectivos de calidade que teñen asociados uns valores de OD, DBO e amonio. Esta concepción da rede de saneamento como un sistema integral segue a filosofía da norma UNE-EN-752.

Con todo, hai que ter sempre presente a cantidade e calidade de información dispoñible á hora de realizar a análise dun sistema de saneamento. Así, para impor un obxectivo de redución dun determinado contaminante é necesario coñecer a súa concentración e evolución no tempo (o polutograma). Para isto é necesario dispor dun modelo de calidade da rede de saneamento, que haberá que calibrar con datos de campo para que teña unha mínima validez. Se non se dispón destes datos, haberá que traballar con obxectivos parciais (como os expostos de número de verteduras ou porcentaxe de captura de volume) mentres se traballa na adquisición dos datos de contaminación da rede.

b) Elección da serie de choivas a modelizar

Para realizar o deseño dun depósito son necesarias series de precipitación reais da zona de estudo cunha resolución temporal elevada, de coma mínimo 10 minutos. Esta situación, dispor de digamos de 10 anos de precipitación tomada cada 5 ou 10 minutos dun pluviómetro da zona de análise, non é moi habitual.

Por este motivo, para a aplicación do método completo de cálculo de depósitos, poderase empregar a información correspondente a un único ano de precipitación. Este ano de rexistro, debe reflectir o comportamento pluviométrico medio da zona de análise. Para iso, as condicións esixidas ao rexistro de deseño serán:

- Os datos de precipitación deben ter unha resolución temporal de polo menos 10 minutos.
- A precipitación total do ano escollido estará comprendida entre o 90% e o 110% da precipitación media anual dunha serie de coma mínimo 10 anos consecutivos (esta información está dispoñible nas estatísticas da Axencia Estatal de Meteoroloxía)
- O número de días de choiva do ano escollido estará comprendido entre o 90% e o 110% da media de número de días dunha serie de ao menos 10 anos consecutivos (esta información está dispoñible nas estatísticas da Axencia Estatal de Meteoroloxía)

Se non se dispón de datos de calidade dunha estación pluviométrica da zona de análise, empregaranse os datos dunha estación próxima á mesma. Para isto, debe comprobarse que a cota da zona de análise e a da estación pluviométrica sexa a mesma. En caso contrario, procederase a corrixir os valores de precipitación coa altura.

As fontes de información para obter os rexistros de precipitación son a Axencia Estatal de Meteoroloxía (www.aemet.es), que dispón información da rede estatal de medida, presentada na Figura 3. A información que dispón esta axencia é a miúdo de baixa resolución temporal (con precipitacións agregadas diariamente), aínda que dalgunhas estacións dispónse información en continuo (en formato dixital ou en forma de bandas pluviométricas que son facilmente dixitalizables).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

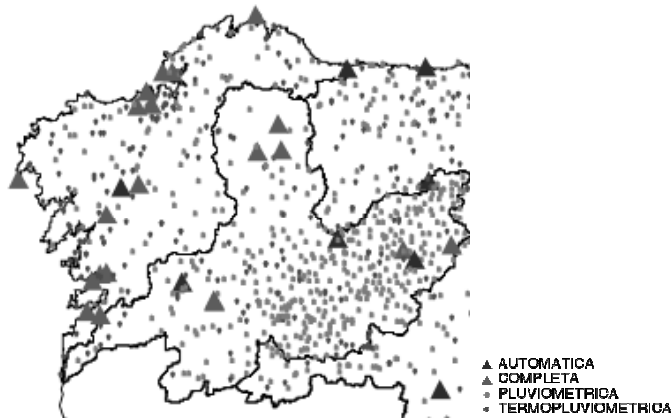


Figura 2. Rede de estacións meteorolóxicas da Axencia Estatal de Meteoroloxía (M.M.A., 2000).

Outra fonte de información é o portal web de MeteoGalicia (www.meteogalicia.es), que dispón de información de choiva cada 10 minutos en 15 estacións meteorolóxicas. O principal inconveniente desta fonte é que na meirande parte das estacións non se dispón dunha serie de rexistros moi longa (ás veces unicamente 3 ou 4 anos).

Outra alternativa ás series reais de precipitacións é a elaboración de series de precipitación sintética, de varios anos ou dun ano “medio”. Esta pode ser a única solución a aplicar cando non se dispón de información de zona de análise en cantidade ou calidade suficiente. A xeración de series de choivas sintéticas é un proceso complexo que pode abordarse con modelos estatísticos, e que en todo caso debe estar xustificado no proxecto e aprobado polas autoridades hidráulicas competentes.

c) *Modelización do estado actual do sistema*

Unha vez definidos os estándares de calidade e as choivas para alimentar o modelo da rede de saneamento, procederáse a realizar un modelo numérico da mesma. Con este obxecto, deben seguirse as pautas marcadas nos apartados 3.2 e 5 das ITOHG-SAN-1/1 e ITOHG-SAN-1/3, relativas á elaboración dos modelos de transformación choiva-caudal e de tránsito de caudais polas conducións respectivamente.

Unha vez elaborado o modelo da rede de saneamento, procederáse a analizar o funcionamento da mesma sen a colocación de depósitos. Así poderáse comprobar o estado inicial da mesma e valorar o grado de cumprimento do sistema.

d) *Simulación das diferentes alternativas de deseño*

O último paso consistirá en analizar diferentes alternativas (volumes, emprazamentos) para os depósitos. Coa axuda do modelo da rede poden xerarse o número de verteduras e o volume ou masa de contaminación aliviada cara o medio receptor.. Deste xeito comprobárase o cumprimento dos obxectivos de calidade definidos inicialmente.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

3.- ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS E OUTRAS CONSIDERACIÓNES

3.1.- Elementos de regulación

Un elemento fundamental dos depósitos é o elemento de regulación do caudal enviado augas abaixo do mesmo. Nos sistemas que non precisan elementos de impulsión existen fundamentalmente tres tipos de elementos de regulación:

a) Comportas de parede:

Para caudais de saída do depósito superiores aos 100 L/s recoméndase empregar comportas de parede. As dimensións mínimas das mesmas recomendadas son 30 x 30 cm, sendo excepcionalmente de 20 x 20 cm.

A comporta permitirá o paso do Q_s do depósito cunha apertura que non será inferior aos 10 cm para unha lámina de auga situada ao nivel do aliviadoiro. Nas mesmas condicións de apertura desaugará o $Q_E - Q_P$ sen provocar remansos augas arriba no canal de aproximación.

En calquera caso, para obter unha regulación efectiva con válvulas de comporta, será necesario que conte con mecanismos de apertura e peche automatizados. O proceso de apertura e feche estrangula os caudais desaugados de modo que o caudais enviados cara a EDAR teñan un valor máis ou menos constante.

Telecontrolar e telemandar un depósito é sinxelo, se se dispoñen de elementos de medida do nivel, e ademais é absolutamente necesario para que as estratexias de control de caudais sexan efectivas.

b) Válvulas de vórtice:

Estes dispositivos de regulación recoméndanse para os depósitos de augas pluviais máis pequenos, con caudais de saída inferiores a 100 L/s. A vantaxe deste tipo de elemento de regulación fronte á comporta é que non precisa mantemento nin supervisión. A curva de cotas-caudais debe proporcionala o subministrador do sistema.

De tódolos xeitos, o funcionamento destes dispositivos para caudais máximos inferiores aos 10 L/s pode verse comprometido por obstrucións ou atoaementos. Por este motivo, hai que intentar deseñar a rede para agrupar varias incorporacións ata conseguir un caudal que supere este límite mínimo.

Se esta circunstancia non é posible (por exemplo, se a poboación servida é a total) e os caudais de saída son inferiores aos mínimos desta tecnoloxía, optarase por sistemas de regulación telecomandados (comportas ou bombeos) que aseguren que os caudais máximos que chegan a EDAR poden ser tratados pola mesma. Outras solucións que impliquen a xestión de caudais superiores aos máximos admitidos pola EDAR deben ser aprobados polas autoridades hidráulicas competentes.

c) Bombeos:

A regulación por sistemas de impulsión realizarase cando por motivos xeométricos non é posible desaugar o caudal por gravidade. O sistema de bombeo deseñarase para conducir o caudal máximo admisible pola planta depuradora, habitualmente $3 \cdot Q_{D,p, total}$.

Se existen usuarios ou grupos de usuarios singulares que xeren caudais punta superiores ao valor máximo admitido pola EDAR deberán proporse medidas para non superar este valor ou no seu defecto demostrar perante as autoridades hidráulicas competentes que os caudais conducidos cara a EDAR no conxunto das cuncas de achega non supera os valores máximos admitidos pola planta.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

3.2.- Elementos de alivio

Os elementos de alivio dos depósitos poden ser interiores, para mobilizar a auga entre os compartimentos interiores dos depósitos, ou exteriores.

O aliviadoiro exterior debe ser capaz de evacuar o máximo caudal de entrada ao depósito. A tipoloxía máis empregada é a dos aliviadoiros laterais. En todo caso, as verteduras cara o medio receptor deben pasar por un sistema de desbaste ou filtro. As tipoloxías deste tipo de aliviadoiros describíense na *ITOHG-SAN-2/4*.

3.3.- Deseño mecánico

O deseño mecánico dos depósitos realízase conforme ao establecido na vixente EHE.

3.4.- Outros elementos

Outros elementos que se deben dispor nos depósitos de augas pluviais son os sistemas de limpeza, instrumentación para rexistrar niveis, sistemas automáticos de regulación de caudais cando se empreguen comportas de parede e sistemas de telecontrol e telemando.

A descrición destes dispositivos farase na *ITOHG-SAN-2/4*.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AENOR (1997). *UNE-EN 752-7. Sistemas de desagües y de alcantarillado exteriores a edificios. Explotación y Mantenimiento*. AENOR.

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. Ministerio de Fomento (España).

CHN (1995). *Especificaciones Técnicas Básicas para proyectos de conducciones generales de Saneamiento*. Dirección General de Obras Hidráulicas.

MMA (2000). *Libro Blanco del Agua en España*. Ministerio de Medio Ambiente (España).

CEDEX (2008). *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Ed. J. Puertas, J. Suárez y J. Anta.

ITOHG-SAN-1/6

INSTRUCCIÓN TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE SANEAMENTO

TÍTULO	CÁLCULO DE ESTACIONES DE BOMBEO (SAN-1/6)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



**CÁLCULO DE ESTACIONES DE BOMBEO
(SAN-1/6)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Noela Mouriño Seijas (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- OBTXECTO
 - 2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS
 - 3.- CURVA RESISTENTE DUNHA IMPULSIÓN. PUNTO DE FUNCIONAMENTO
 - 4.- LOCALIZACIÓN DA BOMBA. NPSH
 - 5.- AGRUPACIÓN DE BOMBAS
 - 6.- BOMBEO DENDE POZO OU ESTACIÓN
 - 7.- PARO BRUSCO DUNHA BOMBA. CÁLCULO DO TEMPO DE PARO

BIBLIOGRAFÍA

1.- OBXECTO

O obxecto da seguinte instrución é presentar os fundamentos teóricos dun sistemas de bombeo, de modo que se chegue ao entendemento dunha impulsión xenérica. Para facer isto describiranse os parámetros de mais interese á hora do deseño, como son NPSH, curvas características, curvas de rendemento, etc.

2.- FUNDAMENTOS TEÓRICOS

As bombas, sexa cal for o seu tipo, son elementos que inxectan enerxía á auga. O obxecto deste punto é indicar cal é o efecto dun bombeo sobre a condución, e os problemas que pode levar a súa localización.

Dada unha condución, considérese que nun punto xenérico sitúase unha bomba. Esta xera unha discontinuidade da liña de enerxía (H_B) de modo que a situación inicial presenta unha pendente motriz (I_{INI}), netamente inferior á que se da cando se produce o bombeo (I_{BOM}); os parámetros aquí descritos poden observarse na Figura 1:

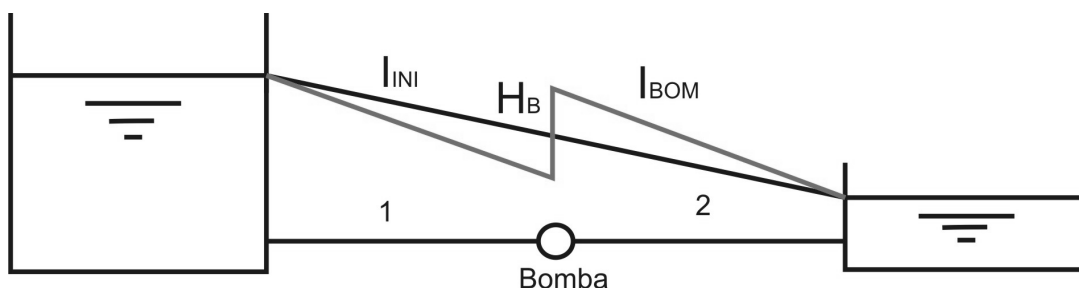


Figura 1. Liña de enerxía incluíndo unha impulsión.

A pendente motriz, en turbulencia completa, aumenta linealmente co cadrado da velocidade, co que a velocidade, e xa que logo o caudal, no caso de existir un bombeo, é netamente superior á que se daría de non habelo. Un feito notable é que a máquina non actúa só sobre a auga que ten por diante, senón tamén sobre a que ten detrás, á que succiona e acelera.

A potencia que se comunica á auga exprésase como:

$$W = Q \cdot H_B \cdot \gamma$$

Onde:

W : potencia hidráulica (watt).

H_B : altura de bombeo (m).

Q : caudal circulante (m^3/s).

γ : peso específico do fluído (N/m^3).

A potencia eléctrica requirida pola bomba e a potencia transmitida ao auga non son iguais. Existen uns rozamentos na maquinaria que se traducen nun rendemento. A expresión para a potencia nominal da bomba (que inclúe esas perdas), é:

$$W = \frac{Q \cdot H_B \cdot \gamma}{\eta}$$

η : rendemento dos equipos

Pódese distinguir entre potencia no eixo W_{eixo} que só ten en conta o rendemento hidráulico η_{bomba} , e a potencia da rede W_{rede} , $W_{rede} = \frac{W_{eixo}}{\eta_{motor}}$, que incorpora o rendemento do motor. O rendemento global é o produto de ambos, $\eta_{global} = \eta_{bomba} \eta_{motor}$.

A expresión que recolle a potencia en función de Q , H_b e γ non pasa de ser unha fórmula derivada da análise

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

dimensional. A aparencia de que a potencia é lineal con Q , H_b e γ , e é falsa, na medida que o rendemento η , é tamén unha función de Q e H_b .

Así, a función potencia dunha bomba ten a expresión:

$$W = \frac{Q \cdot H_b \cdot \gamma}{\eta(Q, H_b)}$$

Unha bomba pode traballar en distintas configuracións de caudal e altura de bombeo, así e todo pode dicirse que se move un gran caudal, comúncalle pouco incremento de presión á auga, pola contra, se eleva un menor caudal, comúncalle máis presión. Cada máquina ten uns rangos de caudal e altura de bombeo (presión) comunicada. Nestes rangos, a relación Q-H, coñécese como "curva característica da bomba" (ver Figura 2).

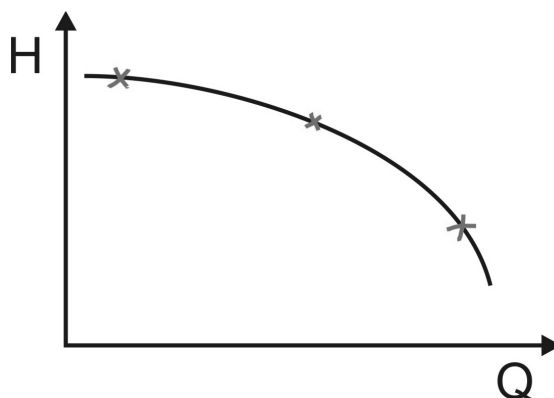


Figura 2. Curva característica dunha bomba.

A curva característica é o elemento fundamental para o cálculo das impulsións, e debe ser incluída no proxecto. A efectos de cálculo, a introdución da curva característica da bomba no programa EPANET realizarase cun mínimo de tres puntos para a súa interpolación.

O produto Q·H en cada punto da curva sería constante se o rendemento e o consumo fosen constantes, pero non é así. Existe unha zona óptima de uso e zonas en que a configuración da bomba xera máis fricción debido a condicionantes do seu deseño. Isto adóitase representar nunha curva de rendementos:

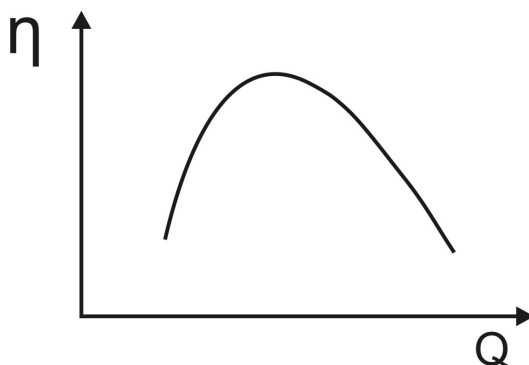


Figura 3. Curva de rendementos dunha bomba.

Nos catálogos comerciais, as bombas agrúpanse por familias, e preséntanse series de bombas con distintas velocidades de xiro, ou con distinto grao de recorte do diámetro do rodete. Se se superpoñen varias curvas ($H - Q$) de bombas da mesma familia sobre un mesmo gráfico, os rendementos adoitan expresarse como curvas de nivel, válidas para todas as bombas da familia.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

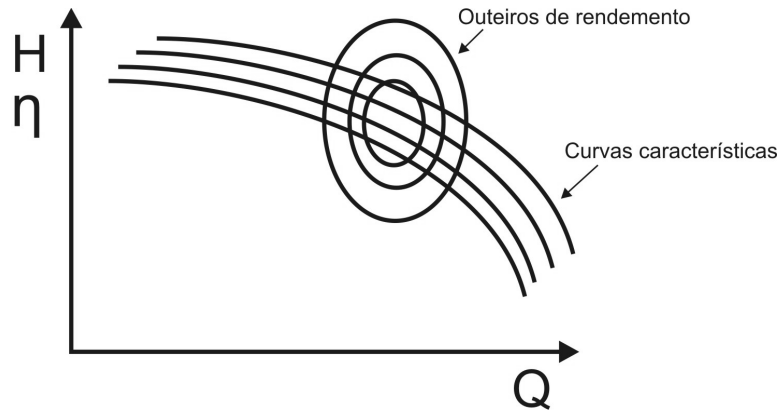


Figura 4. "Outeiros de rendemento" dunha bomba.

3.- CURVA RESISTENTE DUNHA IMPULSIÓN. PUNTO DE FUNCIONAMENTO

Para concretar o punto de traballo no que funciona unha bomba é necesario coñecer o sistema no que se instala, é dicir coñecer parámetros tais como o desnivel a vencer e o tubo empregado na impulsión, que segundo a súa natureza xerará unhas perdas de carga ou outras; así o punto Q-H no que funciona unha bomba dependerá da resistencia que ofrezca o sistema e non só das características da máquina.

En ausencia de perdas locais (Figura 5) a diferenza de niveis nunha tubaxe sen bombeos pódese expresar como:

$$H_1 = H_2 + L \cdot \frac{f \cdot Q^2}{A^2 \cdot 2gD}$$

de maneira que o caudal que circula pola tubaxe do esquema proposto é:

$$Q^2 = A^2 \cdot 2gD \cdot \frac{(H_1 - H_2)}{f \cdot L}$$



Figura 5. Tubaxe simple sen bombeos.

Se se introduce unha bomba, cuxa altura de bombeo é H_B , o novo caudal (Q') é:

$$H_1 + H_B = H_2 + L \cdot \frac{f \cdot Q'^2}{A^2 \cdot 2gD} \quad Q'^2 = A^2 \cdot 2gD \cdot \frac{(H_1 + H_B - H_2)}{f \cdot L}$$

e isto é independente de en que punto da conducción sitúese a bomba. Obsérvase que para cada valor de H_B , obtense un caudal. A expresión que define o caudal é do tipo:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

$$Q'^2 = K + \frac{A^2 \cdot 2gD}{f \cdot L} H_B$$

en ausencia de perdas locais. En xeral, pódese aceptar que o desnivel hidráulico e o caudal están vinculados por unha ecuación do tipo:

$$Q'^2 = K + C \cdot H_B$$

A esta ecuación chámasele “curva característica da condución”, ou “curva resistente”. Este é un concepto fundamental, que pon de manifesto un vínculo entre o caudal que circula e a altura do bombeo.

Dada unha bomba, non se pode escoller a altura de bombeo que proporcionará. Esta vén condicionada por dúas restricións:

- a súa propia curva característica H_B-Q .
- a curva resistente da condución H_B-Q .

As dúas condicións pódense superpoñer nun gráfico:

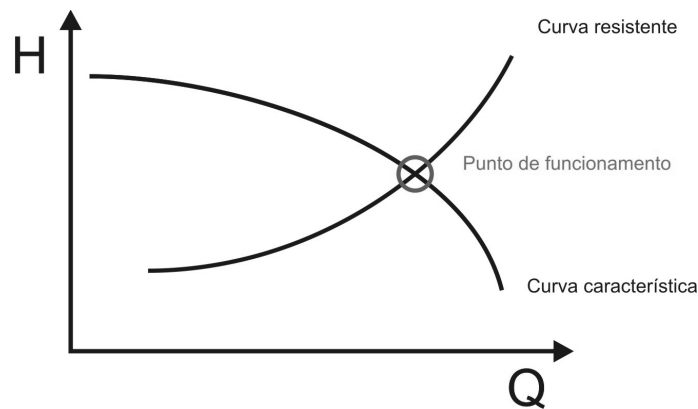


Figura 6. Punto de funcionamento dunha impulsión.

O punto de intersección das dúas curvas é o único que cumpre ambas as restricións, e coñécese como “punto de funcionamento da impulsión”. Debe entenderse o que isto significa: cando se sitúa unha bomba nunha impulsión, non se pode escoller o incremento de carga que proporcionará; a bomba traballará nun punto $(H_B - Q)$ que lle virá imposto pola curva resistente da instalación. Así, o deseño dunha impulsión esixe o cálculo do punto de funcionamento que deberá incluírse nos proxectos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Exemplo 1

Determinación do punto de funcionamento nunha impulsión.

Datos

Dispónse dunha bomba definida pola curva seguinte:

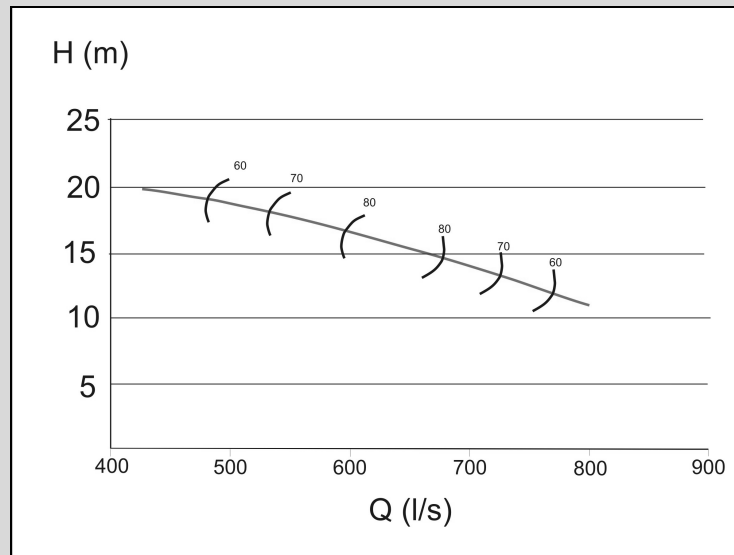


Figura 7. Curva característica da bomba.

Que se pode interpolar a partir de:

Q (l/s)	H (m)
425	20
625	16
800	11

A bomba instálase no sistema seguinte:

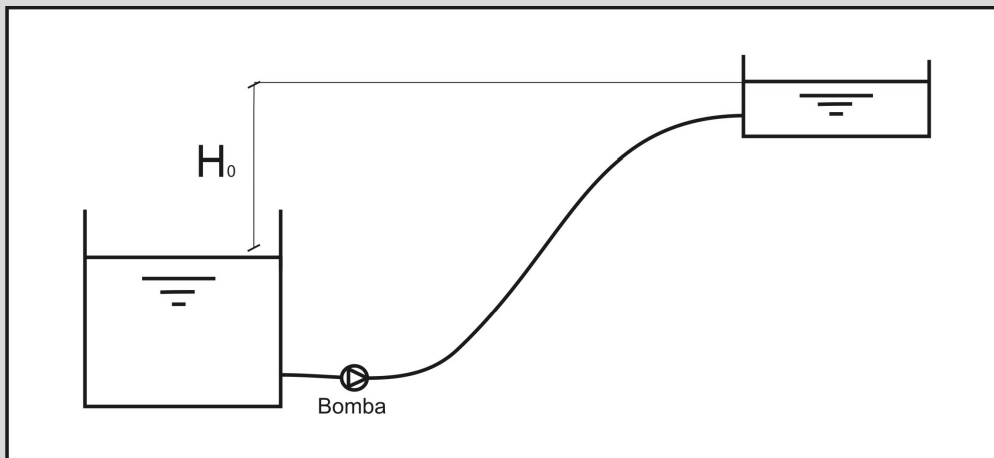


Figura 8. Sistema de bombeo.

Este sistema dispón dos seguintes datos:

L: 5000 m
H₀: 6 m
D: 800 mm
f: 0,02

Obtención da curva resistente

A curva resistente é:

$$H_B = H_0 + L \cdot \frac{f \cdot Q^2}{A^2 \cdot 2gD}$$

$$H_B = 6 + \frac{5000 \cdot 0,02 \cdot Q^2}{(\pi \cdot 0,4^2)^2 \cdot 2g \cdot 0,8} = 6 + 25,3 \cdot Q^2$$

H _B	Q
6,00	0
6,25	0,1
7,01	0,2
8,27	0,3
10,04	0,4
12,32	0,5
15,10	0,6
18,38	0,7
22,17	0,8

O punto de funcionamento obtense da intersección da curva resistente e da curva característica da bomba:

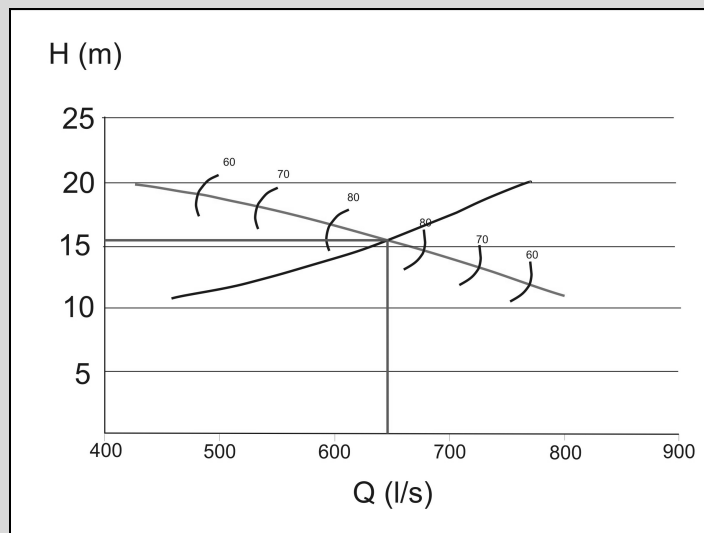


Figura 9. Determinación dos parámetros da impulsión..

O caudal transportado é 648 l/s é dicir 0,648 m³/s.

A altura de bombeo é 16,61 m.

O rendemento da bomba é maior do 80%.

O punto de funcionamento da impulsión pode modificarse accionando as válvulas que existan no sistema (co que se actúa sobre a curva resistente), ou utilizando bombas con velocidade de rotación variable.

As bombas de velocidade variable permiten adaptar o seu rendemento e o seu caudal á demanda, de modo que a bomba sempre traballa nun nivel de rendementos razoable. É unha solución interesante cando cabe prever variacións de caudal nunha instalación, como alternativa máis simple á instalación dun grupo de bombas. A tecnoloxía e custo das bombas de velocidade variable fainas actualmente competitivas no mercado.

4.- LOCALIZACIÓN DA BOMBA. NPSH

Como xa se comentou, a bomba actúa non só sobre a auga que ten por diante, senón tamén sobre a que ten detrás. A readaptación da liña de enerxía maniféstase como un incremento de presión augas arriba da bomba, e un decremento de presión augas abaixo:

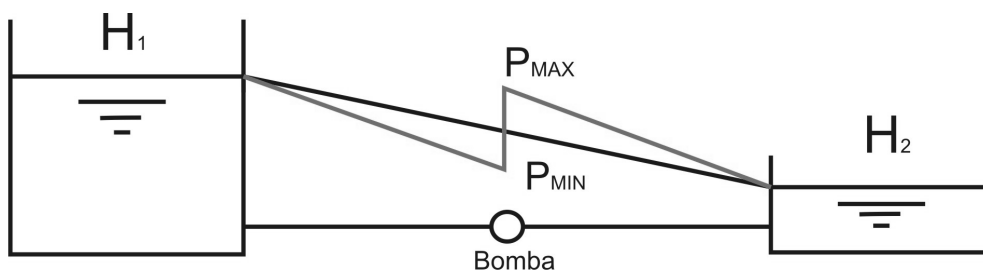


Figura 10. Tubaxe simple cunha impulsión.

A presión non debe baixar dun valor mínimo (P_{min}), que non vén dado en xeral pola conducción, que adoita poder soportar presións netamente por baixo da atmosférica, senón pola propia bomba, en cuxo interior non deben producirse presións próximas á de vapor. Os valores mínimos e máximos dependen da posición da bomba. Isto pódese apreciar no tramo horizontal que se está usando como exemplo, e evidentemente debe ser tido en conta nun tramo real, que presente variacións de cota:

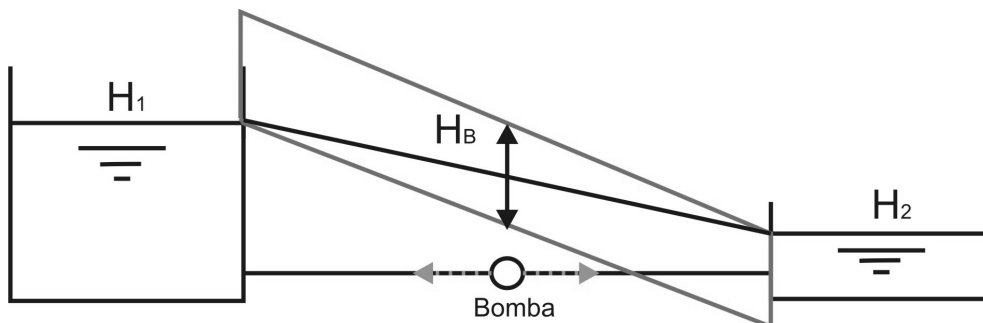


Figura 11. Colocación da bomba. Bandas de presións.

As dúas paralelas que se distinguen na Figura 11 son as envolventes da enerxía máxima e mínima en ausencia de perdas locais. Como se pode ver, nas posicións próximas ao depósito 1 os problemas poden vir orixinados polas presións máximas, mentres que na contorna do depósito 2, os problemas virán orixinados polas presións mínimas, por baixo da atmosférica, xa que a liña de enerxía pasa por baixo da de cota.

A análise das presións máximas e, sobre todo, das mínimas na succión da bomba, debe chegar ao detalle, e a presión mínima debe ser comparada coa mínima que require o fabricante, que se coñece como NPSH requirido.

O NPSH_r defínese como a presión necesaria para que a auga non cavite nos álabes da bomba. Deste xeito, dispórase dunha reserva de presión por encima da de vapor, tanto maior canto maior é o caudal circulante. As gráficas de NPSH exprésanse en presión relativa menos presión de vapor, e o seu aspecto é do tipo:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

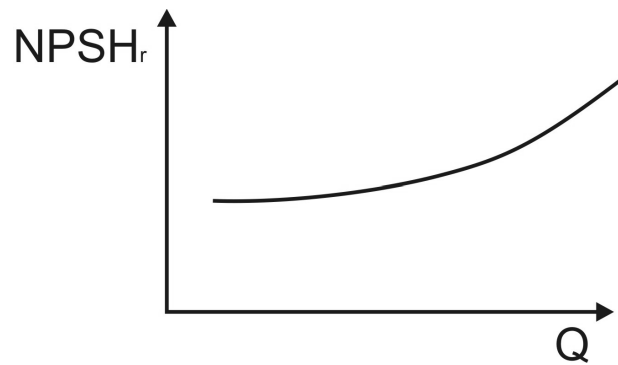


Figura 12. Curvas de NPSH requirido para unha bomba.

Exemplo 2

Comprobación do NPSH nun bombeo.

Dispónse dunha bomba traballando a succión, desde un pozo coma o indicado na Figura:

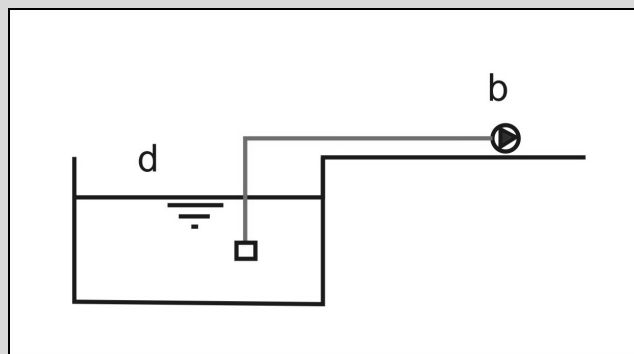


Figura 13. Bombeo dende pozo de succión.

O esquema da comprobación a realizar, sería:

$$z_d = z_b + \frac{V^2}{2g} + \frac{P_b}{\gamma} + I \cdot L + \sum \Delta H_L$$

$$\frac{P_b}{\gamma} = (z_d - z_b) - \frac{V^2}{2g} - I \cdot L - \sum \Delta H_L$$

Obsérvase que $\frac{P_b}{\gamma}$ é un valor intrinsecamente negativo se $z_b > z_d$. Pódese definir o valor do NPSH dispoñible (prescindindo do termo cinético en b, o que nos sitúa ao lado da seguridade) como:

$$NPSH_d = \frac{P_b}{\gamma} - \frac{P_{Vapor}}{\gamma}$$

Nestas condicións débese cumprir que:

$$NPSH_d > NPSH_r$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

5.- AGRUPACIÓN DE BOMBAS

En moitas ocasións non se confía todo o bombeo a un só equipo, senón que varios grupos de bombeo traballan en conxunto, ben para fornecer máis caudal, ben para xerar máis altura de bombeo. En realidade, o un e o outro non poden desligarse, xa que ambos os parámetros estarían vinculados polas curvas ($H-Q$) características das bombas.

Ao describir unha agrupación de bombas, distínguense entre dous tipos fundamentais:

- Bombas en serie
- Bombas en paralelo

Deberá calcularse a curva característica do conxunto das bombas involucradas, que se incluírá no proxecto, e en EPANET, para o cálculo. A intersección desta curva equivalente coa curva resistente da impulsión dará o punto de funcionamento do bombeo.

En bombeos dende pozo ou estación, é frecuente contar con varias máquinas, polo menos unha máis das necesarias, para garantir o servizo en caso de mantemento.

O deseño do grupo de bombas debe ter en conta os condicionantes do servizo.

Nos sistemas de abastecemento, débese garantir que a curva de demanda diaria pódese servir sempre cunha configuración de bombas cun rendemento adecuado.

Nun sistema de saneamento, a variabilidade de caudais a bombear en tempo seco é similar á dun sistema de abastecemento, pero en tempo de chuvia pódense alcanzar variabilidades moi superiores, pasando dun caudal residual escaso (pola noite) a un pico cara a EDAR equivalente ao máximo a bombear.

Non se pode confiar esta variabilidade a unha única bomba, xa que xeraría puntas artificiais ao traballar cun réxime de caudais estable. Só cun sistema suficientemente modular, ou con variadores de velocidade nos bombeos pódese conseguir adaptar o fluxo que chega á estación ao bombeado. Este factor debe ser tido en conta e debe considerarse un criterio de deseño.

6.- BOMBEO DENDE POZO OU ESTACIÓN

Os epígrafes 3 e 4, aínda que xerais, están orientados a bombeos en liña ou en sección. O máis habitual, sen embargo, sobre todo en saneamentos, é o bombeo dende pozo a estación.

Así á hora de dimensionar unha estación de bombeo é preciso determinar os tempos de parada e arranque entre bombas debido a que un número elevado de arranques/hora leva asociado un queentamento excesivo dos motores que favorece os fallos no sistema, pola contra un valor baixo, implica unha instalación de maiores dimensións e polo tanto maior custe da obra civil.

A falta de información relativa ao número de arranques por hora (N_{ah}), e con motivo de favorecer o mantemento da impulsión, o número máximo será o indicado na táboa:

Táboa 1. Arranques máximos por hora.

Potencia (Kw)	Nº arranques/hora
0,5-7,5	10
7,5-11	8
11-37	6
37-110	6
>110	5

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Unha vez estea determinado o valor de N_{ah} é necesario calcular o volume do pozo para un número de bombas determinado, n . O volume calcúlase como a suma do volume morto e do volume activo.

O volume morto está relacionado coa somerxencia mínima da bomba. O volume activo dependerá do tipo de funcionamento da instalación, nesta instrución amósanse dous esquemas de traballo para un número de catro bombas instaladas.

No primeiro esquema as bombas arrancan de modo sucesivo ao ir acadando o nivel das augas os valores Z_1 , Z_2 , Z_3 e Z_4 , unha vez todas as bombas se atopan funcionando o nivel das augas vai descendendo ata Z_3 e a Bomba 4 para de funcionar; agora o volume entrante é maior co de bombeo polo que o pozo volta de novo ao nivel Z_4 , no que arranca a bomba 4, e así sucesivamente.

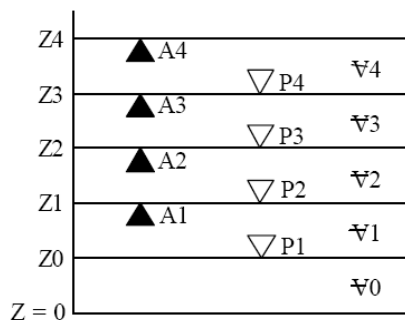


Figura 14. Esquema de funcionamento de bombas

7.- PARO BRUSCO DUNHA BOMBA. CÁLCULO DO TEMPO DE PARO

O paro brusco dunha bomba, debido por exemplo a problemas na subministración eléctrica, debe ser contemplado sempre como unha hipótese de cálculo. Consideraranse, sobre todo en bombeos importantes, as medidas razoables para evitar que se dea este transitorio. Estas medidas consistirán, por exemplo, en dotar ás estacións con grupos electrógenos e Sistemas de Alimentación Ininterrompidos, que permitan un paro suave da instalación cando se detecte un fallo de subministración.

Para o cálculo do tempo de paro brusco dunha bomba solicitaranse ao fabricante os parámetros dinámicos da mesma, esencialmente a velocidade de rotación N (rpm) e o momento de inercia da masa que xira I ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$).

No caso de que se utilice un programa comercial, estes datos introduciranse no modelo de cálculo e serán utilizados para determinar a propagación da onda.

No caso de utilizar a metodoloxía de cálculo simple, propónse unha estimación do tempo de peche baseada na corrección de De Martino aos métodos de columna ríxida (como o máis usualmente utilizado de Mendiluce). As vantaxes desta expresión documéntanse na referencia de *Abreu et al. (1995)* incluída na bibliografía.

O tempo de peche T_c calcúlase a partir dunha análise baseada en números adimensionais, como o parámetro:

$$\Gamma = \frac{T_c}{\frac{Lv}{gH_0}} \quad (1)$$

Onde:

T_c : tempo de peche (s).

L : lonxitude da conducción (m).

v : velocidade do auga en réxime permanente (m/s).

g : aceleración da gravidade (m/s^2).

H_0 : altura xeométrica de bombeo (m).

que relaciona o tempo de peche e o tempo de inercia da columna de auga, e o parámetro de inercia:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

$$\chi = \left(\frac{\pi}{60} \right)^2 \frac{gI\eta N^2}{\gamma L v Q} \quad (2)$$

Onde:

I : inercia do grupo motor-bomba (kg·m²).

η : rendemento da bomba (-).

N : velocidade de xiro (rpm).

γ : peso específico do fluído (N/m³).

Q : caudal bombeado (m³/s).

que é a relación entre a inercia do conxunto motor-bomba e a da columna de auga.

A expresión proposta por De Martino que relaciona ambos os parámetros é:

$$\chi = \frac{1.2\Gamma - 1}{1 - \frac{H}{H^*} \left(1 - \frac{1.5}{\Gamma} \right)} \quad (3)$$

Onde:

H : altura de bombeo, suma da xeométrica e as perdas.

H^* : altura de bombeo a caudal nulo, lida ou extrapolada sobre a curva característica da bomba .

Para o cálculo de tempo de peche T_c calcularase en primeiro lugar o valor do parámetro χ (ecuación 2), posteriormente determinarase sobre a (ecuación 3) o valor de Γ , e de aí deducirase o valor de T_c (ecuación 1). Esta metodoloxía recóllese no exemplo, baseado no recollido na referencia de *Abreu et al. (1995)*.

Exemplo 3

Determinación do tempo de peche

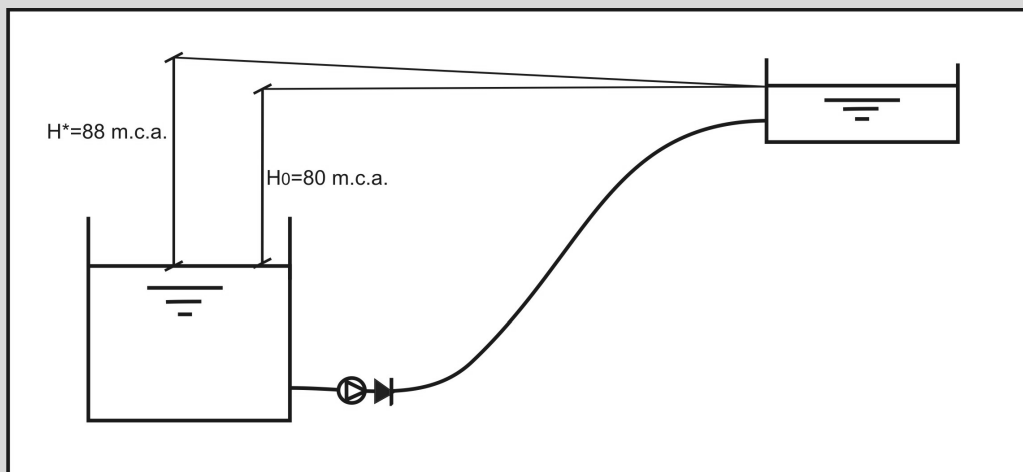


Figura 15. Esquema da impulsión.

Datos

O sistema caracterízase polos parámetros:

D=200 mm
V=1,55 m/s
Q=48,8 L/s
L=713 m

Ademais dispónse dos seguintes datos da bomba dados polo fabricante:

N= 2950 rpm
 $\eta= 0,8$
I= 2,8 Kg·m²

Tempo de peche

Para a determinación do tempo de peche hase determinar o punto de funcionamento do sistema que se amosa a continuación:

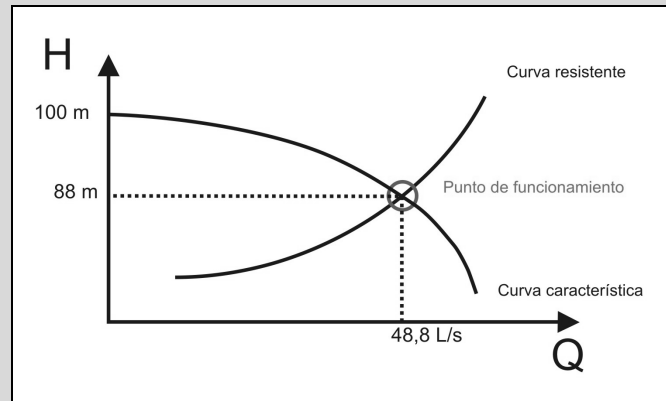


Figura 16. Punto de funcionamento do sistema.

Logo obtense o parámetro χ :

$$\chi = \left(\frac{2\pi}{60} \right)^2 \frac{g\eta N^2}{\gamma Lv Q} = 3,96$$

Despois Γ :

$$3,96 = \frac{1.2\Gamma - 1}{1 - \frac{H}{H^*} \left(1 - \frac{1.5}{\Gamma} \right)} \Rightarrow \Gamma = 2,8$$

E por último: T_c :

$$\Gamma = \frac{T_c}{\frac{Lv}{gH_0}} \Rightarrow T_c = 3,95s$$

BIBLIOGRAFÍA

ABREU, J. M.; E. CABRERA; P. L. IGLESIAS y J. IZQUIERDO (1995). *El golpe de ariete en tuberías de impulsión. comentarios a las expresiones de Mendiluce*. Ingeniería del Agua, vol.2, n 2.

ITOHG-SAN-2/1

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE SANEAMENTO

TÍTULO	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DAS REDES DE SANEAMENTO. (SAN-2/1)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



SISTEMAS DE SANEAMENTO (SAN-2/1)

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Esther M. Sánchez Briz (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Marta S. Santidrián Yebra-Pimentel (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC)		
Revisores			
Modificacións	Data	Modificado por:	Obxecto da modificación

ÍNDICE

- 1.- OBXECTO
- 2.- POZOS E ARQUETAS DE REXISTRO
- 3.- ACOMETIDAS
 - 3.1.- *Descrición e tipoloxía*
 - 3.2.- *Cálculo hidráulico*
 - 3.3.- *Criterios de trazado*
- 4.- EMBORNAIS E ELEMENTOS DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DA ESCORRENTÍA.
 - 4.1.- *Embornais*
 - 4.2.- *Canles e grellas de desaugue*
 - 4.3.- *Criterios de colocación*
- 5.- OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
 - 5.1.- *Válvulas, ventosas, desaugues e comportas*
 - 5.1.1. Válvulas
 - 5.1.2. Ventosas
 - 5.1.3. Desaugues
 - 5.1.4. Comportas
 - 5.2.- *Cámaras de descarga*
 - 5.3.- *Cámaras de rotura de carga*
 - 5.4.- *Rápidos*
 - 5.5.- *Sifóns invertidos*
 - 5.6.- *Areeiros e trampas de sedimentos*
 - 5.7.- *Elementos de ventilación*
 - 5.8.- *Elementos auxiliares de accesibilidade*

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

- 1. POZOS DE REXISTRO
 - 1.1. POZO DE REXISTRO IN SITU SOBRE O NF
 - 1.1.1. PLANTA
 - 1.1.2. SECCIÓN
 - 1.2. POZO DE REXISTRO IN SITU BAIXO O NF
 - 1.2.1. PLANTA
 - 1.2.2. SECCIÓN
 - 1.3. POZO DE REXISTRO PREFABRICADO
 - 1.4. POZO DE REXISTRO PROFUNDO (H>4M)
 - 1.5. PATES
 - 1.6. TAPA
- 2. ARQUETA DE REXISTRO
 - 2.1. SECCIÓN TRANSVERSAL
 - 2.2. SECCIÓN LONXITUDINAL
- 3. ARQUETA PARA TOMA DE MOSTRAS E AFOROS
- 4. ELEMENTOS DE CAPTACIÓN DA ESCORRENTÍA
 - 4.1. EMBORNAL PARA REDE SEPARATIVA
 - 4.2. EMBORNAL PARA REDE UNITARIA
 - 4.3. EMBORNAL PARA REDE UNITARIA, DE USO EXCEPCIONAL
- 5. OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
 - 5.1. ALOXAMENTO DE VENTOSA
 - 5.2. ALOXAMENTO DE DESAUGUE

1.- OBXECTO

O obxecto deste documento é o de realizar a descrición das principais características que deben cumprir os compoñentes complementarios que forman parte da rede de saneamento (pozos, embornais, etc.), xa que a definición das conducións queda recollida na serie ITOHG – MAT.

Outros elementos habituais das redes de saneamento como os depósitos ou os bombeos descríbense con detalle nas ITOHG SAN 2/2 e SAN 2/3 respectivamente. Na ITOGH SAN 2/4 recóllense as indicacións para realizar a instrumentación e telesupervisión das redes e destas infraestruturas.

2.- POZOS E ARQUETAS DE REXISTRO

Os pozos de rexistro e as arquetas son obras que permiten as labores de mantemento e explotación da rede de saneamento. A principal diferenza entre pozos e arquetas é o seu tamaño, maior no caso das arquetas de rexistro.

Os pozos e arquetas de rexistro disporanse segundo o sinalado no apartado 1 da Instrución ITOHG - SAN 1/2. Trazado. En particular, a distancia entre pozos de rexistro virá en función do tipo de colector e dos medios de mantemento previstos. Na táboa seguinte establécense as distancias máximas en función do diámetro da condución.

Táboa 1. Separación máxima entre pozos de rexistro en función do diámetro.

DN (mm)	Separación máxima entre pozos (m)
DN < 600	80
600 < DN < 1.000	100
1.000 < DN < 1.500	150
DN > 1.500	200

Como en cada cambio de aliñación tanto en planta como en alzado, debe colocarse un pozo de rexistro, o trazado da rede farase conxuntamente en planta e alzado para, na medida do posible, unificar as crebas nun mesmo pozo, optimizando o número de unidades a instalar. Nalgunha ocasión e xustificándose de forma adecuada, pódense substituír os pozos de rexistro, nas redes de saneamento por gravidade, por pezas especiais.

Por outra banda o diámetro da base do pozo debe tamén estar relacionado co diámetro das conducións que lle acometen. O criterio para a selección do DN do pozo será o indicado na táboa 2. A efectos destas instrucións, as arquetas empregaranse obrigatoriamente para conducións de DN superior a 1.000 mm.

Táboa 2. Relación entre o diámetro do tubo incidente e o pozo de rexistro ao que acomete.

		DN pozo de rexistro na tubaxe
DN tubo incidente	<600	1.000
	600-1.000	1.500
	>1.000	ARQUETA DE REXISTRO

Respecto a tipoloxía construtiva, os pozos de rexistro poden ser construídos "in situ" o ben ser prefabricados. Os pozos prefabricados máis habituais son os de formigón de varias pezas circulares, aínda que tamén se poderán empregar pozos de outras tipoloxías e materiais.

Nestas Instrucións recoméndase o emprego de pozos in situ, reservándose o emprego de pozos prefabricados para usos xustificadas. En calquera caso, tanto os pozos como as arquetas de rexistro deben cumprir co establecido na UNE-EN 476.

O diámetro das tapas dos pozos de rexistro han de ser maiores de 60 cm (ver plano 1.6 do Apéndice 1) e atenderán ao establecido na UNE – EN 124. As tapas poden situarse sobre un elemento abocinado (cono de

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

redución), máis habitual no caso de pozos de rexistro, ou sobre a propia estrutura, máis habitual no caso de arquetas de rexistro. En tódolos casos, a abertura de acceso ao interior do pozo ou arqueta deberá retranquearse respecto do eixe lonxitudinal da condución, para facilitar o descenso ao pozo e mellorar a seguridade contra caídas (ver detalles en Apéndice 1 e 2).

Cando a profundidade do pozo ou arqueta sexa maior ou igual a un metro empregaranse pates separados 30 cm para garantir un bo acceso ao pozo ou arqueta (plano 1.5 do Apéndice 1).

En pozos e arquetas de rexistro de altura superior as 4 metros deberán disporse elementos partidores de altura cada 3 metros. Estes partidores poden ser similares aos da figura seguinte, ou en arquetas e cámaras de rexistro, tamén poderán construírse plataformas intermedias de formigón ou tramex no seu interior .



Fig.1. Elemento partidor de altura en pozos de rexistro (Uralita, sistemas de tuberías).

Os pozos de rexistro in situ construíranse seguindo as indicacións dos planos 1.1 e 1.2 do Apéndice 1. Para facilitar o tránsito dos caudais e as labores de limpeza dos pozos, na solera dos pozos formárase unha cuña ou media caña de formigón en masa cunha pendente mínima de un 5%.

Se nos pozos existen cambios de dirección ou de sección, a solera do fondo do pozo adecuarase para que teña unha forma de transición axeitada, de forma que se facilite hidráulicamente o xiro ou o cambio de sección.

Nos pozos de rexistro e arquetas in situ, e a efectos de protexer a súa integridade estrutural, deberán limitarse o número de perforacións realizadas para a incorporación de acometidas nun mesmo pozo. A título orientativo pode empregarse o seguinte criterio:

$$P < 0.75 \cdot B$$

$$S > 20 \text{ cm}$$

sendo P a suma dos diámetros das perforacións, B o perímetro exterior do pozo de rexistro e S a separación entre perforacións contiguas.

Por último sinalar que no Plano 1.3 do Apéndice 1 atopase un esquema da colocación dos pozos de rexistro prefabricados máis empregados, os circulares de aneis de formigón prefabricado. Neste apéndice tamén se atopan esquemas construtivos para o caso de pozos de rexistro profundos (H>4 m) –plano 1.4- e para a construción de arquetas de rexistro –plano 1.5-.

3.- ACOMETIDAS

3.1.- Descrición e tipoloxía

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

As acometidas, atendendo á natureza das augas a evacuar, poden ser en xeral dos tipos que se indican a continuación.

- a) Pluviais
- b) Residuais domésticas ou asimilables
- c) Industrias

Ademais, as acometidas poden ser separativas ou unitarias. En redes separativas serán necesarias dúas acometidas por edificio, mentres que en redes unitarias, pode ser suficiente con unha única acometida. No caso particular dunha acometida industrial, cada usuario debe ter unha acometida independente. Para esta tipoloxía, e se é necesario realizar un control de vertidos, debe empregarse unha arqueta de arranque que permita aforar os caudais, como a representada no Apéndice 3 desta Instrución.

En xeral, as acometidas estarán compostas polos seguintes elementos:

- a) Arqueta de arranque e/ou arqueta interior
- b) Albañal
- c) Entronque

A arqueta de arranque poden executarse in situ ou ser prefabricadas. Estarán deseñadas para permitir a súa limpeza, ser facilmente localizables e permitir a correcta conexión entre a rede horizontal do edificio e o albañal de saída.

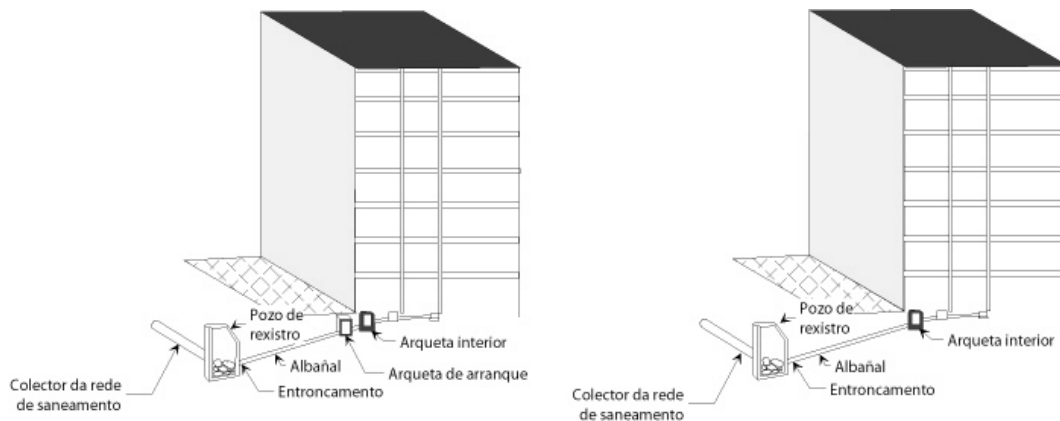


Fig.2. Compoñentes que integran unha acometida con e sen arqueta de arranque (CEDEX, 2007).

As arquetas serán en xeral non sifónicas, xa que este tipo de dispositivos deberán situarse preferente no interior da propiedade privada, como sinala o CTE. Nalgúns casos singulares, as arquetas de arranque poden ter deseños auxiliares que impidan a posta en carga da acometida, a realización de aforos e tomas de mostras, permitan a separación de graxas.

O albañal pode ser de calquera dos materiais especificados na Serie MAT destas Instrucións, aínda que habitualmente os materiais empregados para vivendas son materias plásticas.

O entronque debe realizarse sempre a través dun pozo de rexistro co obxecto de facilitar os traballos de limpeza da acometida (sempre e cando exista arqueta de arranque). Sen embargo, e debido a alta ocupación das beirarrúas, ou en calles con un alto número de fincas, estes criterios poden obrigar a construción dun número elevado de arquetas e pozos de rexistro. Nestes casos, recoméndase dirixir o maior número de acometidas cara os pozos de rexistro, conectado directamente as que corresponde aos tramos intermedios ao colector mediante pezas especiais de entronque.

O entronque a pozo de rexistro pode realizarse de diversas formas (ver Figura 2), recomendándose o emprego de xunta elástica/estanca. Para realizar a perforación dos pozos empregárase un trade axeitado cunha broca grande. Isto non será válido para os pozos prefabricados, que xa contarán cos orificios correspondentes.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

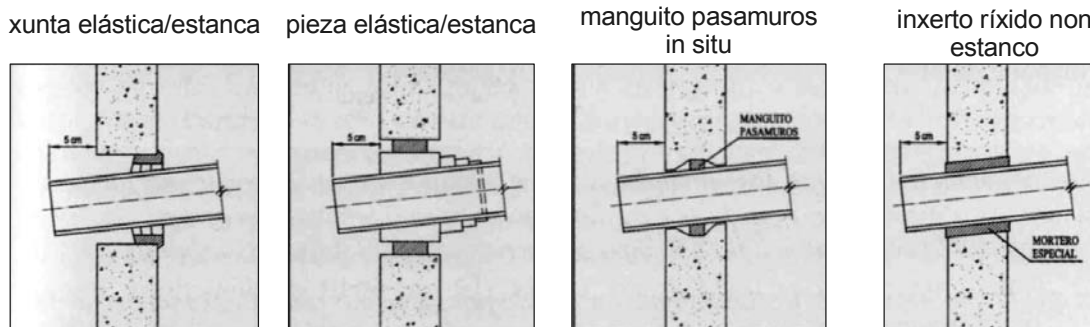


Fig.3. Tipoloxía de entronques de acometidas a pozos de rexistro (CEDEX, 2007).

3.2.- Cálculo hidráulico

Para a estimación dos diámetros das acometidas de augas residuais e pluviais atenderase ao especificado no CET, Documento Básico de Salubridade HS 5. O diámetro dos albañais non será en ningún caso inferior ao da condución que entra na arqueta de arranque nin superior ao do colector ao que se entronca.

O diámetro do albañal debe ser como mínimo de 250 mm e para acometidas unifamiliares pode reducirse ata os 160 mm. O diámetro máximo do conduto non debe ser superior ao do colector de saneamento que debe ser de 315 mm coma mínimo.

3.3.- Criterios de trazado

O trazado en alzado das acometidas deberá ser sempre descendente cara á rede de rede de alcantarillado e cunha pendente, en xeral uniforme, cun mínimo, en xeral de 2 % ou ocasionalmente 1%. A pendente máxima debe ser tal que non orixine velocidades superiores a 3 ou 4 m/s. Debe procurarse que o trazado en alzado presente unha pendente única, evitándose os cóbados.

O trazado en planta das acometidas deberá respectar, sempre que sexa posible, a dirección do fluxo, en liña recta desde a arqueta de arranque ata o pozo de entroncamento. No caso de que isto non fose posible, deberanse proxectar pozos de rexistro nos cambios de dirección. En calquera caso, non serán admisibles nin cóbados nin curvas no trazado en planta dunha acometida.

A incorporación do conduto da acometida haberá de realizarse de modo que a súa cota de soleira quede lixeiramente por riba (uns 50 cm) da soleira do conduto da rede de saneamento á que acomete. En incorporacións a pozos de rexistro é preciso que a incorporación se realice deste xeito, salvo xustificación en contra. Pódese forzar a pendente do albañal ao aproximarse ó sumidoiro para ter menor escavación en gabia e evitar inundacións por entradas en carga da rede.

Cando a conexión se faga nun conduto non visitable e nun tramo intermedio entre pozos, poderase usar unha segunda forma consistente en igualar as cotas da clave do conduto coa da condución da rede de saneamento á que acomete. O vertido de auga pode impedir o acceso aos operarios polo que este tipo de unión ha de ser realizada só en lugares non visitables.

En canto ao ángulo de entroncamento debe estar comprendido entre 45 e 90 °. Para acometidas directas, e salvo xustificación, non se utilizarán unións de máis de 60°. Os ángulos maiores presentan máis facilidades construtivas pero hidráulicamente son menos eficaces cós pequenos.

4.- EMBORNAIS E ELEMENTOS DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL DA ESCORRENTÍA.

Para realizar a evacuación das augas superficiais cara a rede de saneamento deberán disporse embornais e canles ou grellas de desaugue, tanto nas redes unitarias e na de augas pluviais dos sistemas separativos.

4.1.- Embornais

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Os embornais estarán constituídos en xeral, polos seguintes elementos:

- a) Un **elemento de recollida das augas pluviais**, que consiste nunha arqueta cunha abertura superior que permite a entrada das augas de escorrentía. Este elemento de recollida pode ser sifónico ou non sifónico, empregándose os sistemas sifónicos en redes unitarias e os non sifónicos en redes separativas. Existen elementos de recollida con pozo areneiro ou sen el. Ademais, este elementos poden ser de grella, buzón ou mixtos (segundo o tipo de abertura que dispoñan) e poden fabricarse in situ ou estar prefabricados. Nestas Instruccións recoméndase o emprego de embornais in situ de grella, permitíndose os prefabricados en casos xustificados.
- b) Unha **grella**, que debe cumprir co especificado na UNE-EN 124. Deberán ser de fundición dúctil, abatibles (coa bisagra cara a beirarrúa) e con peche de seguridade. A fundición será como mínimo C250 para beirarrúas e D400 para estradas.
- c) O **albañal**, que unirá o embornal coa rede de saneamento. O diámetro do albañal recoméndase que sexa de diámetro comprendido entre 160 e 250 mm. A pendente mínima do mesmo será de un 2%.
- d) O **entronque**, que en novas redes se realizará a través dun pozo ou arqueta de rexistro. Excepcionalmente, e en rúas con gran densidade de embornais, e co obxecto de minimizar o número de conexións, poderán conectarse os embornais entre si por parellas (nunca máis de dous en serie), sempre que a separación dos mesmos sexa inferior a 15 m.
O resto de consideracións sobre os entronques debe cumprir co especificado no apartado 3 relativo ás acometidas.

O diámetro mínimo da acometida de calquera embornal será de 160 mm. Os diámetros máximos dos albañais dos embornais son función do diámetro da conducción á que acomete, adoptaranse salvo xustificación en contra os valores da táboa:

Táboa 3. Diámetros máximos das acometidas en función do da conducción á que verten

DN conducción	DN máximo da acometida do embornal
315	200
400	250
DN > 500	300

No Anexo, Planos 4.1, 4.2 e 4.3, recóllense a tipoloxía de embornal recomendado por estas Instruccións. Poden distinguirse entre embornais para redes unitarias (sifónicos) ou para redes separativas (non sifónicos).

4.2.- Canles e grellas de desaugue

As canles e grellas de desaugue constan dunha canle cuberta por una grella ou conxunto de grellas de fundición dúctil, que debe cumprir co establecido nas UNE EN-124 e 1.433. As canles propiamente poden ser de formigón ou material plástico, debendo cumprir as especificacións da norma DIN 19.580. As grellas serán de fundición dúctil, estarán provistas dun dispositivo de ancoraxe e a separación máxima entre ocros non superará os 32 mm. Cumprirán co prescrito na UNE EN-124, recomendándose como clase mínima a tipo D 400.

A conexión coa rede realizarase a través dun albañal e un entronque, seguindo os criterios expostos no apartado 4.1, relativo aos embornais.

As canles de desaugue empréganse fundamentalmente para drenar grandes superficies impermeables (como aparcamentos ou prazas) ou en rúas de moita pendente, instalándose antes dos cruces de forma transversal.

Neste caso as grellas son capaces de capturar un gran caudal de escoamento e poden ser de grandes dimensións (p. ex. 50-70 cm de ancho x 1 m de profundidade). Para a instalación deste tipo de grellas será necesario realizar un deseño hidráulico das mesmas, seguindo por exemplo as indicacións recollidas en Gómez (2006).

4.3.- Criterios de colocación

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Deberán disporse embornais e canles ou grellas de desaugue nas redes unitarias da rede de sumidoiros e na de augas pluviais dos sistemas separativos. O deseño dos embornais debe ser tal que permita a súa fácil limpeza.

O número e distancia dos embornais a instalar dependerá da intensidade e frecuencia das choivas locais, así como da pendente das rúas, aínda que, en xeral, a separación máxima será de 30 m. En calquera caso, procurarase que os cruces de peóns e as interseccións das rúas queden libres de auga. É tamén imprescindible situar embornais nos puntos baixos das rúas.

Ao obxecto de evitar introducir na rede a través destes dispositivos elementos sólidos que poidan producir atascos, en xeral non se deben instalar embornais en rúas non pavimentadas, agás que se dispoña xunto a eles dun areeiro ou arqueta rexistrable para a recollida e extracción periódica da area e demais depósitos.

As grellas de cubrición dos embornais ou sumidoiros serán o máis anchas e longas posibles, aínda que non se recomenda que a lonxitude da reixa sexa superior a 1 m.

As tapas terán a resistencia necesaria para soportar o paso de vehículos e estarán suxeitas de forma que non poidan ser desprazadas polo tráfico. Esta resistencia establécese a norma UNE-EN 124.

Cando se prevé que as reixas non funcionen cuatripoiadas (a resistencia establecida por defecto pola UNE-EN-124) é importante solicitar ensaios para a disposición final das grellas (triapiada no caso de embornais mixtos con buzón, biapiadas no caso de grellas para canles de desaugue).

Cando existan antecedentes de inundacións, o deseño hidráulico dos embornais deberá realizarse de forma detallada seguindo por exemplo as indicacións recollidas en Gómez (2006).

As grellas dos embornais e das canles de desaugue deben estar marcadas de acordo ao sinalado na norma UNE EN 124, incorporando a seguinte información:

- referencia a norma UNE EN 124
- clase resistente
- nome e código do fabricante
- nome do organismo certificador

5.- OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

5.1.- Válvulas, ventosas, desaugues e comportas

As redes de saneamento que funcionen baixo presión deberán ir equipadas coas necesarias válvulas (comporta, antirretorno ou reductoras de presión), ventosas, desaugues, que deberán cumprir co establecido na UNE-EN 736 e na UNE-EN 1074/2000.

Por outra parte, en redes en lámina libre e tamén en depósitos, empréganse algúns tipos de válvulas de comporta, de parede ou antirretorno. En grandes colectores estes sistemas non están normalizados e son de grandes dimensións.

En xeral, as válvulas irán provistas de xuntas de estanqueidade de neopreno e recubrimentos a base de resinas epoxy. Como estes elementos son similares aos empregados nos sistemas de abastecemento, as xeneralidades, definicións fundamentais e detalles construtivos recóllense na *ITOHG ABA 2/1*.

Os materiais a empregar na fabricación das válvulas ventosas e desaugues deberá estar recollido no proxecto construtivo, e deberá ademais ser aprobado pola Dirección de Obra. En calquera caso serán novos e libres de defectos, e cumprirán coa seguinte normativa:

- Aceiro: UNE-EN 1.053-1 ou UNE-EN 1.053-2
- Aceiro inoxidable: UNE-EN 10.088
- Fundición dúctil: UNE-EN 1.053-3
- Xuntas elastoméricas: UNE-EN 681-1
- Aleacións de cobre: UNE-EN 1.982 e/ou UNE-EN 12.156

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Para o resto de materiais constará no proxecto a preceptiva normativa de aplicación.

En calquera caso, os materiais constituíntes dos elementos das válvulas deberán ser resistentes ás augas residuais. Disporanse macizos de ancoraxe en tódolos elementos sometidos ao empuxe por efecto da presión e o movemento da auga. Para o seu deseño atenderase ao recollido na *ITOHG MAT 1/0*. Estes elementos aloxaranse en arquetas ou rexistros coas características establecidas na *ITOHG ABA 2/0*. Unicamente se presentan nesta instrución (*SAN 2/1*) os detalles construtivos da colocación de ventosas e desaugues debido a que son lixeiramente diferentes das dos elementos equivalentes para abastecemento (ver os planos 5.1 e 5.2 do Anexo).

A serie de diámetros nominais normalizados para válvulas, ventosas e/ou desaugues de fondo será a seguinte:

150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 900, 1.000, 1.100, 1.200, 1.250,
1.300, 1.400, 1.500, 1.600, 1.800, 2.000.

5.1.1. Válvulas

As válvulas son mecanismos que insertos na rede de saneamento serven y para regular e protexela. Cada unha pode ter unhas funcións específicas e segundo isto pódense diferenciar válvulas de seccionamento, de retención ou antirretorno, etc.

As válvulas de seccionamento son de importancia no caso de avarías, utilízanse na súa posición pechada ou aberta e deben instalarse diante das ventosas en impulsións, así como nas derivacións, nos desaugadoiros e para illar tramos de condución.

Os materiais que constitúen as s diferentes partes das válvulas deben ser axeitados aos ambientes aos que estarán sometidos nas redes de saneamento. O montaxe das válvulas realizarase con bridas, intercalando un carrete de anclaxe por un lado e un carrete de desmontaxe polo outro.

Válvulas de comporta

Están constituídas por un corpo, tapa, obturador, vástago e mecanismo de manobra. O seu deseño permitira desmontar o obturador sen necesidade de o corpo da válvula da condución. Ademais, debe ser posible substituír ou reparar os elementos de estanquidade do mecanismo de manobra sen necesidade de desmontar a válvula e o obturador (coa condución en servizo). A parte inferior do interior do corpo non presentará acanaladuras para evitar a deposición de sólidos na mesma.

Válvulas antirretorno

Están constituídas por un elemento de peche ou clapeta unido ao corpo mediante un eixo de xiro ou translación. O corpo estará provisto dunha tapa suxeita con parafusos que permita a substitución da clapeta ou reparación dos coxinetes. En xeral, a unión destas válvulas a condución realízase con bridas.

5.1.2. Ventosas

As ventosas están constituídas por un corpo, un flotador esférico ou cilíndrico, e as veces, por un xogo de palancas sobre as que actúa o flotador.

Os materiais que constitúen as s diferentes partes da ventosa deben ser axeitados aos ambientes aos que estarán sometidos nas redes de saneamento. O montaxe das ventosas realízase mediante bridas en xeral. As ventosas deben dispor dunha válvula de peche que permita o seu desmontaxe para realizar posibles actividades de reparación e/ou substitución. Senón dispón de dita válvula, xunta as mesmas instalarase unha válvula de seccionamento.

Deben dispore ventosas nos puntos altos relativos da condución, xunto a válvulas importantes e en tramos longos de pouca pendente cunha separación máxima duns 500 metros nas impulsións e duns 1.500 metros nos sifóns.

O diámetro das ventosas de admisión de aire será o que se indica na táboa adxunta en función do tamaño da condución. Ademais, as ventosas serán sempre trifuncionais.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Táboa 4. Diámetros normalizados das ventosas en función do tamaño da condución

Diámetro condución (mm)	Diámetro da ventosa (mm)
<250	50, 60, 65
250 a 600	80, 100
600 a 900	125, 150
900 a 1200	200
>1200	2 x 200

No Anexo, Plano 5.1, atopase un detalle sobre un aloxamento tipo para unha ventosa.

5.1.3. Desaugues

Os desaugues están constituídos por un orificio ou peza en T, situados na parte inferior da condución, que a continuación dispón dunha válvula de seccionamento. Como se sinala na *ITOHG SAN 1/2*, os desaugues disporán dun racor para que o baleirado da condución se realice mediante medios auxiliares (p.ex. un camión cisterna). En ningún caso se instalarán desaugues que permitan o baleirado por gravidade da condución cara o medio receptor.

Deben disporse desaugadoiros nos puntos baixos relativos da condución, así como en todos os sectores que poidan illarse do resto mediante válvulas. Para diámetros da condución superiores aos 600 mm é recomendable dispor nos desaugadoiros dúas válvulas, unha de comporta e outra de bolboreta.

Na táboa adxunta normalízanse os diámetros mínimos dos desaugadoiros en función do tamaño da condución.

Táboa 5. Diámetros normalizados dos desaugues de fondo

DN condución (mm)	DN desague (mm)
DN < 200	80
250 < DN < 350	100
400 < DN < 600	150
700 < DN < 1000	200
1200 < DN < 1600	300
DN > 1600	400

No Anexo, Plano 5.2, atopase un detalle sobre un aloxamento tipo para un desague da rede de saneamento.

5.1.4. Comportas

Débense dispor comportas nas redes de saneamento onde se desexe impedir e/ou regular o paso de caudal nunha determinada dirección. Utilízanse para desviar caudais por causas eventuais previamente previstas, como operacións de limpeza temporais, reparacións, desvío de caudais a colectores con menor carga, etc.

Segundo a súa tipoloxía, poden clasificarse en 1) comportas de desprazamento horizontal (eixe superior), 2) comportas de desprazamento vertical de peche descendente (comportas de parede, murais ou guillotinas), 3) de desprazamento vertical de peche ascendente, 4) de desprazamento axial tipo sector, 5) de desprazamento axial tipo clapeta de eixe inferior e 6) de desprazamento axial tipo clapeta de eixe superior (ver Figura 3)

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

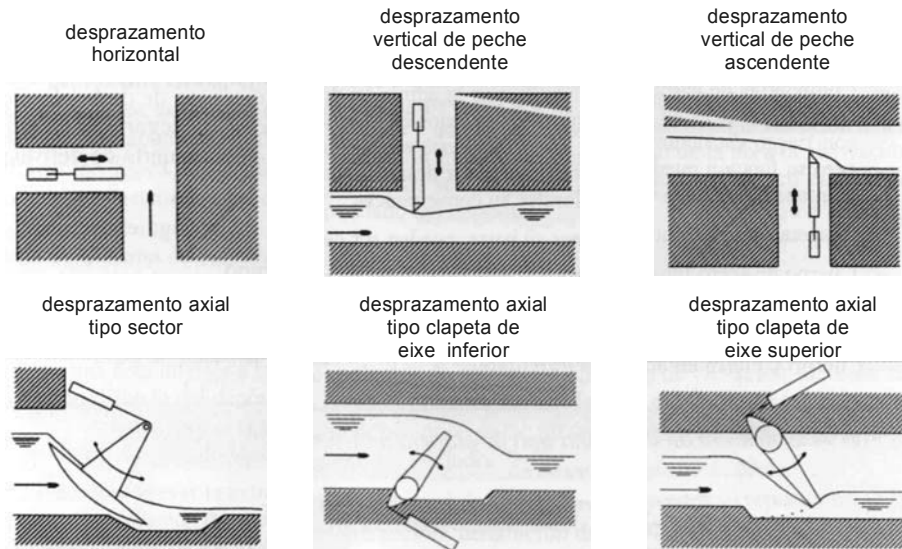


Fig.4. Tipoloxía de comportas non normalizadas en redes de saneamento (CEDEX, 2007)

Cada comporta componse esencialmente dos seguintes elementos: parte fixa ou bastidor, tableiro, accionamento e elementos adicionais. O material utilizado para a súa construción é aceiro inoxidable ANSI 316 L en todas as compoñentes (tableiro bastidor, camisa, vástago), e en calquera outro elemento incluso parafusos, para asegurar a adecuada resistencia ao ataque químico que producen as compoñentes das augas pluviais e residuais. Ademais o vástago irá cromado e rectificando para incrementar a dureza superficial. A estanqueidade nas comportas conseguirase colocando xuntas de neopreno tipo nota musical, nunha disposición especial sobre o propio bastidor.

As comportas disporanse preferiblemente de accionamentos hidráulicos (en lugar de eléctricos), totalmente independentes uns de outros, e xestionados en todo momento polo sistema de telecontrol, en calquera dos seus niveis (manual, local, remoto).

A principal vantaxe dos sistemas hidráulicos é que en caso de avaría eléctrica, os sistemas caen polo seu propio peso cara a súa posición de seguridade (Fail Safe Position, FSP), e incluso permiten unha última operación coa presión acumulada no seu calderín. O emprego de comportas accionadas con sistemas eléctricos (con parafuso sen fin, por exemplo) queda relegada a situacións de pouca responsabilidade ou seguridade.

A elección do tipo de comporta a instalar estará ligado a súa posición de seguridade, que debe proporcionar a maior seguridade na rede de saneamento. Algunhas tipoloxías, como as comportas de movemento axial, permiten a elección desta posición coa colocación de contrapesos.

Por outra banda e polo que respecta a criterios de deseño máis ligados ao mantemento e operatividade das comportas, cabe destacar os seguintes:

- As comportas deben ser accesibles e dispor de bocas polas que extraer os elementos avariados coma seguidores de posición. Ou incluso a mesma comporta.
- É necesario instalar sensores de nivel e boias adecuados para a correcta regulación de caudais pola comporta (augas arriba e augas abaixo). Tamén é necesario dispor dun posicionador que indique a posición da comporta en todo momento.
- Se se desexa facer unha regulación avanzada e/ou un seguimento dende un centro de control debe dotarse ao sistema dun sistema de telecontrol. As características do mesmo recollense na ITOHG SAN 2/4.
- É interesante buscar un emprazamento onde se facilite a accesibilidade de vehículos xa sexa para levar ferramentas de control ou reparación, para poder limpar os mecanismos auxiliares e a comporta e para poder desmontar e transportar os elementos avariados.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- É aconsellable dispor dun subministro enerxético alternativo, polo xeral un grupo electrógeno, que se active automaticamente en caso de fallo no subministro eléctrico. É importante este subministro alternativo xa que os fallos de tensión acostuman producirse nos momentos críticos, como por exemplo un episodio de choiva.
- Dado que os sistema de control non son totalmente infalibles, debe dotarse ás comportas de seguridades mecánicas que ante o fallo do sistema de control sitúen a comporta na posición que se considere menos crítica. Estas seguridades funcionan mediante acumuladores de presión oleohidráulicos, que no precisan de enerxía externa para poder mover o actuador.
- A caseta externa debe imperativamente colocarse en zona non inundable, para poder aloxar nela os cadros eléctricos de manobra, os grupos oleohidráulicos, o grupo electrógeno, e un polipasto para a extracción dos elementos pesados.
- Outros requisitos relativos á caseta son que estea ben ventilada, e que exista un sistema efectivo de extracción de fumes do grupo electrógeno. Así coma que o grupo estea insonorizado. É importante ter previsión na caseta dunha toma de auga, xa que é primordial para a hixiene do operario así como para a limpeza do material e do mesmo habitáculo.

5.2.- Cámaras de descarga

En pequenas redes onde non estea asegurada a limpeza sistemática da rede valorarase a instalación de cámaras de descarga na cabeceira de tódolos ramais que configuran as redes unitarias e separativas.

As cámaras de descarga consisten en xeral nun depósito adosado ao conduto que se desexa limpar, ou máis habitualmente, a un pozo de rexistro situado na cabeceira da rede. A alimentación de auga do depósito realízase con auga da rede de abastecemento, aínda que se é posible empregaranse augas non potables (p. ex. reutilizadas, recicladas ou procedentes do subsolo).

As cámaras estarán constituídas de materiais axeitados, que resisten o ataque dos ambientes das redes de saneamento. Contarán con tapa, marco e pates, conforme ao especificado nos apartados 2 e 5.8. O baleirado da cámara será en xeral automático, producíndose a descarga unha vez que o depósito se enche. A capacidade mínima recomendada para as cámaras de descarga é de 0,6 m³.

5.3.- Cámaras de rotura de carga

As cámara de rotura de carga instálanse ao final das conducións a presión para provocar a perda de enerxía necesaria para pasar dun réxime a presión a un réxime en lámina libre. Este tipo de cámaras contarán con dous compartimentos: no primeiro producírase a rotura de carga e no segundo conduciranse as augas cara a rede en lámina libre.

O seu deseño varía moito en función das necesidades de cada caso concreto. En redes de grandes dimensións e caudais é recomendable que estas infraestruturas, así como outras estruturas singulares coma rápidos ou grandes incorporacións, se deseñen con base a modelos físicos realizados en laboratorio.

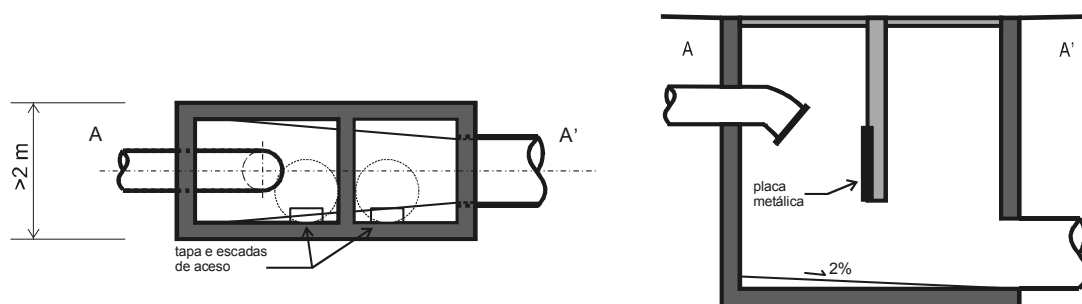


Fig.5. Esquema tipo dunha cámara de rotura de carga (CYII, 2006).

5.4.- Dispositivos de disipación de enerxía

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Poderán disporse dispositivos de disipación de enerxía como rápidos ou vórtices nas redes de saneamento nas seguintes circunstancias:

- Cando a pendente da condución sexa inferior á do terreo natural, compensando esa diferenza de pendente nos rápidos, sempre que a diferenza de altura a salvar sexa superior aos dous metros. En caso contrario utilizaranse pozos de resalto.
- Cando a diferenza de cota a salvar en colectores transitables sexa superior a 2 metros.
- Cando sexa necesario conectar dúas redes implantadas en niveis distintos, por exemplo, en acometidas de ramais superficiais a conducións profundas.

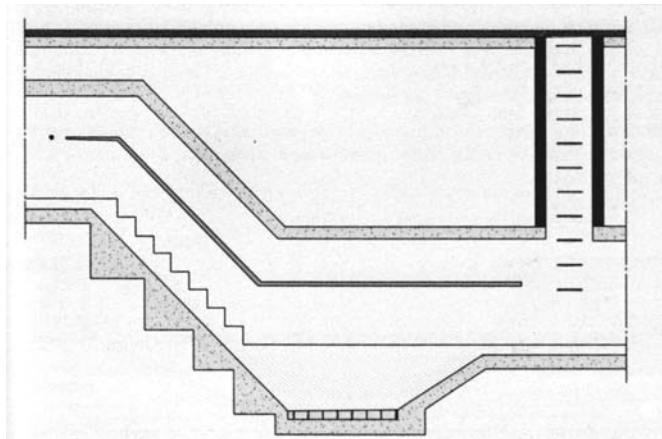


Fig.6. Esquema dun rápido escalonado (CEDEX, 2007).

Segundo a súa tipoloxía poden ser de soleira en pendente. Neste caso dispóranse dunhas escaleiras laterais para o paso do persoal de mantemento, ou con soleira en cascada (construída con materiais resistentes á erosión). Tamén poden adoptarse solucións especiais a base de vórtices.

5.5.- Sifóns invertidos

Os sifóns dispóranse cando sexa imprescindible naqueles tramos da rede nas que a rasante interfira cun elemento que non pode modificarse (como a cauce dun río, un cruce co ferrocarril, etc.).

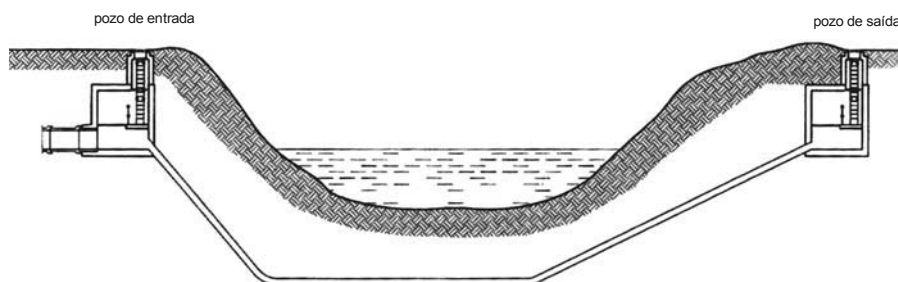


Fig.7. Esquema dun sifón.

Os sifóns proxéctanse cunha diferenza de cotas entre a entrada e a saída que corresponde á perda de carga que se producen neles. A pendente do ramal de entrada está comprendida habitualmente entre 45° e 90° , e a de saída será inferior a $26,5^\circ$ (talude 1:2). As velocidades mínimas de deseño serán de 1 m/s en redes unitarias e 1,5 m/s en redes separativas.

No pozo de entrada deberá disporse un areeiro, unha grella que evite a entrada de grosos, e se é posible, un aliviadoiro. Tamén é recomendable instalar válvulas de seccionamento nos extremos para permitir o illamento do sifón.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Na medida do posible é recomendable non instalar estas infraestruturas nas redes de saneamento, polos altos problemas de mantemento que xenaran. So poderán empregarse sifóns con carácter excepcional e previa xustificación adoptada, sempre que se conte coa aprobación da Administración Hidráulica.

Se é imprescindible a súa construción, aconséllase facelo dobre para non interromper o seu servizo en caso de limpeza ou reparación. En redes unitarias convén dispor de varias conduccións no sifón. Así, deseñárase unha conducción que proporcione velocidades axeitas para o caudal de tempo seco de augas fecais e unha, ou varias, conduccións para conducir as augas pluviais durante os episodios de choiva.

5.6.- Areeiros e trampas de sedimentos

De maneira excepcional, na cabeceira das redes de augas pluviais (e as veces en puntos intermedios d) onde se incorporan cursos de auga con grandes cantidades de sólidos poden instalarse estes dispositivos para reter as areas e así reducir os problemas que a súa mobilización ocasiona pola rede (incremento da capacidade erosiva da auga, transporte de contaminación, afección a sistemas de depuración).

5.7.- Elementos de ventilación

No proxecto da rede de saneamento débense incluír os cálculos oportunos para a determinación dos elementos de ventilación precisos, de ser o caso.

Disporanse elementos de ventilación nas redes nas que non se instalasen cámaras de descarga e a pendente non sexa axeitada para a correcta evacuación dos sedimentos arrastrados polas augas residuais. Tamén se instalarán para evitar procesos anaerobios e evitar retención de gases nos puntos altos dos grandes colectores de gran lonxitude, nas cámaras de bombeo e nos depósitos de augas pluviais. Para estas infraestruturas revisar o recollido nas *ITOG SAN 2/2* e *2/3* respectivamente.

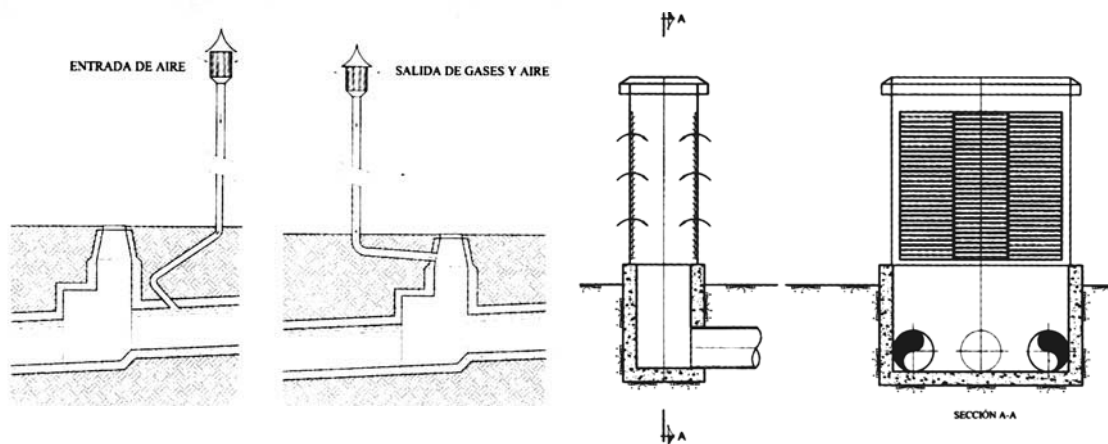


Fig.8. Exemplos de elementos de ventilación en redes de saneamento: chimeneas (esquerda) e armario de ventilación (dereita)

Habitualmente nas redes unitarias convencionais, estes sistemas non son necesarios xa que as baixantes dos tellados funcionan como sistemas de ventilación natural. Se a ventilación é insuficiente instalanse chimeneas de ventilación natural ou pozos de ventilación. As chimeneas estarán separadas entre si 200 ou 300 metros, cunha altura de como mínimo dous metros e separadas dos edificios cinco metros coma mínimo. Procurárase colocalas en parques e xardíns afastados das zonas habitadas.

5.8.- Elementos auxiliares de accesibilidade

Os principais elementos auxiliares de accesibilidade a instalar nas diferentes partes das redes de saneamento son os seguintes:

1) Marcos e tapas de cubrición.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Os marcos e tapas serán en xeral de fundición nodular, permitiéndose as tapas de outros materiais (formigón armado, mixtas) cando por razóns urbanísticas así se aconselle. En calquera caso, tódolos elementos de cubrición cumprirán as características dimensionais e de resistencia especificadas na UNE-EN 124.

As tapas serán en xeral circulares, con diámetros mínimos de 600 mm (en pozos de rexistro de acceso frecuente recoméndase un diámetro de 800 mm). Nas arquetas de rexistro permitiranse tapas rectangulares que permitan o acceso do persoal e, se procede, as operación de mantemento e substitución dos elementos da arqueta (válvulas, bombas, etc.).

Segundo o emprazamento, as tapas serán das seguintes clases de resistencia, segundo sinala a norma UNE-EN 124:

- Clase B125, ou superior, para beirarrúas ou superficies similares (como aparcadoiros accesibles a vehículos turismo unicamente).
- Clase C250, ou superior, para zonas de circulación de peóns, beirarrúas, bordos de estradas e aparcadoiros accesibles a vehículos de gran peso.
- Clase D400, para rúas peatonais, rúas e estradas.

En calquera caso, as tapas levarán o marcado sinalado na seguinte figura.

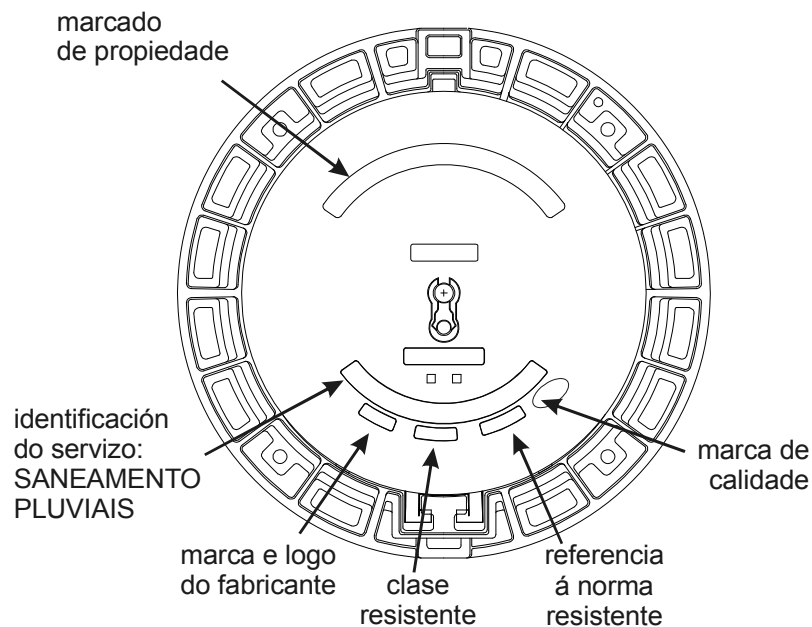


Fig.9. Marcado de tapa de cobertura nun pozo de rexistro.

En casos particulares, pódense precisar tapas estancas (a presións ou depresión da auga, olores, gases,...) con dispositivos de peche cravados, con parafusos de aceiro inoxidable. A tapa disporá ademais de xuntas elastoméricas e de estanquidade.

En colectores de grandes dimensións e estruturas singulares débese dispor ademais das tapas de fundición habituais, outras tapas de maiores dimensión para permitir o acceso a maquinaria para a limpeza dos mesmos. Estas tapas soen estar constituídas por varios módulos, lousas de formigón, cos ancoraxes precisos para poder ser izados por un camión grúa.

2) Pates

Os pates a instalar serán de polipropileno con alma de aceiro e deben cumprir co establecido nas normas UNE 127.917 e UNE-EN 1.917. O pate debe ter un deseño axeitado para que o traveseiro de apoio teña topes laterais que impidan o deslizamento lateral do pé, así como estrías ou resaltes para evitar o deslizamento vertical.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

O propio pate indicará a profundidade coa que se debe inserir no rexistro. As principais características xeométricas relativas os pates de polipropileno e a súa colocación amósanse na Táboa 6 e no Plano 1.5 do Apéndice desta Instrución.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Táboa 6. Características xeométricas dos pates de polipropileno segundo a UNE 127.197 e a UNE-EN 1.917.

Parámetro	Valor (mm)
<i>Lonx. mín/máx entre os extremos do traveseiro de apoio cunha sola alineación vertical</i>	300/400
<i>Proxección mínima desde a superficie de formigón</i>	120
<i>Lonxitude de empotramento mínima/máxima na parede do pozo</i>	75/85
<i>Diámetro mínimo/máximo de traveseiro de apoio</i>	20/35
<i>Espazo vertical entre pates en dúas alineacións verticais</i>	250-350
<i>Separación entre eixes de pates en dúas alineacións verticais</i>	270-300 (±10)
<i>Separación do pate superior máis próximo á boca de acceso</i>	400-500

3) Escadas

As escadas de acceso aos rexistros ou as estruturas da rede (bombeo, depósitos) deben cumprir co especificado na norma UNE-EN 14.396.

Estes elementos poden ser ancorados de forma fixa a parede, ou ser transportables. Neste caso poden ser dunha única peza, telescópicas, abatibles mecanicamente ou flotantes (para aquelas zonas que se enchen de auga residual como os corpos dos depósitos).

Onde exista risco de caída a gran altura, tanto nas escadas como nos descensos con pates, deberán disporse gardacorpos consistentes nunha estrutura cilíndrica tanxente a escaleira, que permita apoiar o lombo en caso de perder o pé.

4) Outros elementos auxiliares

Nesta categoría poden citarse as varandas e cadeas, que serán de aceiro inoxidable, aluminio ou PRFV, e tamén os tramex, empregados como chan nas pasarelas de estruturas como depósitos ou bombeos. Os tramex estarán constituídos por pletinas de 30 x 2 ou 30 x 3 mm unidas formando mallas de 30 x 30 mm, que as súa vez conformarán pezas unitarias de dimensións máximas 3 x 1 m.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AENOR. UNE – EN 124. *Dispositivos de cubrimiento e peche para zonas de circulación empregadas por vehículos e peatóns.*

AENOR. UNE – EN 476. *Requisitos xerais para compoñentes empregados en tubarías de evacuación, sumidoiros e alcantarillados por sistemas de gravidade.*

AENOR. UNE – EN 736. *Válvulas. Terminoloxía*

AENOR. UNE – EN 1433. *Canles de desaugue para zonas de circulación empregadas por peatóns e vehículos. Clasificación, requisitos de deseño e ensaio, marca e avaliación de conformidade.*

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano.* Ministerio de Fomento (España).

CTE. *Documento Básico de Salubridade. HS 5. Evacuación de Augas.* Ministerio de Vivienda.

CYII (2006). *Normas para redes de saneamiento y drenaje urbano.* Canal de Isabel II.

GÓMEZ, V (2006). *Curso de Hidrología Urbana.* Grupo Flumen. UPC. 6º Edición.

ANEXO

DETALLES CONSTRUCTIVOS

1. POZOS DE REXISTRO

1.1. POZO DE REXISTRO IN SITU SOBRE O NF

1.1.1. SECCIÓN

1.1.2. PLANTA

1.2. POZO DE REXISTRO IN SITU BAIXO O NF

1.2.1. SECCIÓN

1.3. POZO DE REXISTRO PREFABRICADO

1.4. POZO DE REXISTRO PROFUNDO ($H > 4m$)

1.5. PATES

1.6. TAPA

2. ARQUETA DE REXISTRO

2.1. SECCIÓN TRANSVERSAL

2.2. SECCIÓN LONXITUDINAL

3. ARQUETA PARA TOMA DE MOSTRAS E AFOROS

4. ELEMENTOS DE CAPTACIÓN DA ESCORRENTÍA

4.1. EMBORNAL PARA REDE SEPARATIVA

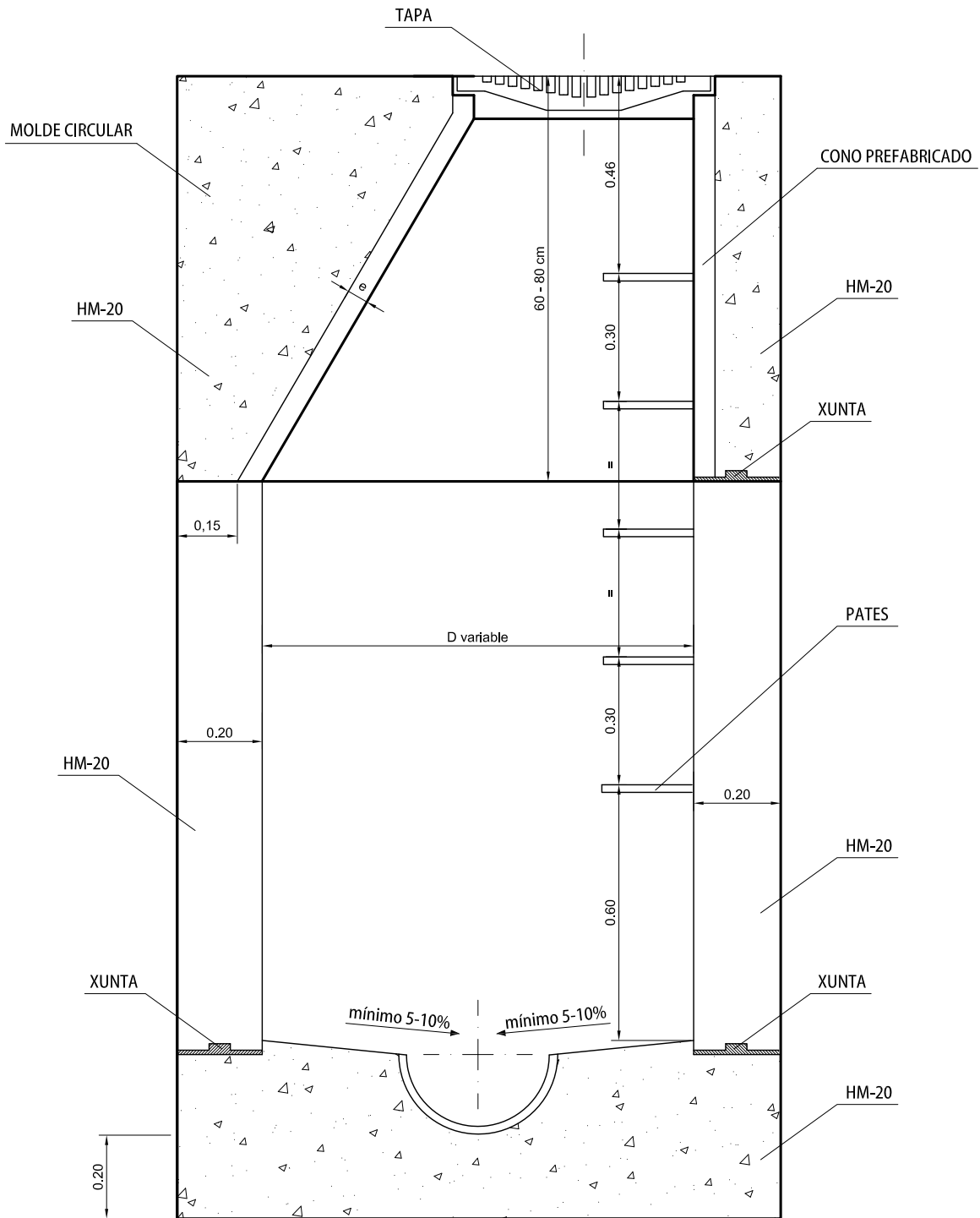
4.2. EMBORNAL PARA REDE UNITARIA

4.3. EMBORNAL PARA REDE UNITARIA, DE USO EXCEPCIONAL

5. OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

5.1. ALOXAMENTO DE VENTOSA

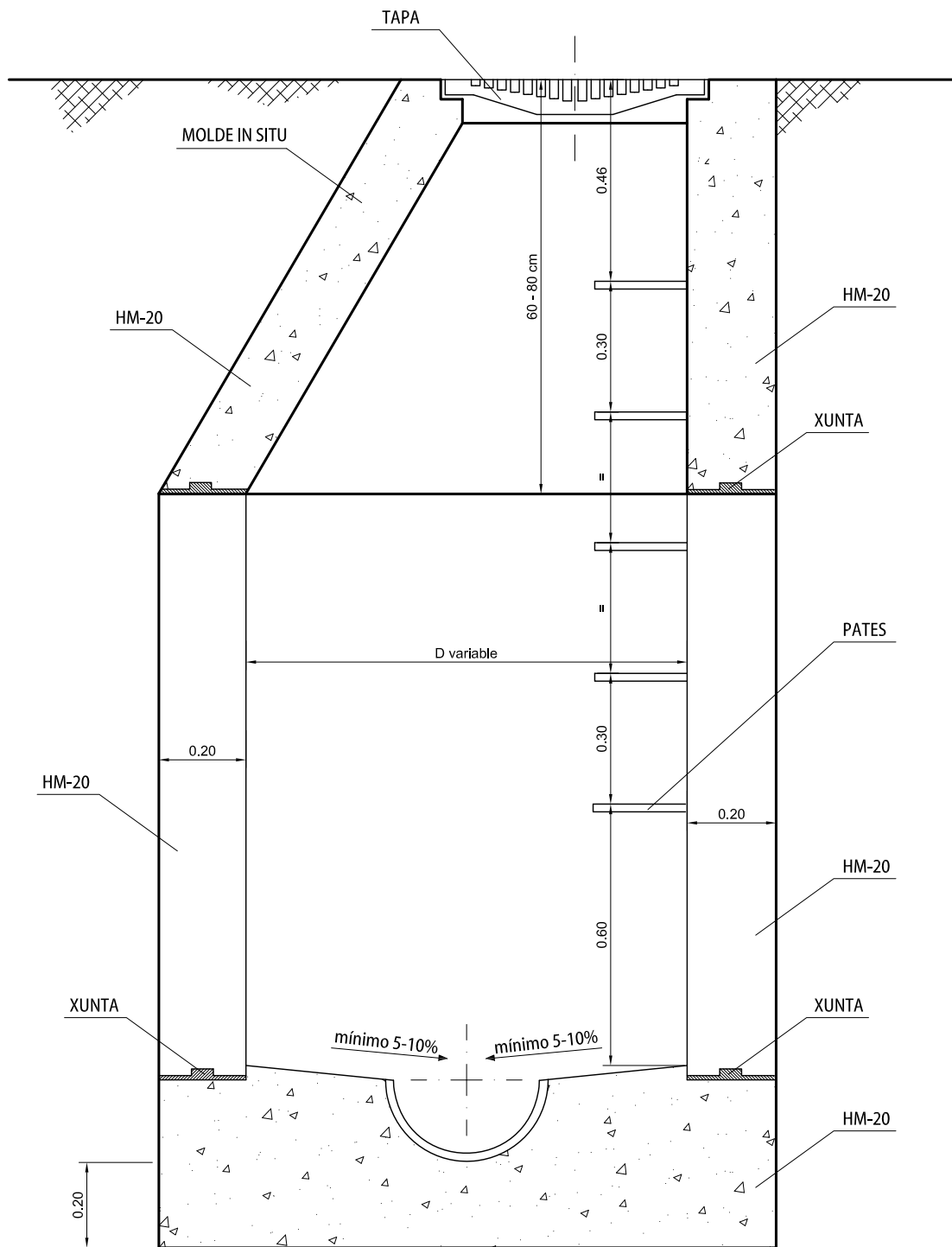
5.2. ALOXAMENTO DE DESAUGUE



		DN pozo de rexistro na tubaxe
DN tubo incidente	hasta 600	1000
	600-1000	1500
	>1000	Cámara

TÍTULO DO PLANO

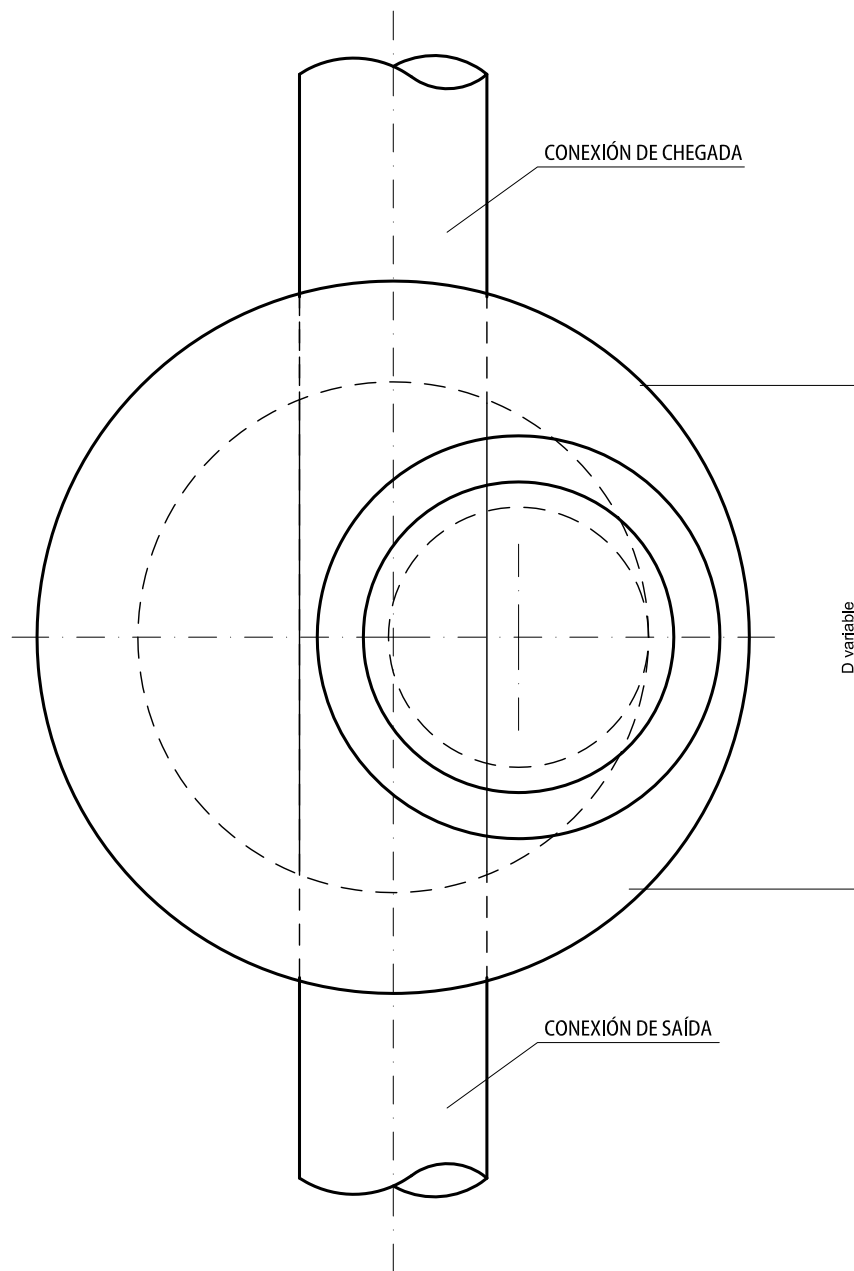
Sección de pozo de rexistro in situ sobre o nivel freático Módulo de acceso con molde prefabricado



		DN pozo de rexistro na tubaxe
DN tubo incidente	hasta 600	1000
	600-1000	1500
	>1000	Cámara

TÍTULO DO PLANO

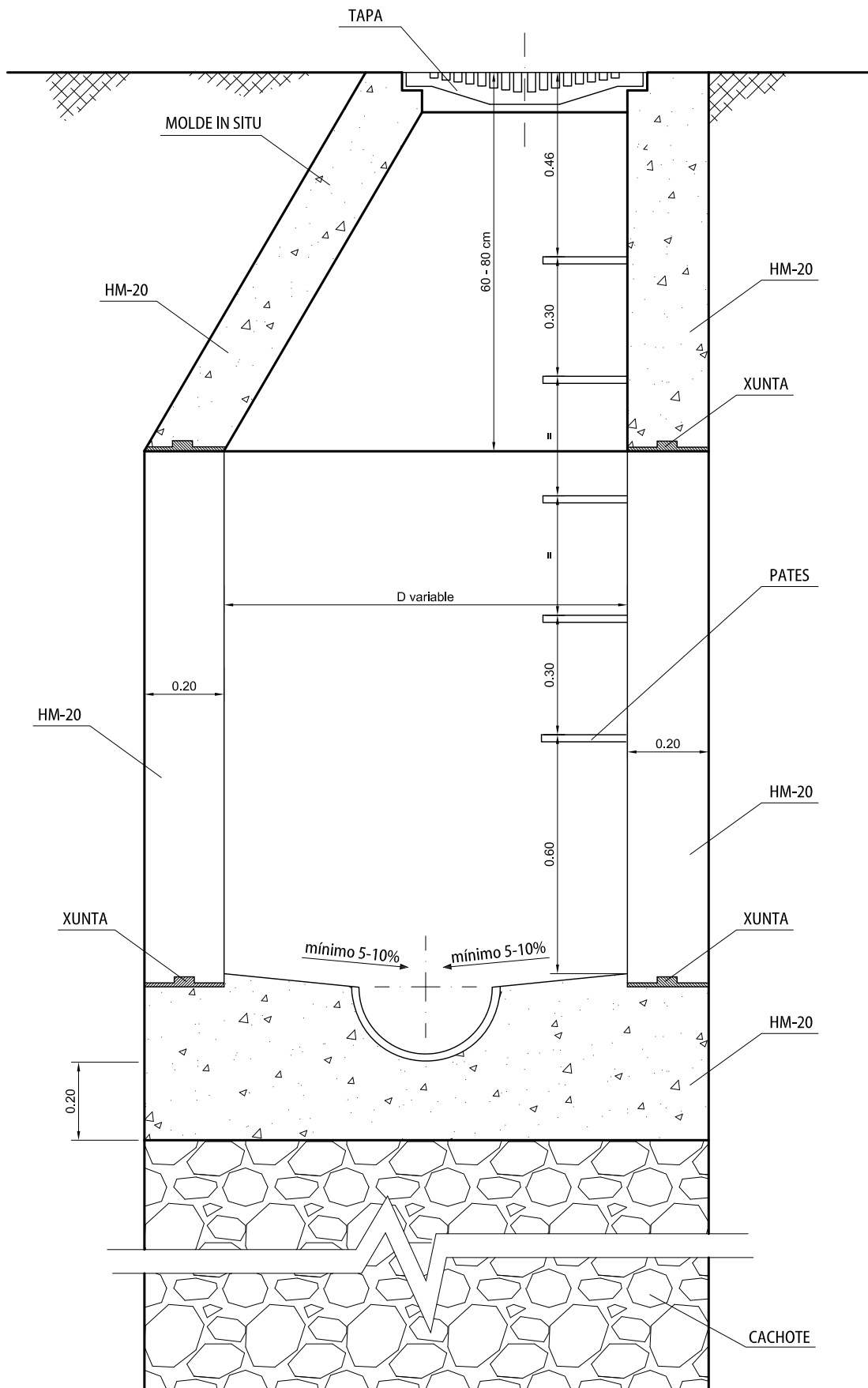
Sección de pozo de rexistro in situ sobre o nivel freático
Módulo de acceso con molde in situ



		DN pozo de rexistro na tubaxe
DN tubo incidente	hasta 600	1000
	600-1000	1500
	>1000	Cámara

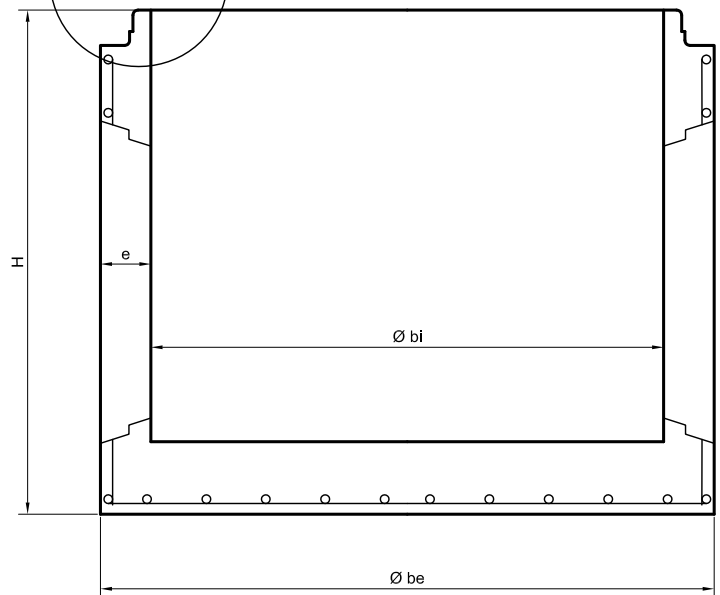
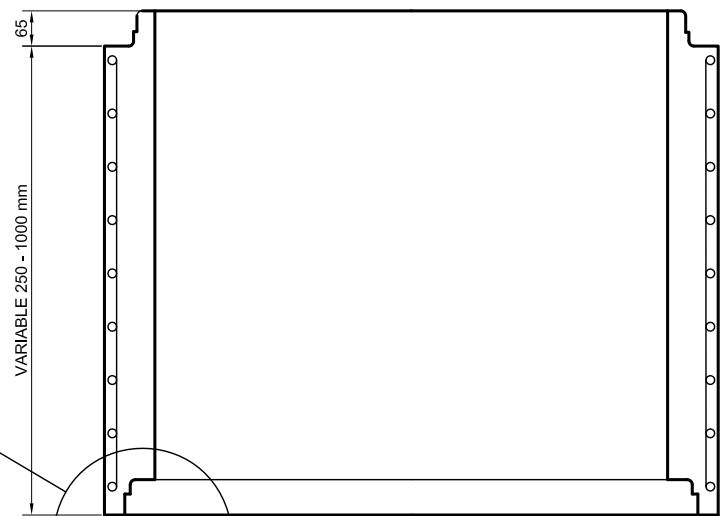
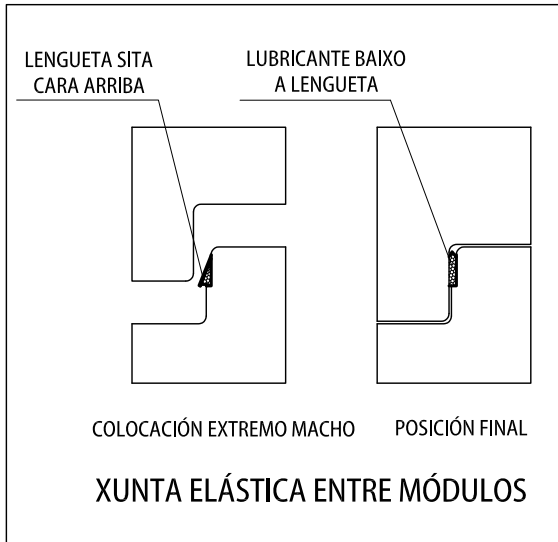
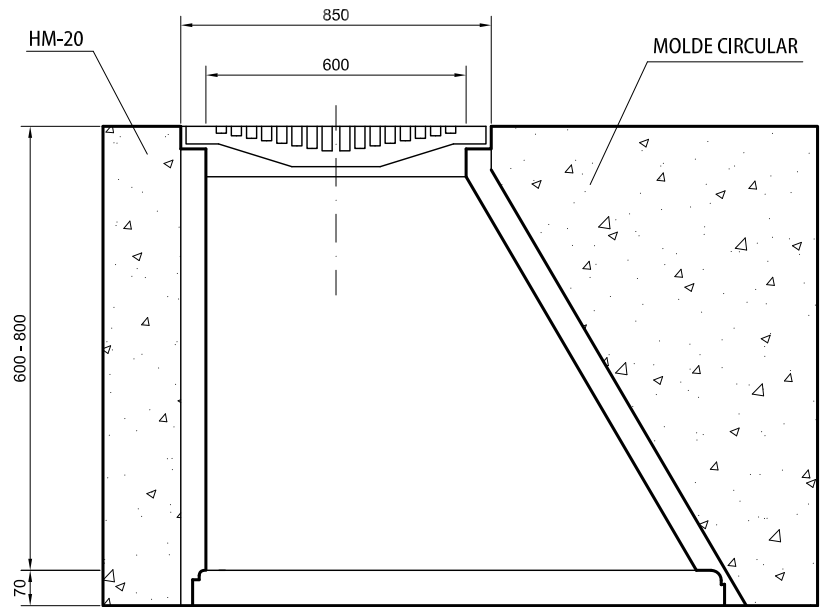
TÍTULO DO PLANO

Planta de pozo de rexistro in situ sobre o nivel freático



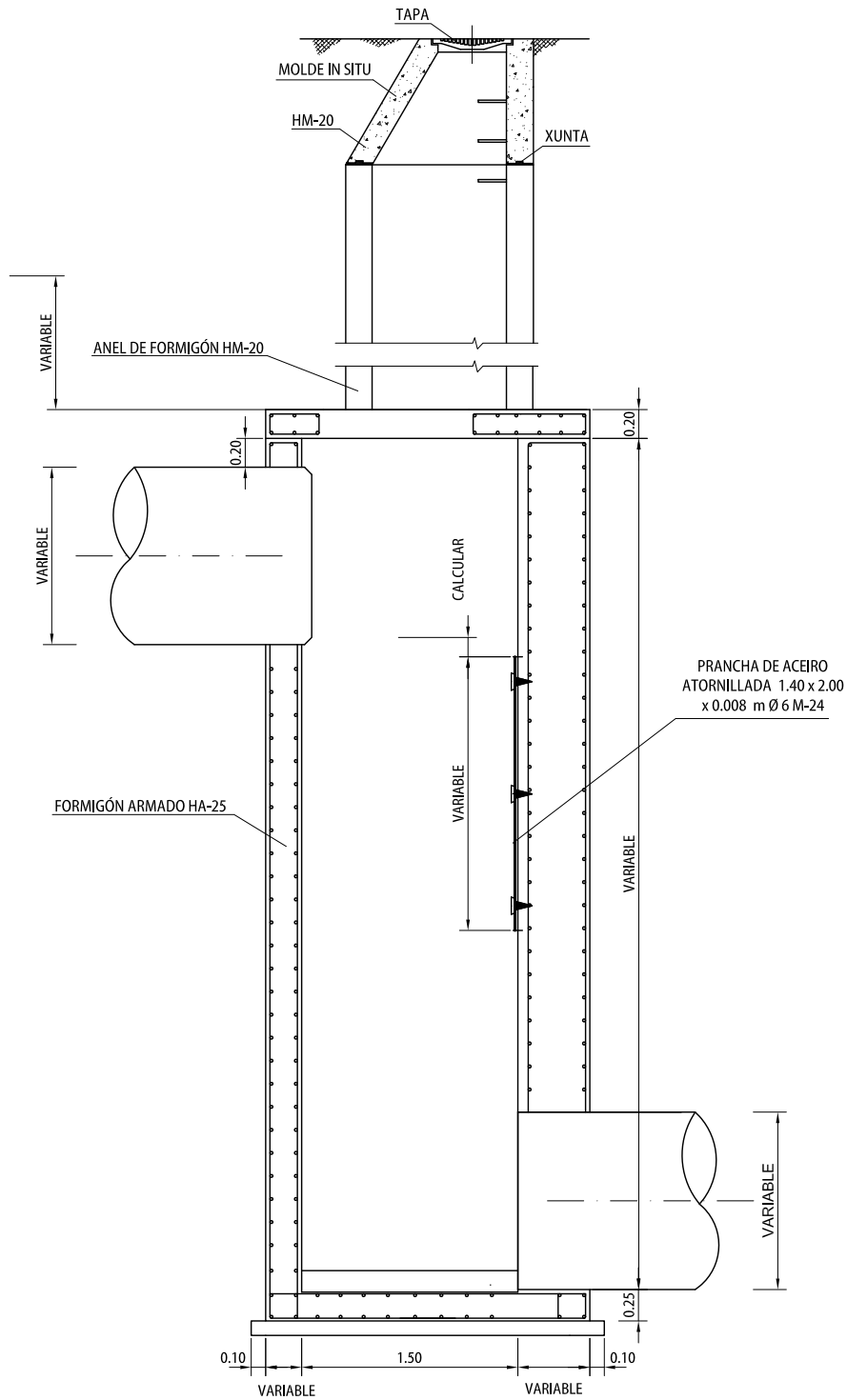
TÍTULO DO PLANO

Sección de pozo de rexistro in situ baixo o nivel freático
Módulo de acceso con molde in situ



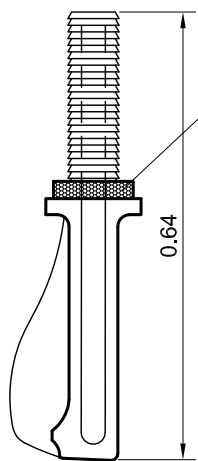
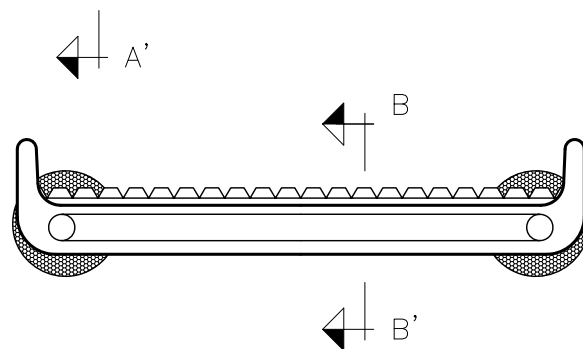
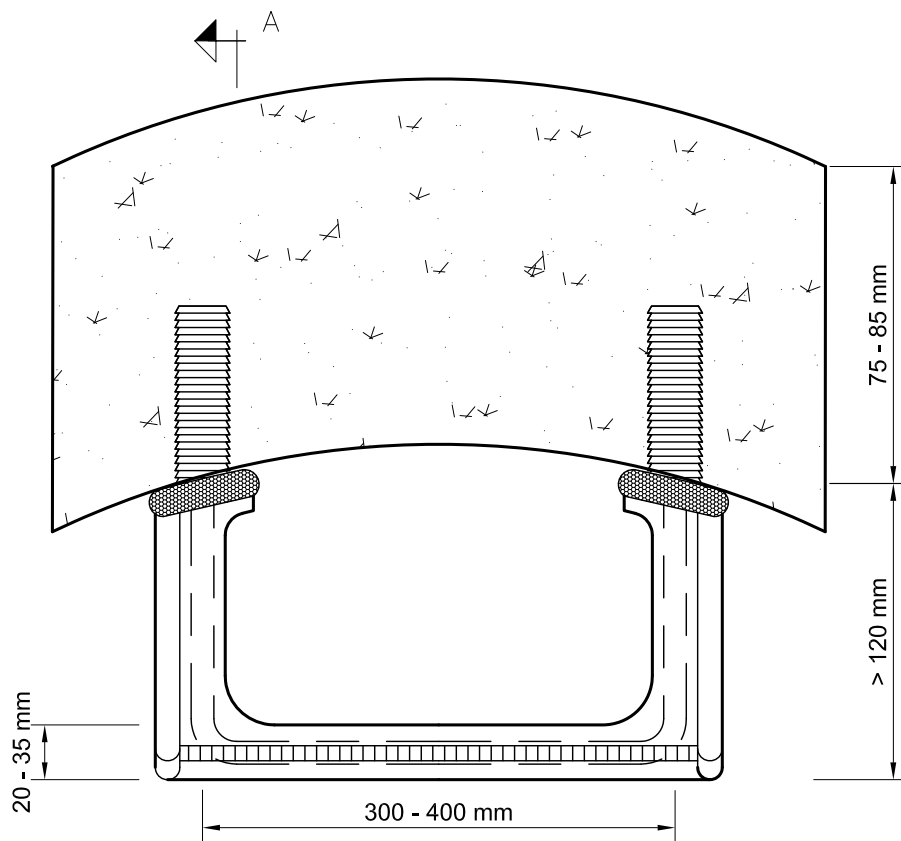
Dimensións orientativas en mm				
Ø bi	1000	1200	1500	
Ø be	1240	1520	1600	2100
H	1025	1200	1355	1700
e	120	160	200	300

TÍTULO DO PLANO
Pozo de rexistro prefabricado



NOTAS (1) Armaduras e estrutura a calcular

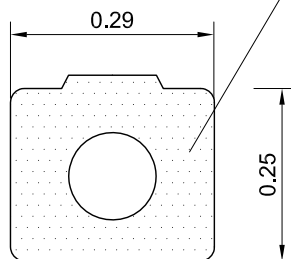
TÍTULO DO PLANO
Pozo profundo (Htotal >4m)



SECCION A-A'

TAPAXUNTAS
POLIURETANO

POLIPROPILENO
CAUCHO



SECCION B-B'

NOTAS	OS PATES DEBEN CUMPRIR AS NORMAS UNE 127.917 E UNE-EN 1.917
-------	---

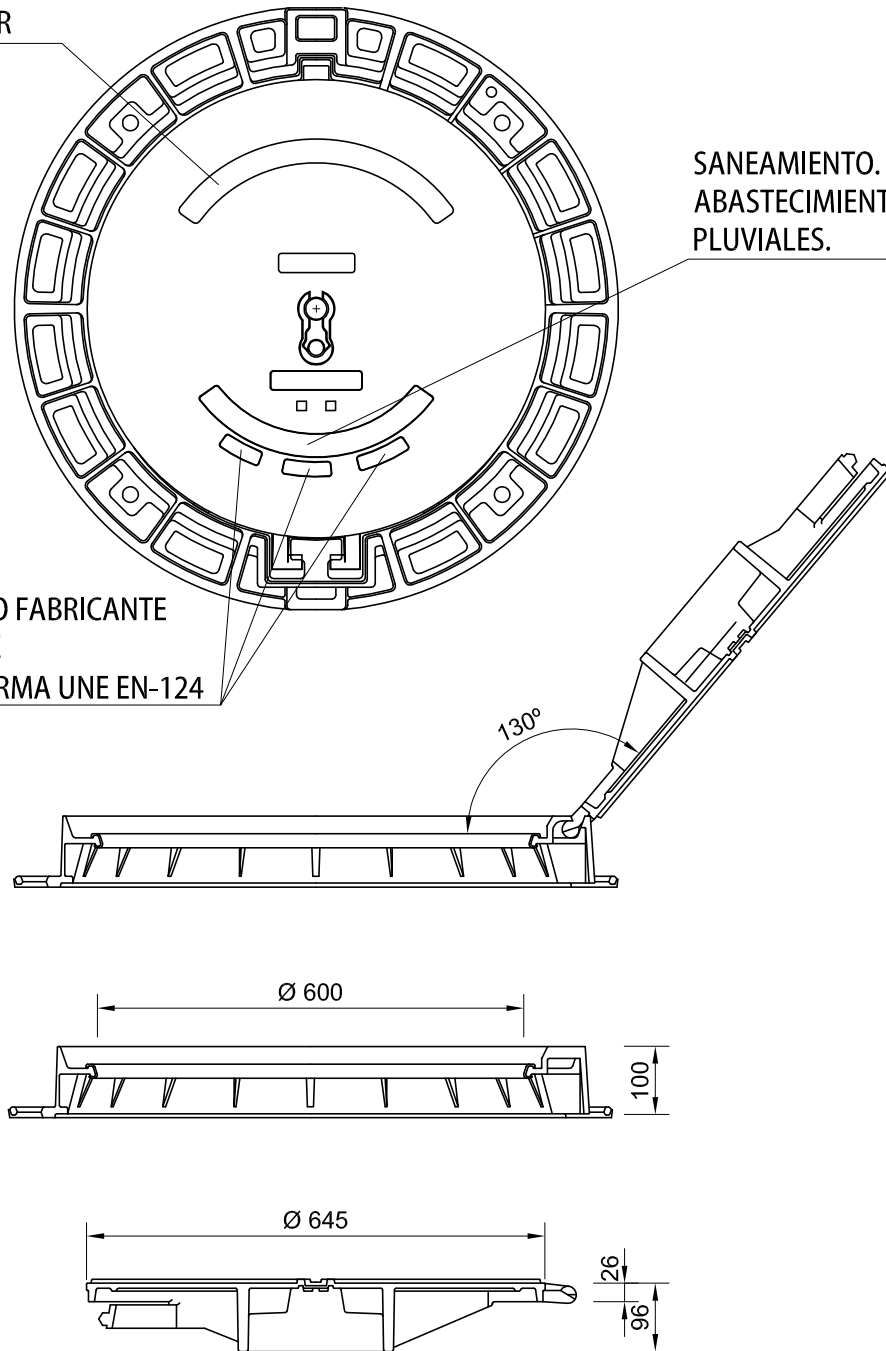
TÍTULO DO PLANO

Pate para pozo de rexistro

TITULAR

SANEAMIENTO.
ABASTECIMIENTO.
PLUVIALES.

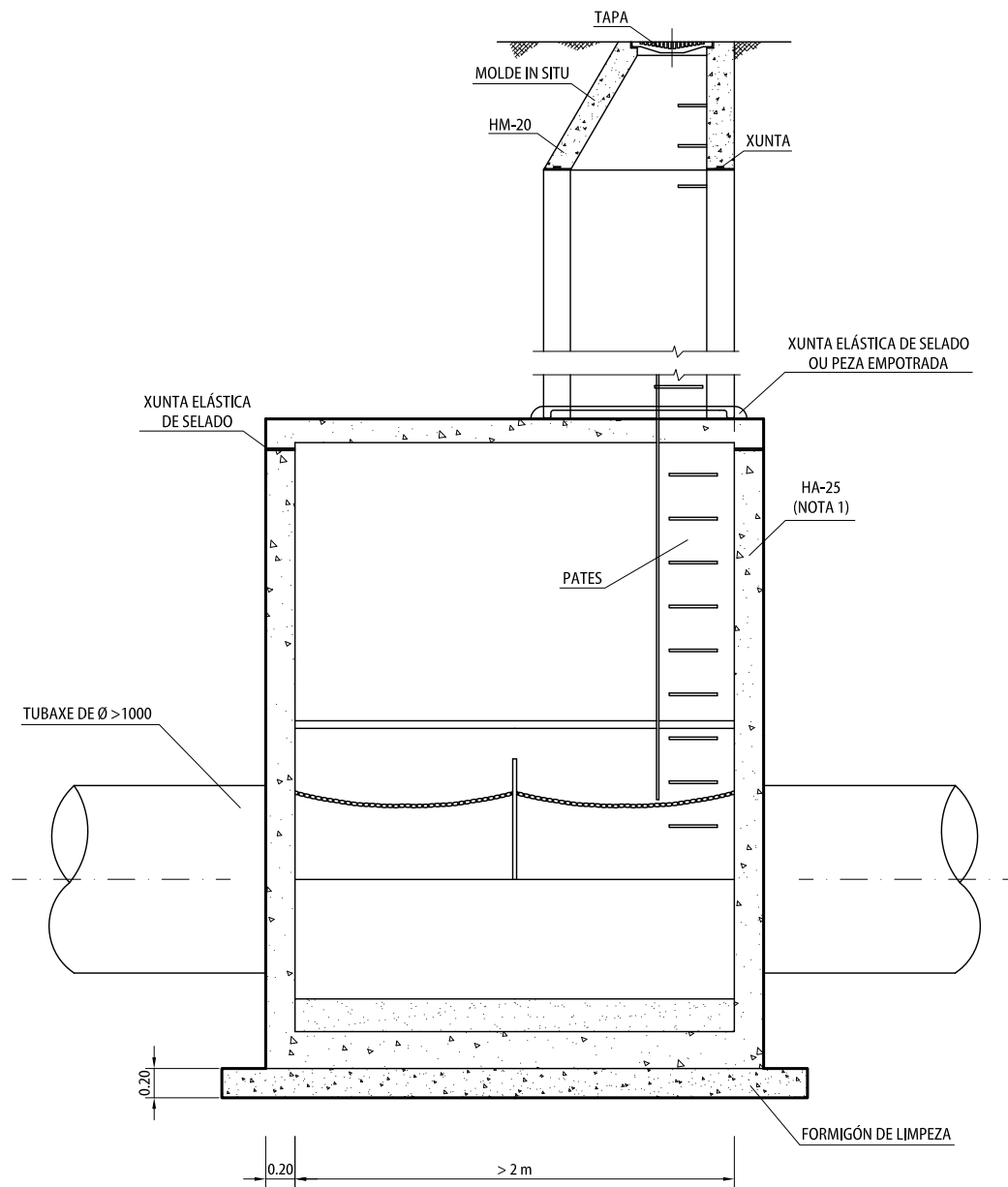
- MARCA E LOGO DO FABRICANTE
- CLASE RESISTENTE
- REFERENCIA Á NORMA UNE EN-124



- * FUNDICIÓN DUCTIL ISO 1083
- * NORMA: UNE-EN 124
- * PECHER ARTICULADO
- * AFEROLLADO POR APÉNDICE ELÁSTICO
- * XUNTA DE INSONORIZACIÓN DE POLIETILENO EN "U"
- * EXTRACCIÓN DE TAPA A 90°
- * BLOQUEO DE SEGURIDADE ANTIPECHE

NOTAS	O CUMPRIMENTO DA NORMA EN-124, DEBERÁ ESTAR CERTIFICADO POLO ORGANISMO INDEPENDENTE AUTORIZADO
-------	--

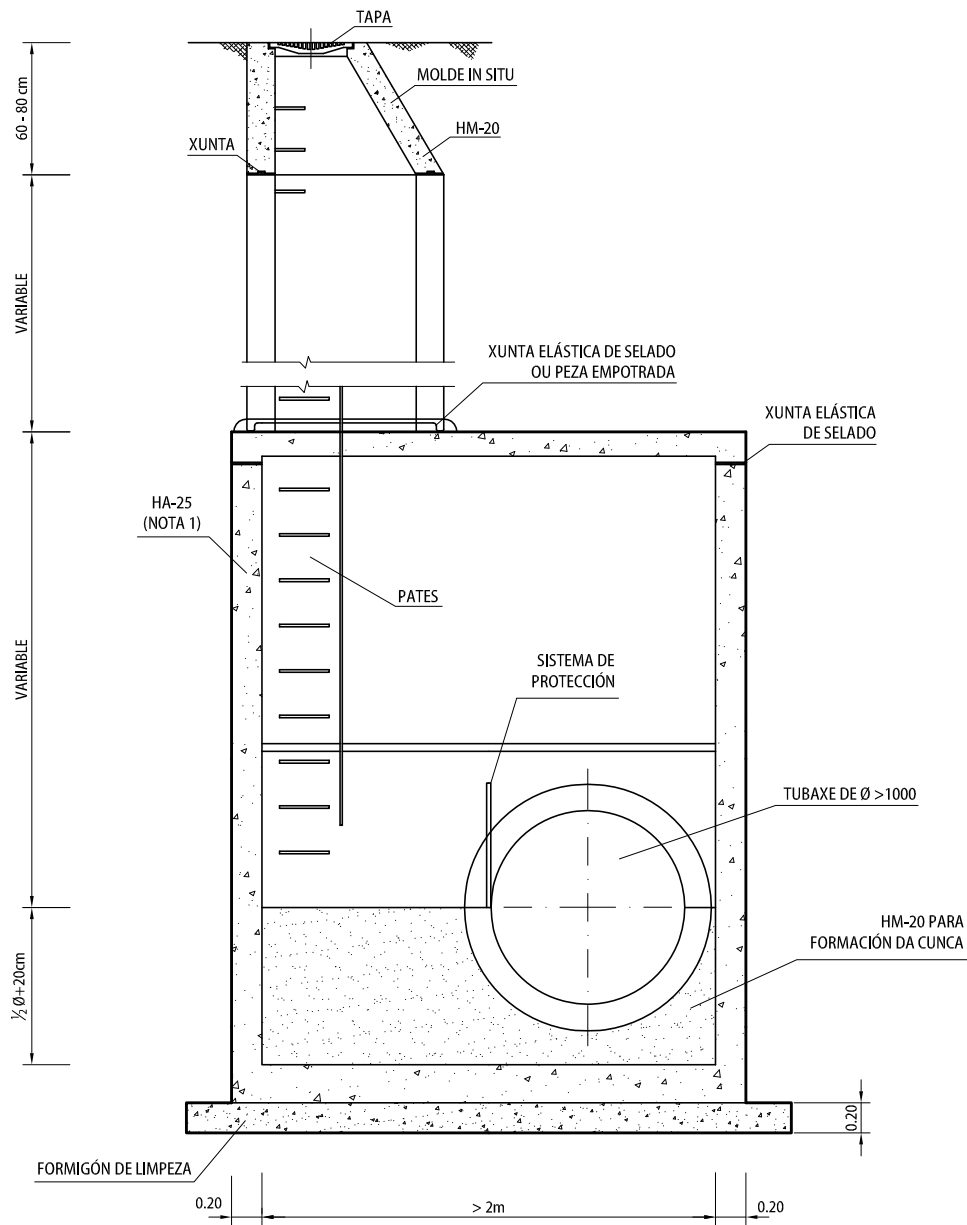
TÍTULO DO PLANO
Tapa de rexistro



NOTAS (1) Armaduras e estrutura a calcular

TÍTULO DO PLANO

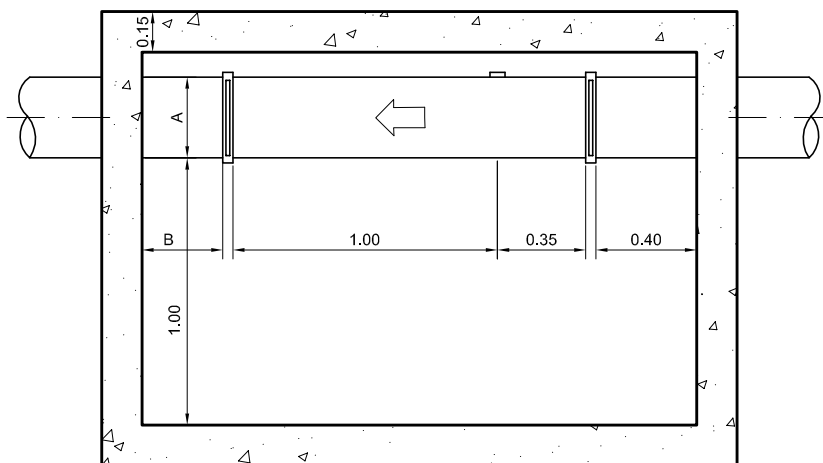
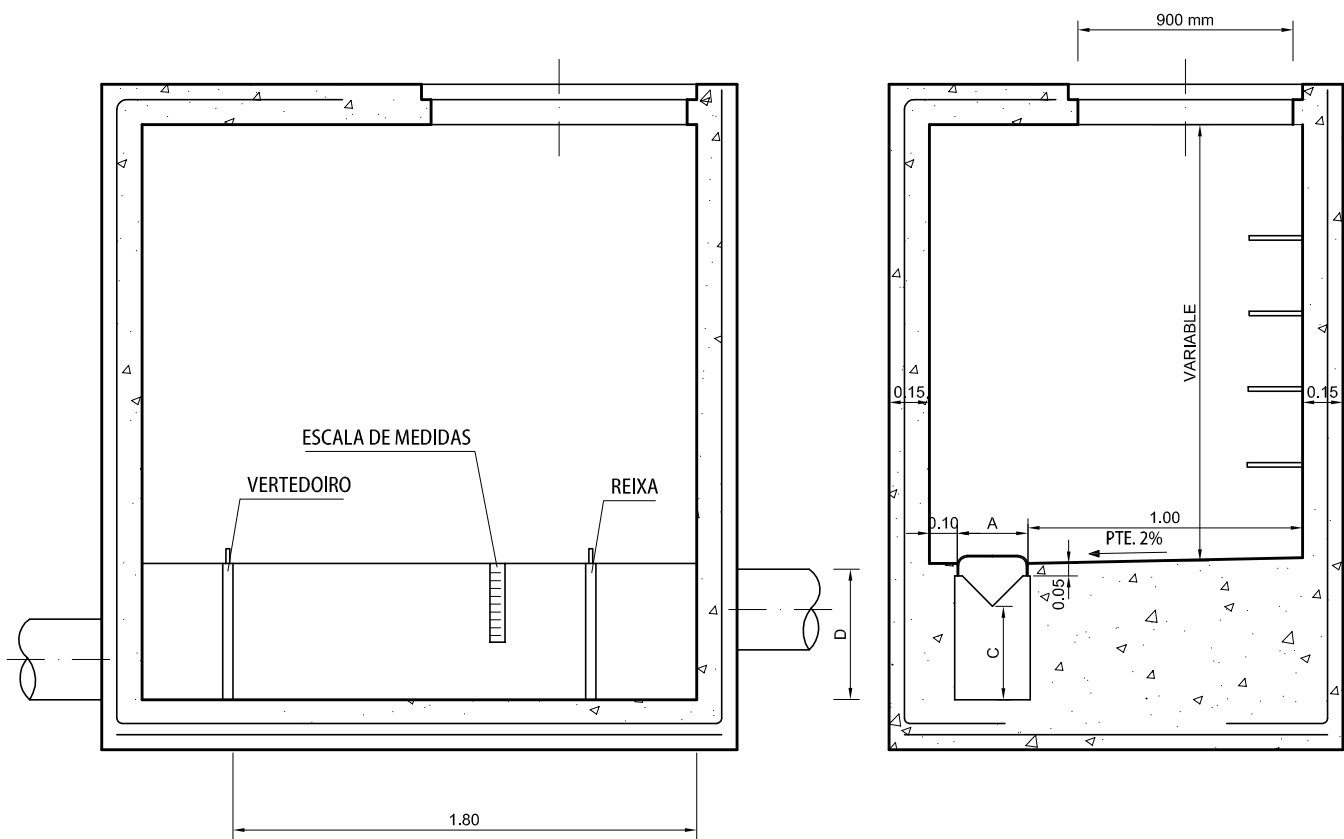
Arqueta de rexistro Sección lonxitudinal



NOTAS (1) Armaduras e estrutura a calcular

TÍTULO DO PLANO

Arqueta de rexistro
Sección transversal



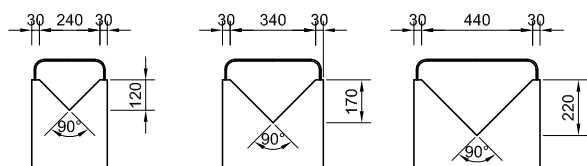
CADRO DE VARIABLES
Cotas en milímetros

Caudal Q (L/s)	A	B	D
0 < 1	300	300	500
1 a 5	400	350	550
5 a 10	500	400	650

NOTA: Para caudais superiores a 10 L/s, consultar cos servizos técnicos

CHAPAS VERTEDOIRO

Espesor 3 milímetros



Q < 1 L/s

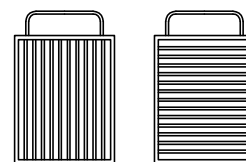
Q = 1 a 5 L/s

Q = 5 a 10 L/s

Cotas en milímetros

REIXAS

Barras de Ø 3mm e separación 50 milímetros

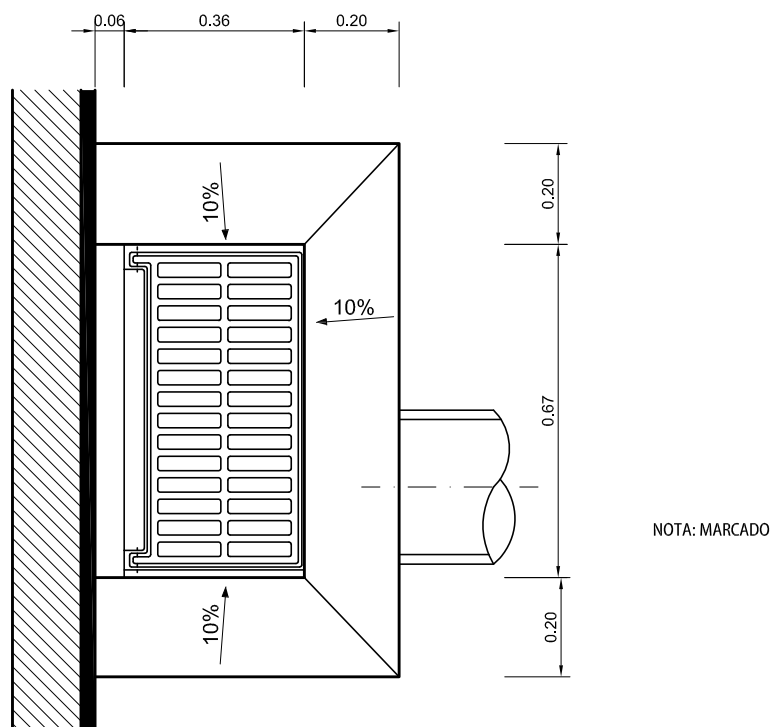
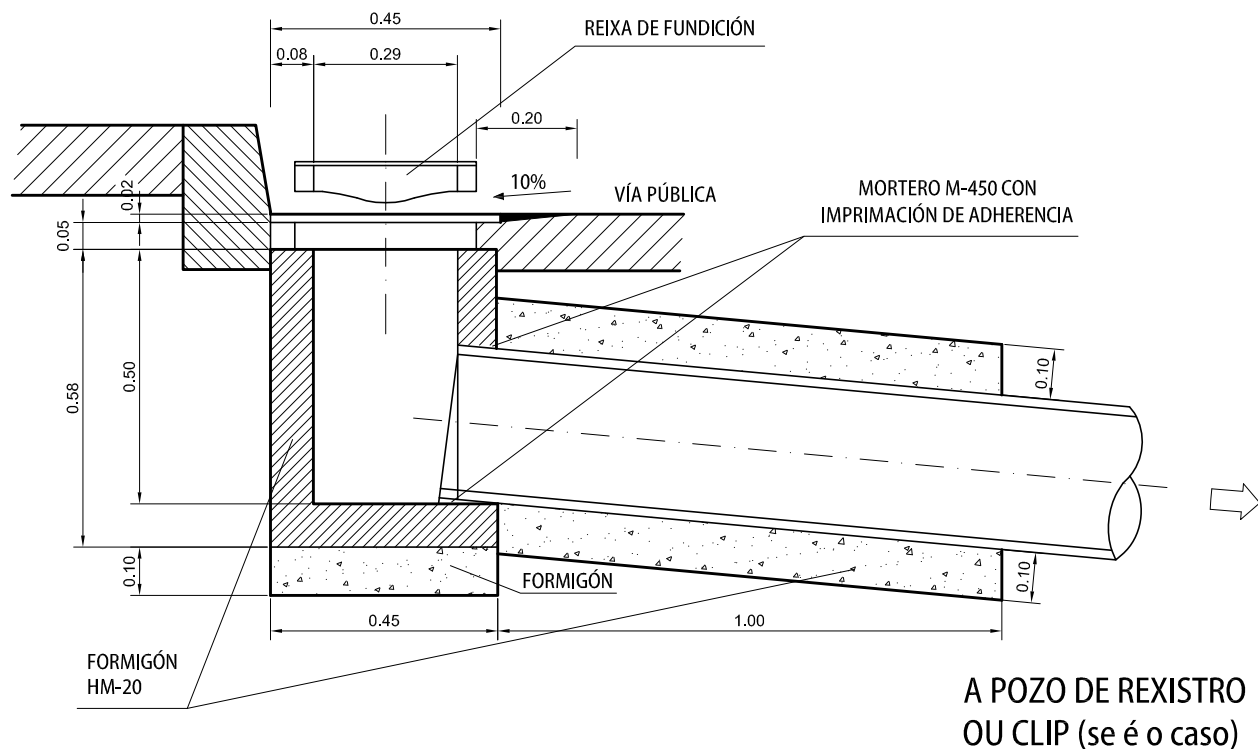


Vertical

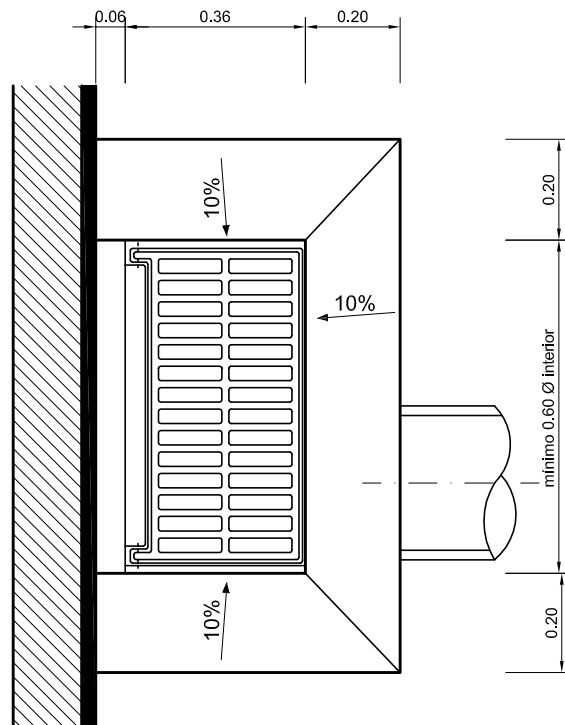
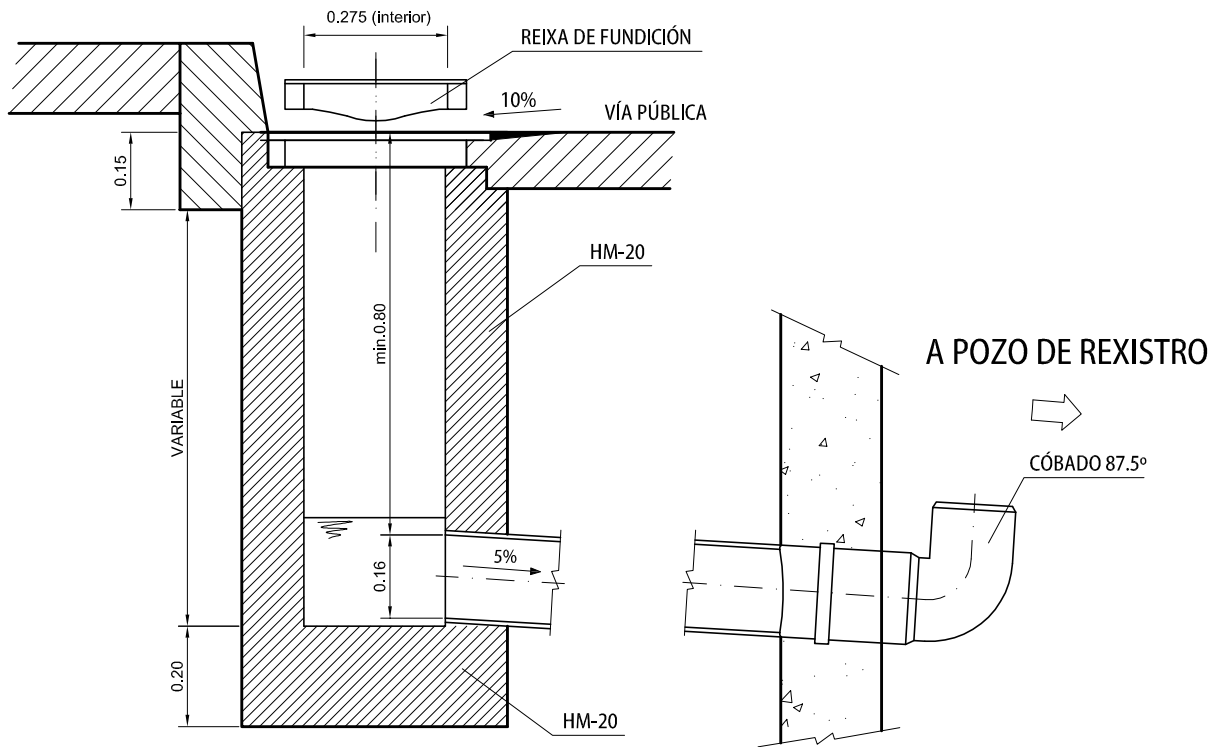
Horizontal

TÍTULO DO PLANO

Arqueta de toma de mostras e aforo de caudais

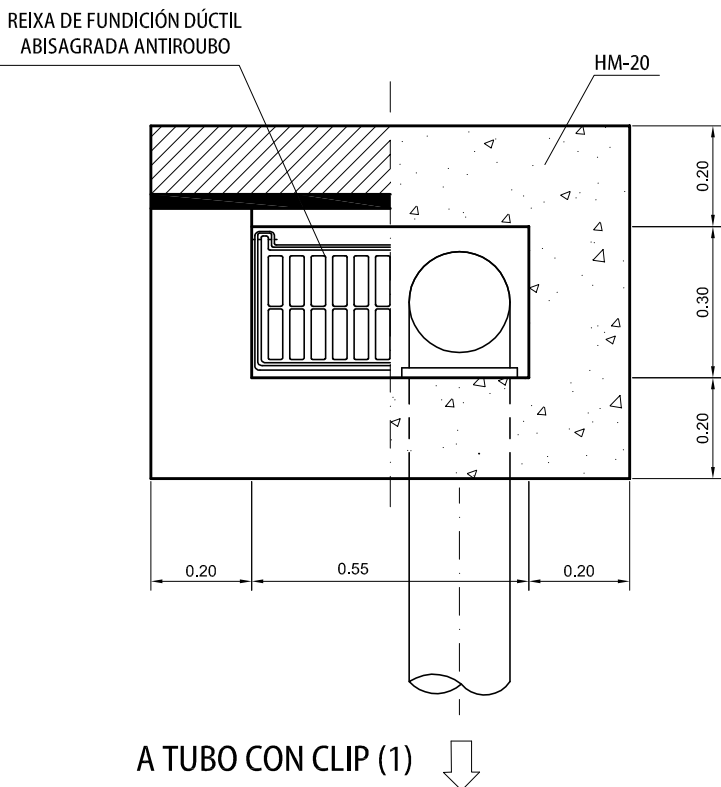
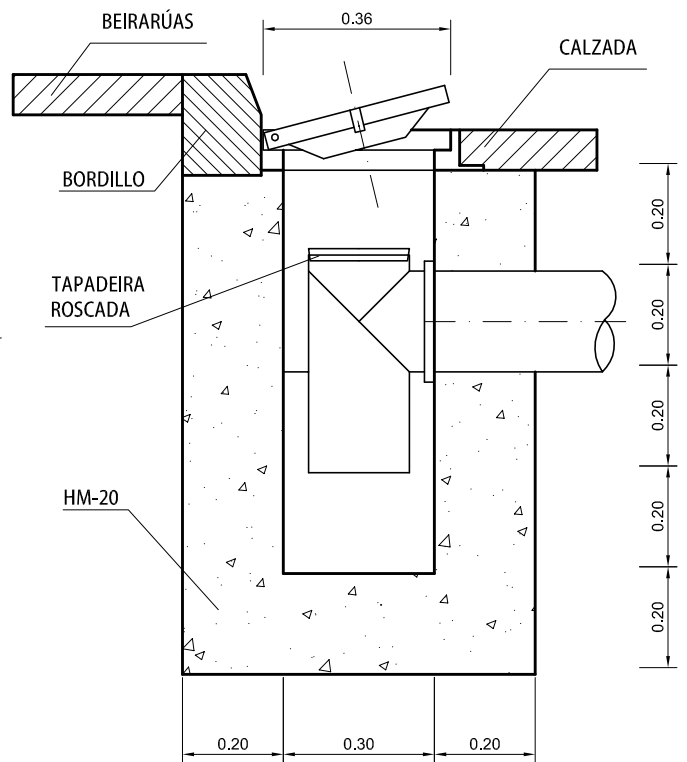
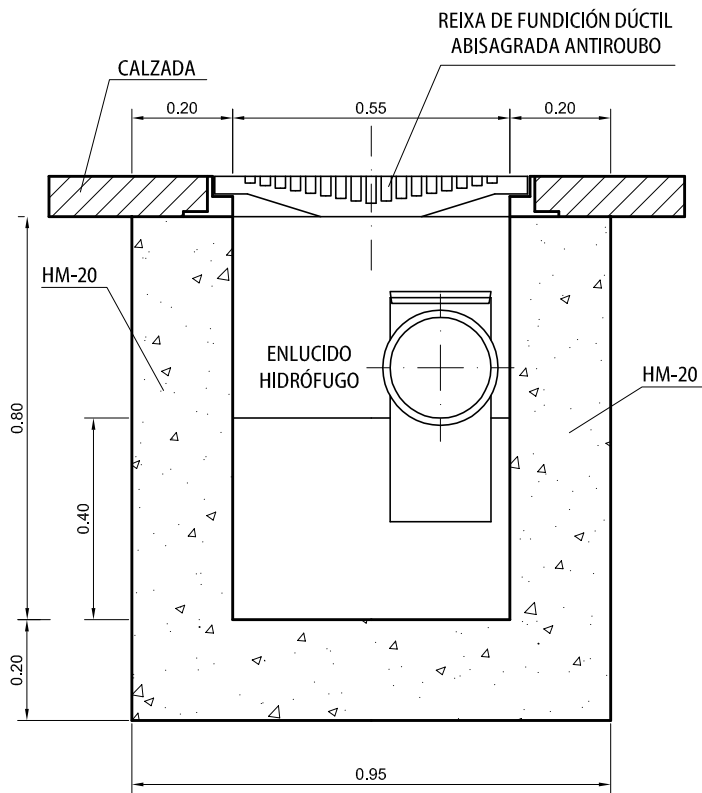


TÍTULO DO PLANO
Imbornais de rede separativa



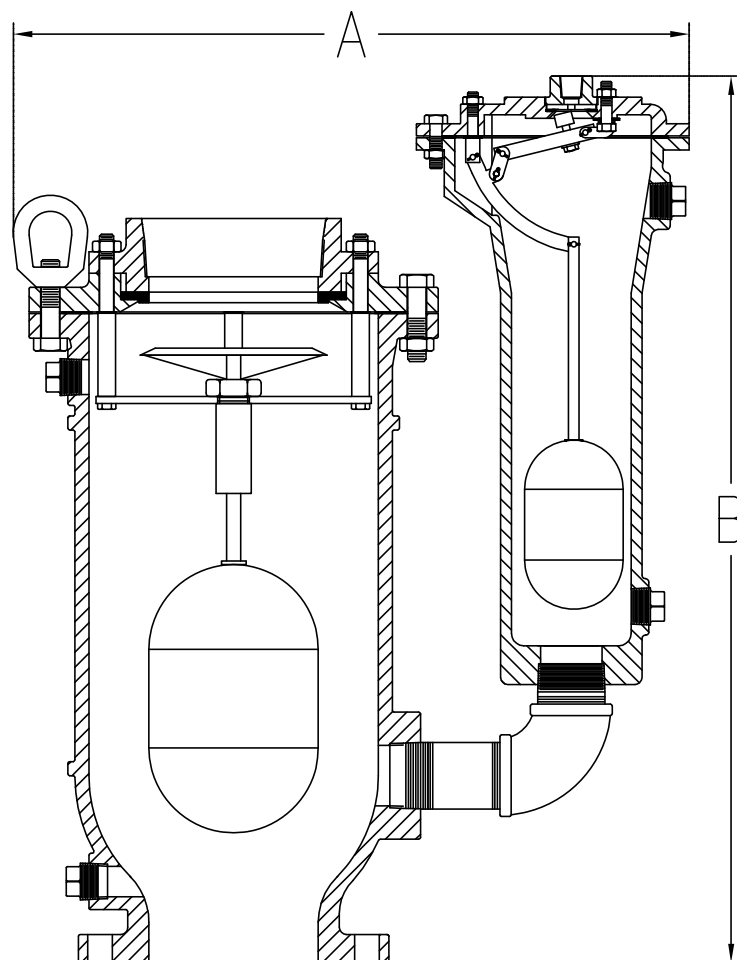
NOTAS	(1) O marcado da grella realizarase de acordo a norma UNE-EN 124
-------	--

TÍTULO DO PLANO
Imbornais de rede unitaria



NOTAS	
(1)	O marcado da grella realizarase de acordo a norma UNE-EN 124
(2)	Uso excepcional de non poder conectarse a pozo

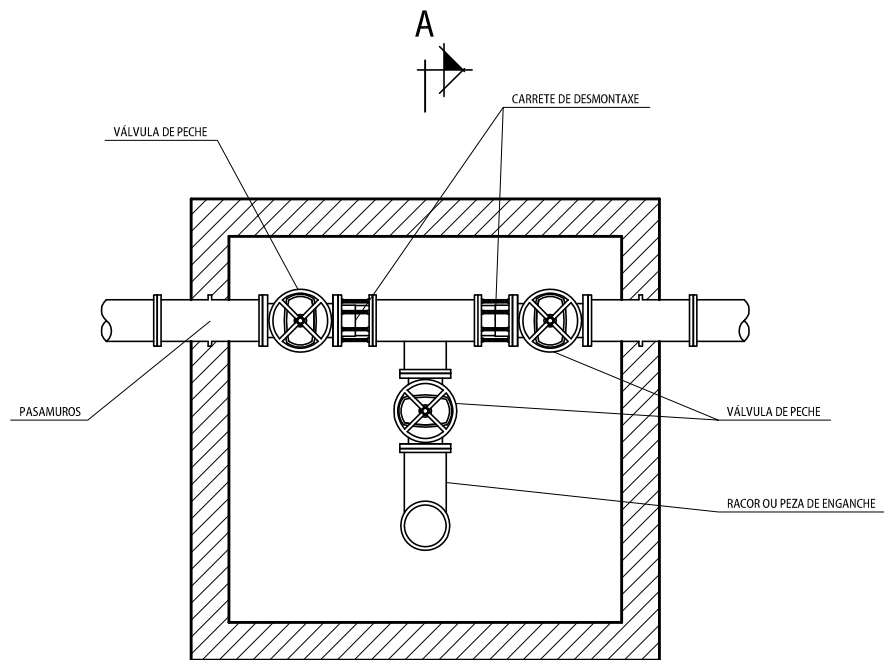
TÍTULO DO PLANO
Imbornais de rede unitaria, uso excepcional



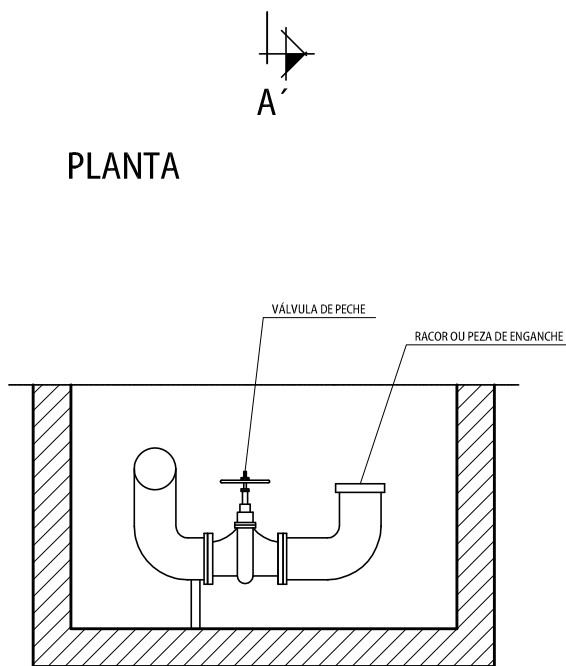
DN	COTAS		PESO
	A	B	
mm	mm	mm	kg
25	584	635	50
50	584	635	60
80	851	565	75
100	851	565	87
150	889	641	132
200	851	692	195

TÍTULO DO PLANO

**OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS.
VENTOSA: DIMENSIONES ORIENTATIVAS.**



PLANTA



SECCION A-A'

TÍTULO DO PLANO

OUTROS ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS.
Aloxamento para desague.

ITOHG-SAN-2/2

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE SANEAMENTO

TÍTULO	DESEÑO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS (SAN-2/2)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



DESEÑO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS (SAN-2/2)

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Esther M. Sánchez Briz (Augas de Galicia-Xunta de Galicia), Marta S. Santidrián Yebra-Pimentel (GEAMA-UdC), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data	Modificado por:	Obxecto da modificación

ÍNDICE

-
- 1.- OBXECTO
 - 2.- XEÑERALIDADES
 - 2.1.- Tipoloxías
 - 2.2.- Métodos de baleirado
 - 2.3.- Disposición de varios depósitos
 - 3.- ELEMENTOS PRINCIPAIS
 - 3.1.- Zona de entrada
 - 3.2.- Cámara
 - 3.3.- Elementos de limpeza
 - 3.3.1.- Limpadores basculantes
 - 3.3.2.- Comportas de descarga e sistemas de baleiro
 - 3.3.3.- Exectores hidráulicos fixos
 - 3.3.4.- Exectores hidráulicos xiratorios
 - 3.4.- Elementos de regulación
 - 3.4.1.- Comportas de parede
 - 3.4.2.- Válvulas de vórtice
 - 3.4.3.- Bombas
 - 3.4.4.- Outros sistemas de regulación
 - 3.5.- Aliviadoiros
 - 3.6.- Instalacións auxiliares
 - 3.6.1.- Clapetas
 - 3.6.2.- Sistemas de ventilación e desodorización
 - 3.6.3.- Redes auxiliares de electricidade e auga
 - 3.6.4.- Instrumentación, telesupervisión e telecontrol
 - 4.- EXPLOTACIÓN E MANTEMENTO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

- 1. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS
 - 1.1. PLANTA
 - 1.2. SECCIÓN
- 2. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS CON BOMBEO EN CÁMARA HÚMIDA
 - 2.1. PLANTA
 - 2.2. SECCIÓN
- 3. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS CON BOMBEO EN CÁMARA SECA
- 4. CÁMARA DE DERIVACIÓN PARA DEPÓSITOS FORA DE LIÑA

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

1.- OBXECTO

O obxecto da presente instrución é definir as características xerais dos depósitos construídos nos sistemas unitarios. En primeiro lugar presentaranse as configuracións máis habituais para posteriormente describir nos apartados posteriores detalladamente as partes que conforman estas infraestruturas.

2.- XEÑERALIDADES

2.1.- Tipoloxías

Como se comentou na ITOHG-SAN-1/0 e SAN-1/5, os depósitos executados no ámbito de aplicación destas Instrucións serán sistemas que se deseñarán para o control da contaminación asociada as augas pluviais, a través da redución do vertido directo destas augas o medio receptor.

A primeira clasificación que se pode facer dos depósitos fai referencia a súa ubicación na rede de drenaxe. Así, poden distinguirse entre depósitos "en liña" e "fora de liña" (CEDEX, 2007):

- Depósitos en liña (on-line ou en serie). Son aqueles que están situados na traza do colector de xeito que todo o fluxo circulante atravesa o depósito sen posibilidade de facer un by-pass do mesmo.
- Depósitos fora de liña (off-line ou en paralelo). Son aqueles que non están na traza do colector, ou se o están, dispoñen de un by-pass. A auga chega ó depósito a través dunha derivación na rede de drenaxe.

Na figuras 1 e 2 presentase un esquema de estas tipoloxías.

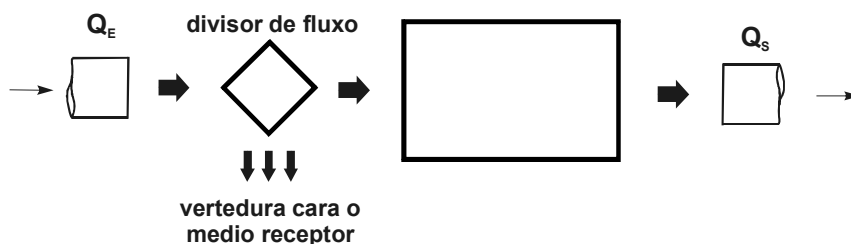


Figura 1. Esquema dun depósito en liña

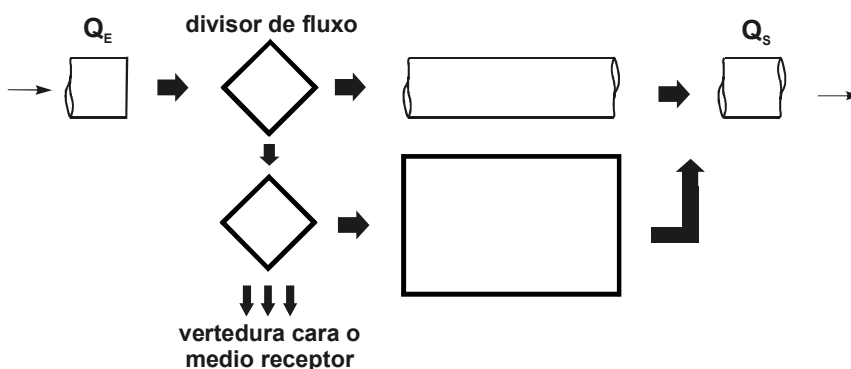


Figura 2. Esquema dun depósito fora de liña

Existe unha terceira disposición (Fig 3) que mistura as dúas tipoloxías anteriores, de forma que existe unha un compartimento que almacena certa cantidade de auga, e que unha vez cheo, desauga cara outro compartimento (fora de liña) que polo xeral almacena auga ata que remata a choiva. Posteriormente as augas retornarse á rede por gravidade ou por bombeo. Na seguinte figura presentase con dúas posibles disposicións do aliviadoiros cara o medio receptor.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

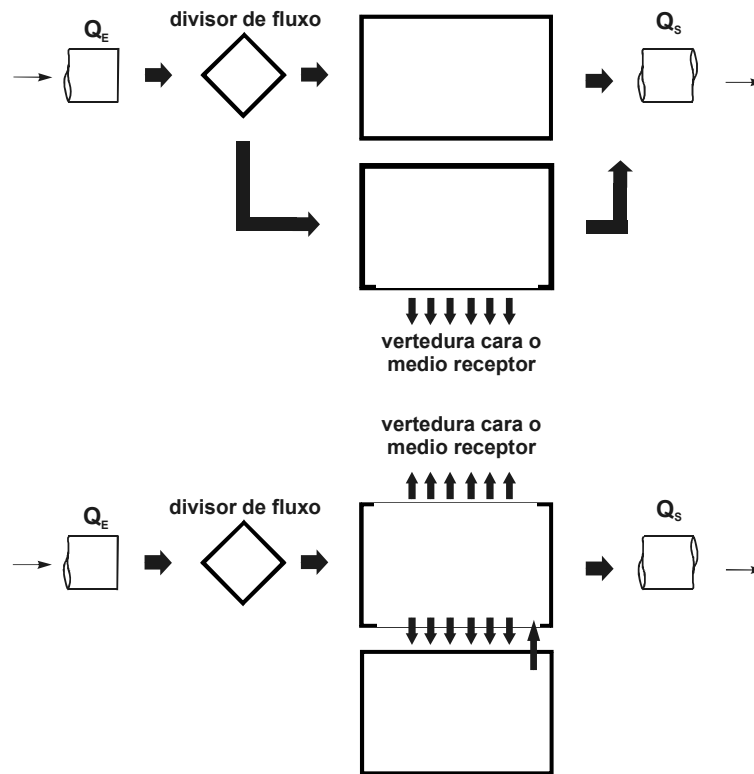


Figura 3. Esquemas dun depósito combinado. A disposición inferior é a tipoloxía máis empregada ata o momento en Galicia.

2.2.- Métodos de baleirado

Atendendo o método de baleirado dos depósitos unha vez finalizado o suceso de choiva, pódense distinguir entre :

- Depósitos con baleirado por gravidade. Todo o volume de auga almacenada no depósito ten cota suficiente para evacuarse por gravidade.
- Baleirado por bombeo. Nestes casos a cota de saída obriga a baleirar toda a auga cun sistema de bombeo.
- Baleirado mixto. Estes depósitos teñen corpos de almacenamento diferenciados. Os volumens que poden baleirarse por gravidade correspondense coas choivas máis frecuentes, mentres que para as choivas máis intensas deseñanse cámaras de enchido progresivo e baleirado con sistemas de impulsión. Cando o primeiro corpo se enche, a auga diríxese cara o segundo. Unha vez rematado a choiva, baleirase en primeiro lugar o primeiro corpo por gravidade e a auga do segundo corpo bombease cara este.

2.3.- Disposición de varios depósitos

Cando polas dimensións da cunca é necesario dispor de varios depósitos, estes poden colocarse en serie ou en paralelo.

Na **disposición en paralelo**, a área total da cunca distribúese en dúas ou máis áreas independentes, colocando ao final de cada unha un depósito (ver Figura 4). Esta disposición presenta unha serie de ventaxas:

- As augas residuais almacenadas sempre se conducen cara a EDAR
- Non existe interacción entre os depósitos
- O deseño de cada depósito é independente e libre
- O deseño hidráulico é máis sinxelo.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

O principal inconveniente desta tipoloxía son os custos de construción que son elevados.

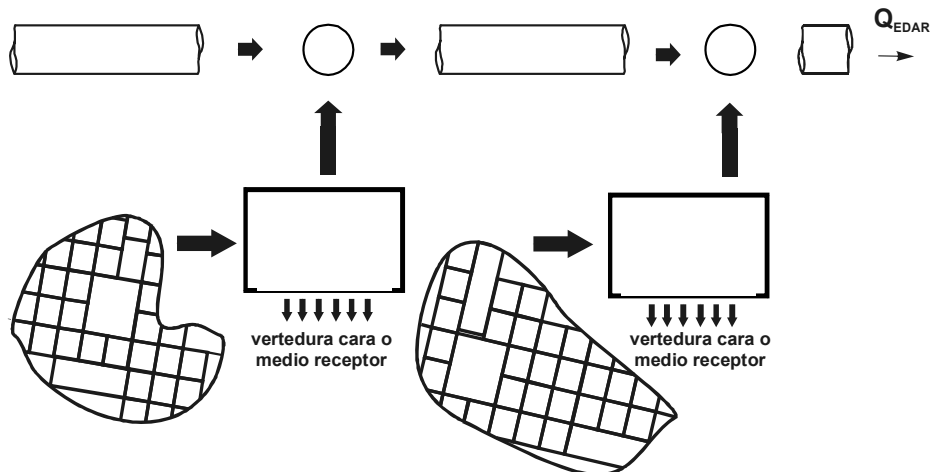


Figura 4. Disposición de depósitos en paralelo

Na **disposición en serie**, a cunca total divídese en subcunca dependentes xa que pola rede de saneamento circula auga da propia subcunca e da situada augas arriba (ver Fig. 5). Augas abaixo de cada subcunca ubícase un depósito.

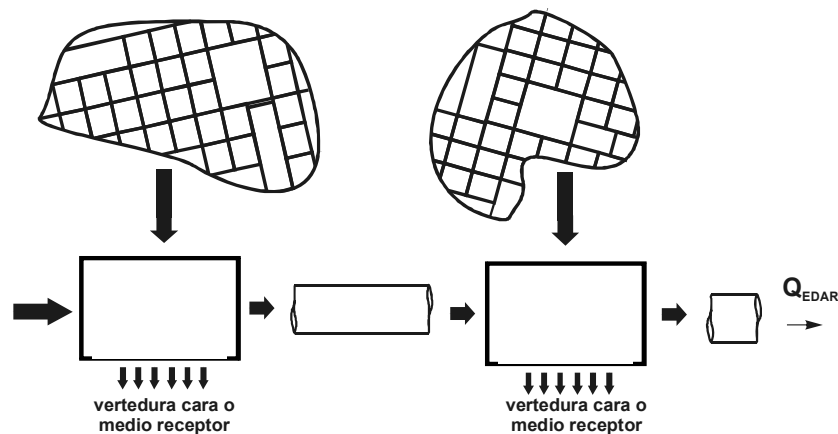


Figura 5. Disposición de depósitos en serie

Con esta disposición garantíase a eficiencia do funcionamento da rede de saneamento, en canto a que o caudal que chega a EDAR é sempre o que se envía a través do último depósito do sistema.

Sen embargo, presenta a principal desvantaxa radica na interacción entre os depósitos, que dificulta o deseño ambiental e hidráulico do sistema, polo que é necesario empregar métodos hidrolóxicos e hidráulicos que contemplan o tránsito de caudais (ver apartados 3.2 da ITOGH SAN 1/1e 5 da ITOGH SAN 1/3)

3.- ELEMENTOS PRINCIPAIS

Os depósitos deben estar dotados dunha serie de elementos que describen nos seguintes apartados. No esquema seguinte preséntanse cada unha das partes coas que conta un depósito tipo.

Tódolos depósitos contan dunha obra de entrada, un corpo (compartimentado ou non), unha obra de saída cun regulador de caudal, un aliviadoiro, un sistema de limpeza e de ventilación. Nos depósitos de maior envergadura disporanse ademais sistemas de desodorización, sistemas de telecontrol e/ou telemando.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

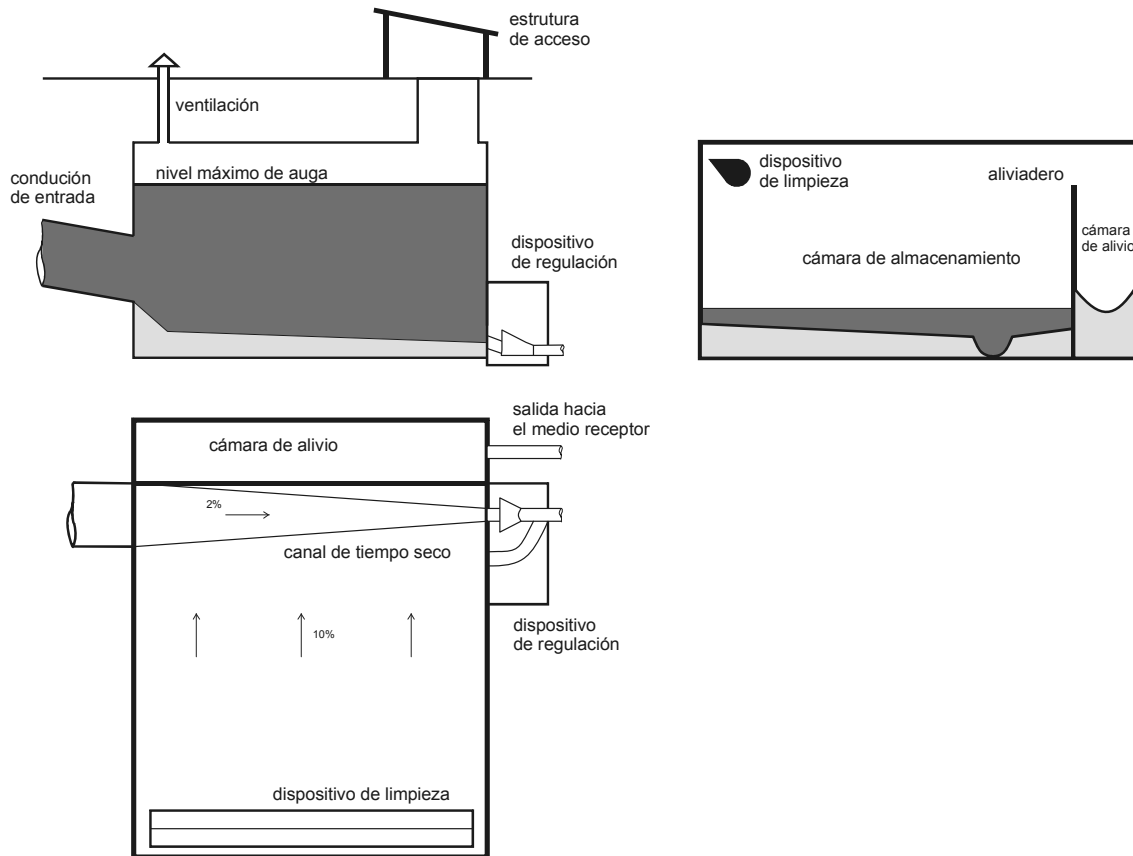


Figura 6. Esquema tipo dun depósito en liña dun único corpo.

3.1.- Zona de entrada

As obras de entrada son obras auxiliares necesarias cando se acomete a construción dun depósito. Nalgunhas ocasións as obras de entrada están alexadas do depósito e forman parte do sistema de regulación da infraestrutura (no caso de depósitos fora de liña).

Entre as estruturas de entrada poden distinguirse as seguintes. É preciso sinalar que estas obras non son necesarias en tódalas tipoloxías de depósito:

- Arquetas de reunión: que teñen como función unificar conducións. Dende esta arqueta conduce o caudal ata o depósito a través dunha tubaxe. A arqueta de reunión pode funcionar como un elemento de regulación nalgunhas tipoloxías de depósitos (se dispón dalgún elemento de regulación).
- Cámara de derivación, que ten como función a de interceptar as augas pluviais, durante os episodios de choiva, e dirixilas cara o depósito. En tempo seco deixa pasar a auga cara a rede de alcantarillado.
- Comporta de entrada. Este é un elemento opcional en arquetas de reunión, cámaras de derivación ou na propio colector de entrada que permite regular o caudal de entrada ao depósito ou incluso non permitir o paso de auga para realizar traballos de limpeza ou mantemento.
- Obra de entrada. Executase adosada ao depósito. Se o depósito é "en liña", é a propia rede a que entra ao depósito. Se o depósito é "fora de liña", o colector de entrada do depósito arranca dende a cámara de derivación.

Nalgúns casos na propia obra de derivación ou na obra entrada pode construírse un pretratamento para eliminar os sólidos e lixos de maior tamaño.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

3.2.- Cámara

Trala zona de entrada atópase o corpo ou cámara do depósito, que non é máis que zona de almacenamento de auga. Os depósitos son obras de fábrica construídas en formigón armado.

O corpo está limitada polos muros da infraestrutura, que definen a súa capacidade, e que soen ser unha construción poligonal subterránea, aínda que tamén poden atoparse depósitos con planta circular e tamén depósitos sen cuberta. Sen embargo, isto non é o usual.

En función do volume do depósito e tipoloxía construtiva o depósito pode ter un único corpo o estar compartimentado. A compartimentación realízase fundamentalmente poder asignar distintas funcións ás distintos cámaras do depósito, para facilitar a limpeza (ver apartado 3.3) ou porque o depósito constrúese con unha ou varias cámara fora de liña.

Polo fondo do depósito discorre a canle de tempo seco, que ten unha pendente de un 1% – 2%, e conduce as augas dende a obra de entrada ata o elemento de regulación de saída. O calado dos depósitos está habitualmente entre 2 e os 3 m, e a forma da planta adoita ser rectangular con relacións longo:ancho 2:1 e ata 3:1 para reducir a formación de curtocircuitos hidráulicos. Sen embargo, os parámetros xeométricos soen estar definidos pola dispoñibilidade de espazos para a construción destas estruturas.

Ademais, no corpo do depósito atópanse unha serie de sistemas auxiliares que, aínda que non interveñen na regulación, son dispositivos fundamentais para o correcto funcionamento dos mesmos. Estes son os sistemas de limpeza e desodorización.

3.3.- Elementos de limpeza

O sistema de limpeza é necesario para retirar ou evitar a acumulación de residuos e sedimentos, e a aparición de olores no depósito. Para realizar a limpeza é necesario o emprego de auga, polo que pode ser interesante examinar a posibilidade de empregar auga freática, de ríos, dalgunha TDUS que permitan a valorización de augas ou incluso empregando a propia auga que circula pola rede de saneamento.

A limpeza debe realizarse de forma automática, aínda que no depósito contaránse con tomas de auga para poder efectuar a conexión de elementos de limpeza manual (especialmente en pequenos depósitos). Como recomendación xeral non se empregara auga do abastecemento para a limpeza dos depósitos, optando por auga non apta para o consumo humano (augas residuais, augas rexeneradas, dunha TDUS,...)

A limpeza automática pode realizarse con varias tecnoloxías de limpeza entre as que destacan os limpadores basculantes (de volquete), as cámaras de descarga, limpeza con inxectores de auga a presión ou con sistemas de baleiro.

En xeral, e para facilitar os traballo de limpeza, o corpo do depósito divídese en carrís lonxitudinais coa pendente dirixida cara un carril transversal que recolle as augas e diríxeas ata a obra de saída. Nalgúns casos a disposición dos carrís é transversal, e as augas vértense directamente cara a canle de tempo seco (ver Figura 6).

Os carrís deben ter unha pendente mínima dun 1%, aínda que pendentes maiores son recomendables para facilitar a limpeza. Adoitan disporse paralelos entre si, separados por muretes baixos, que coinciden cos piares do depósito para que non interfiran co fluxo de auga. A lonxitude máxima dos carrís dependerá do sistema de limpeza seleccionado, como se verá a continuación.

3.3.1.- Limpadores basculantes

Os limpadores basculantes son tanques suspendidos cun eixo de xiro que en posición normal están en equilibrio. Cando se enchen de auga e alcanzan o seu volume de deseño, descéntrase o seu centro de gravidade e basculan xerando unha onda que barre os sedimentos depositados na soleira do depósito cara a parte máis baixa. Os limpadores deben instrumentarse con sondas de nivel para que se produza a limpeza do depósito despois de cada episodio de choiva.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

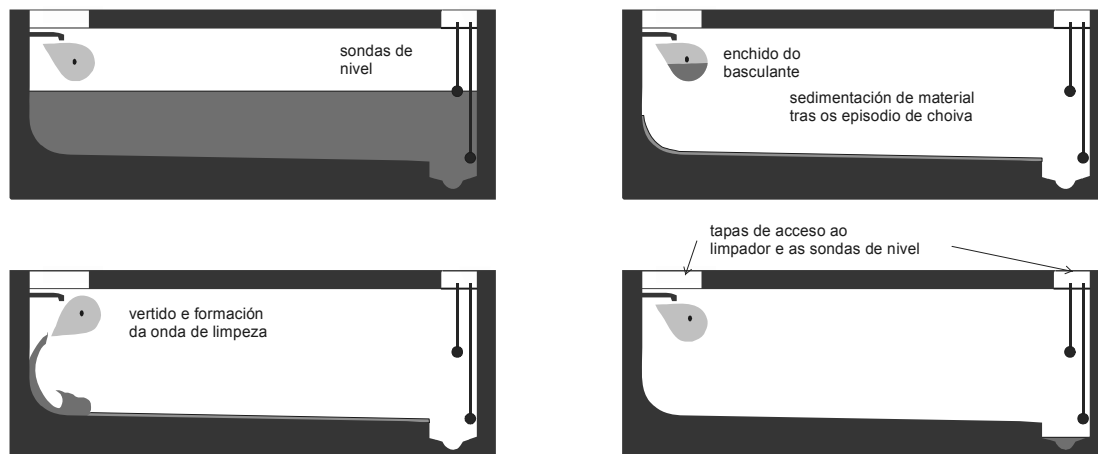


Figura 7. Esquema de funcionamento dun limpador basculante

Os parámetros de deseño son a lonxitude do carril a limpar, a súa pendente, a cota do limpador respecto da soleira. En función destes parámetros pode estimarse o número de litros por metro cadrado necesarios para que a onda xerada sexa eficaz. Valores habituais oscilan entre 200 e 2000 L/m². A lonxitude máxima dos carrís de limpeza está limitada a uns 50 m.

Consideracións construtivas

A canle de recollida de auga debe ter unha capacidade de alomenos 1.2 veces da volume do limpador, unha pendente lonxitudinal (na dirección da saída) dun 3% e unha profundidade mínima de 30 cm.

Outro aspecto fundamental destes dispositivos é que teñen que os paramentos do coro deben ter un moi acabado superficial. Así, a aresta do encontro entre o paramento e o muro do depósito situado debaixo do dispositivo debe ser curva, cun diámetro igual ao do basculante, para facilitar a formación da onda de limpeza. Tamén é fundamental unha execución coidadosa da soleira dos carrís, cun pulido das mesmas para reducir as perdas de rozamento.

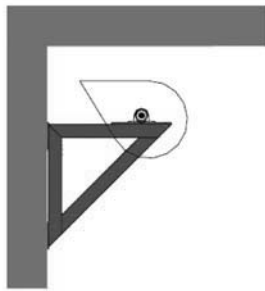
Os basculantes estarán construídos en aceiro inoxidable para que soporten as condicións agresivas dos depósitos (ANSI 304L ou 316L). Ademais, debe preverse unha tapa sobre os limpadores, tamén de aceiro inoxidable, para poder realizar a súa extracción se é necesario. Tamén se disporá dunha tapa de rexistro sobre os sensores de nivel para facilitar os traballos de mantemento dos mesmos (extracción e limpeza).

Os limpadores fabricanse en lonxitudes de ata 10 metros, aínda que é recomendable non empregar sistemas de máis de 6 m de anchura. Para anchos maiores os limpadores instálanse en paralelo. Neste caso deberán construírse muretes duns 20 cm que independizarán a acción dos basculantes. Nos dous primeiros metros os muros deben chegar ata a lousa superior, para poder ancorar os soportes dos limpadores, e posteriormente remataranse en pico, para reducir a acumulación de lixos. No tramo final de cada carril, pegado a canle de recollida, deixarase unha zona de 1 metro sen murete para facilitar o acceso entre carrís.

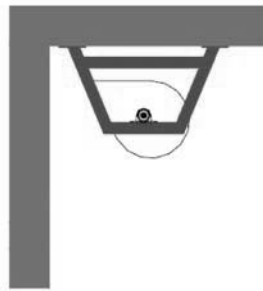
Soportes

Os soportes dos limpadores poden fixarse a parede posterior, a lousa superior ou aos muros laterais do depósito. Para reducir o mantemento do basculante, este debe instalarse por encima do nivel máximo de auga esperado, é dicir, por encima da cota de alivio.

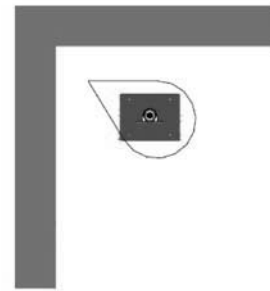
XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---



ancoraxe fixado
á parede posterior



ancoraxe fixado
á lousa superior



ancoraxe fixado
á muro lateral

Figura 8. Tipos de ancoraxe do sistema basculante

Elementos complementarios

Os elementos complementarios asociados a un limpador destas características son os seguintes:

- a) Un circuíto de enchido. O enchido do limpador realizase con auga freática, auga residual ou reutilizada, que se almacena nun pequeno depósito e posteriormente se bombea (ver Figura 9), ou da propia rede de abastecemento.

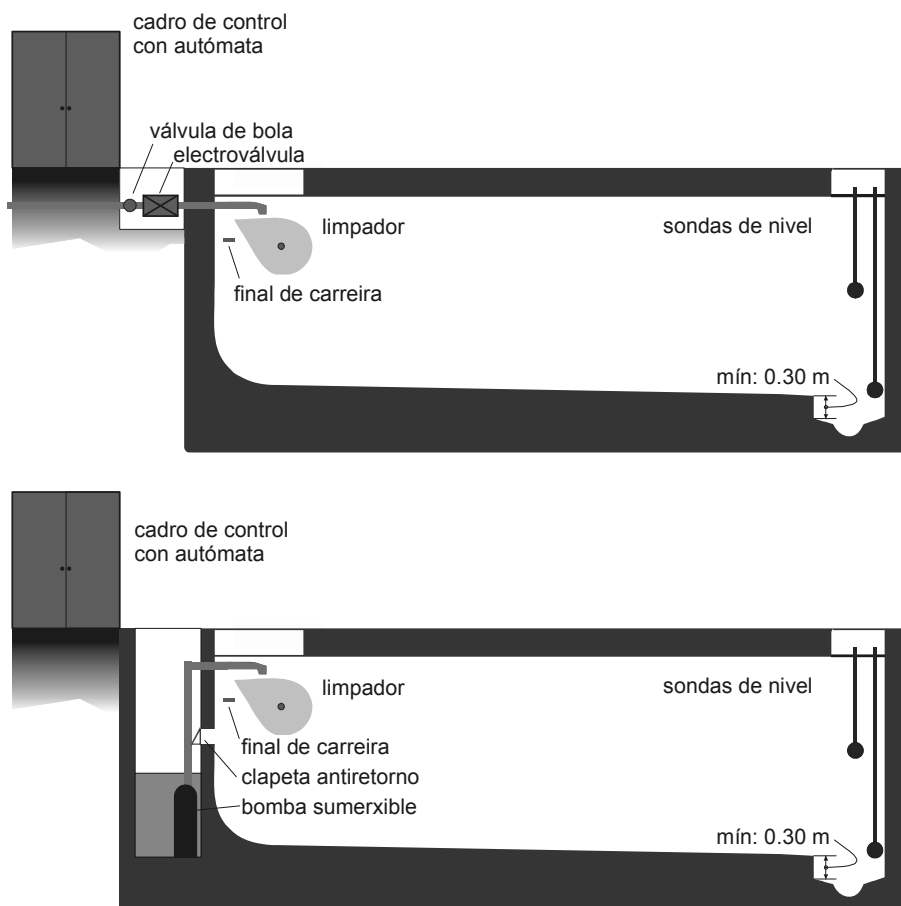


Figura 9. Esquemas do circuito de enchido dun limpador basculante.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Para o sistema de enchido a través da rede de abastecemento é necesario instalar unha electroválvula e unha válvula de peche (de bola) nunha arqueta situada fora do depósito ou na propia caseta de control do mesmo. Ademais, dispórase dun racor con válvula de bola para facilitar a conexión outras manguerías.

- b) O circuito de control está composto por un sistema de medida de niveis, un sensor inductivo de proximidade no basculante (final de carreira) e un autómata no que se configurarán os programas de limpeza. A medida de niveis pode realizarse con varios dispositivos como sensores de presión ou de ultrasonidos, boias ou sensores de conductividade. En calquera caso, a compatibilidade destes equipos con autómata do depósito e o eventual sistema de telecontrol quedará garantida.
- c) O depósito pode contar con sistemas de control e telesupervisión, segundo o indicado na Instrución ITOHG SAN-2/4.

3.3.2.- Comportas de descarga e sistemas de baleiro

A limpeza de depósitos con dispositivos de limpeza de cámaras de descarga ou sistemas de baleiro baseasen a liberación dunha onda de limpeza dende unha cámara de almacenamento adosada ao depósito. A diferenza fundamental entre ambos sistemas radica no xeito en que a auga é almacenada e posteriormente liberada para a limpeza.

Estes sistemas empregan auga do propio suceso para encher a cámara de almacenamento e contan coa vantaxe fronte os sistemas autobasculantes de poder empregarse en lonxitudes de ata 120 m (superiores aos 50 m, onde se atopa o límite dos limpadores basculantes).

COMPORTAS DE DESCARGA

As cámaras de descarga están compostas por unha ou varias comportas de aceiro inoxidable. Estas comportas, que se atopan abertas durante o comezo dun episodio de choiva, péchanse cando o nivel de auga comeza a subir. As comportas (ver Fig. 10) péchanse mediante a actuación dun sistema hidráulico que asegura o peche mediante uns garfios.

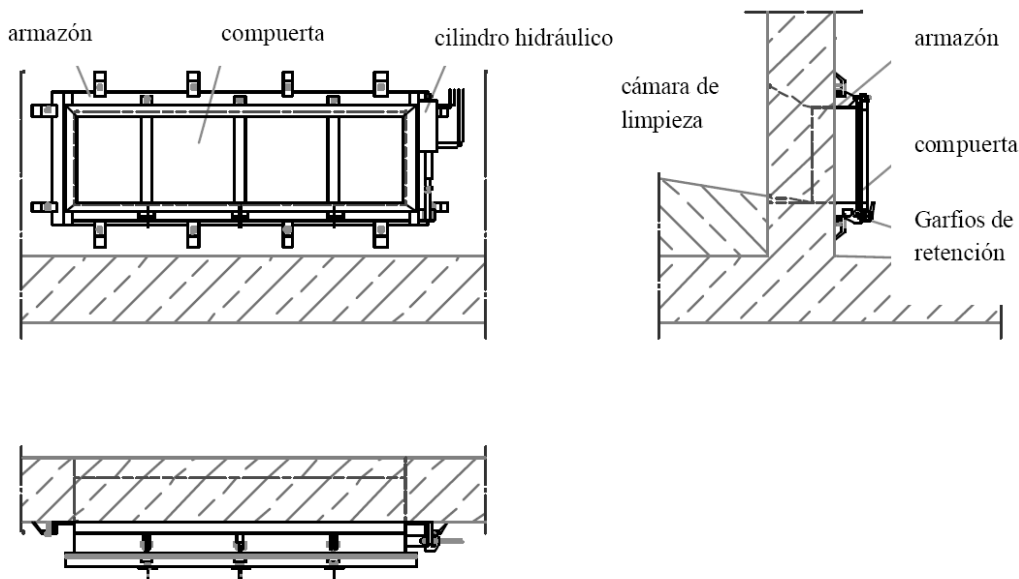


Figura 10. Esquemas dunha comporta de dunha cámara de descarga

A cámara de descarga échese a medida que o nivel do depósito sube, a través dunha capleta antiretorno instalada na cámara. Cando o depósito se baleira, o sensor de nivel envía unha sinal ao sistema de control, que mediante unha válvula de solenoide conecta a bomba hidráulica que libera os garfios de peche das comportas. Deste xeito, as comportas ábrense de golpe pola diferenza de presión entre a cámara e o depósito, liberándose unha onda de limpeza que barre o lixo sedimentado no chan do depósito.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

A continuación, as comportas péchanse a modo, e sempre despois dun tempo de retardo prefixado. Deste xeito redúcense os riscos de que sólidos ou flotantes queden atrapados entre a comporta e o sue marco.

As dimensións das comportas depende do ancho da zona a limpar, sendo o ancho máximo por comporta de 5 m. Para depósitos de anchos maiores é necesario empregar varias comportas, formando carrís de limpeza separados por muros de características similares aos empregados en sistemas basculantes.

Ademais, a cota superior do muro de separación das cámaras de descarga debe ser algo inferior ao muro fornal frontal. Deste xeito, se se produce un enchido desigual porque unha cámara faie, ao estar conectadas asegúrase un funcionamento homoxéneo do sistema.

SISTEMAS DE BALEIRO

Os sistemas de baleiro constan dunha cámara de limpeza na cabeceira de cada carril, dunha bomba de baleiro, unha bomba de diafragma e un senso rde nivel. Como xa se comentou, o funcionamento é similar ao das comportas de descarga, diferenciándose no sistema de captura do auga.

O funcionamento deste sistema esquematizasen a figura 11. En primeiro lugar, cando o depósito comeza a encherse durante o episodio de choiva, activase a válvula de diafragma e a bomba de baleiro comeza a succionar o aire da cámara de limpeza. Este auga é retida ata que pasa a choiva e o depósito se baleira. Unha vez rematado este proceso, romperse o baleiro da cámara de limpeza, formándose unha onda que barre a contaminación sedimentada no fondo do deposito.

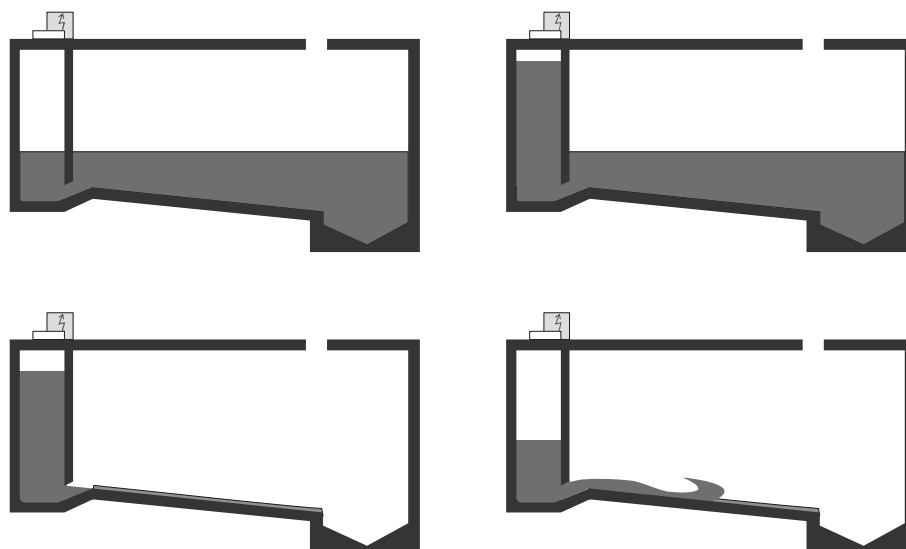


Figura 11. Proceso de limpeza cun sistema de baleiro.

Este sistema, como o de comportas de descarga, é máis eficaz cos limpadores basculantes para lonxitudes superiores aos 50 m e tamén pode aplicarse en depósitos circulares, colocando a cámara de limpeza no centro do depósito. Sen embargo, require dunhas instalacións e mecanismos que os limpadores basculantes non precisan.

Consideracións construtivas

Na cámara de limpeza almacénase a auga para posteriormente realizar o lavado do depósito. O seu volume é función da lonxitude a limpar, da altura de lámina dispoñible, ancho do depósito e pendente da solera. É moi importante que a cámara este moi ben rematada, xa que debe ser completamente estanca para que se poda realizar o baleiro.

A canle de recollida de auga debe ter unha capacidade mínima de 1.2 veces a capacidade do sistema. Se o depósito ten máis de 10 m de ancho é necesario realizar varias liñas e carrís de limpeza. É fundamental unha execución coidadosa da soleira dos carrís, cun pulido da mesma para reducir as perdas de carga por rozamento.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Cando se instalen varias liñas de limpeza deberán construírse muretes duns 20 cm que independizarán a acción dos sistemas. Nos dous primeiros metros os muros deben ter unha altura dun 1m, nos 2 primeiros metros dende o sifón, e posteriormente a altura pode reducirse ata os 20-30 cm. Os muretes remataranse en pico, para reducir a acumulación de lixos. No tramo final de cada carril, pegado a canle de recollida, deixarase unha zona de 1 metro sen murete para facilitar o acceso entre carrís.

Para que o sistema funcione dun modo óptimo debéra prestarse especial atención tamén a execución do sifón. Existen dúas variantes fundamentais, recollidas na figura 12, que se aplican a depósitos xa construídos (12-a) ou a depósitos de nova construción (12-b)

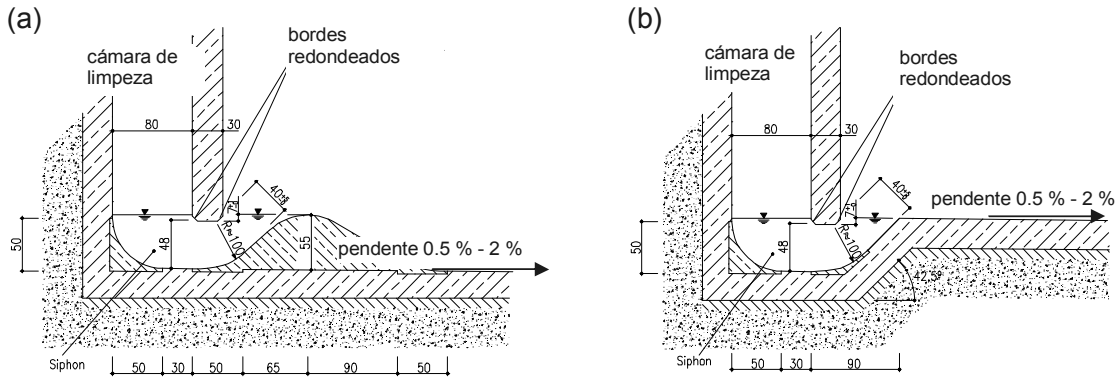


Figura 12. Esquemas de variantes na construción do sifón (Hidrostank).

Por último hai que sinalar que os sistemas de baleiro poden incluír un sistema auxiliar par ao enchido das cámaras de limpeza, de xeito que se poda limpa r o chan do depósito aínda quen on exista un episodio de choiva.

3.3.3.- Exectores hidráulicos fixos

Os exectores hidráulicos fixos son sistemas que non son propiamente sistemas de limpeza xa que a súa función e a de evitar a sedimentación da contaminación mentres que o tanque non se baleira. Estes dispositivos introducen aire e auga a presión preto do fondo, favorecendo a oxixenación e a mestura das augas e reducindo a decantación dos materiais máis grosos. Así, as augas chegan en mellores condicións aos sistemas de depuración augas abaixo.



Figura 13. Sistema de limpeza con exectores fixos (CEDEX, 2008).

O principal problema destes sistemas é o alto custo enerxético dos mesmos, xa que o seu radio de acción e duns poucos metros, polo que en grandes depósitos é necesario instalar moitos exectores. Cando se instalan, soen empregarse como sistemas auxiliares en combinación con outros sistemas de limpeza.

3.3.4.- Exectores hidráulicos xiratorios

Os exectores hidráulicos xiratorios (*jet cleaners* en inglés), ou bombas exectoras, consisten nunha bomba submerxible centrífuga equipada cunha lanza que propulsa unha mestura de auga con aire a gran velocidade sobre o fondo do depósito, producindo así o varrido do solera.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Estes sistemas poden empregarse para a remodelación de depósitos mal deseñados (soleras con pouca pendente ou pendente en varias direccións, con columnas que impiden ou reducen a eficacia de sistemas de xeración de ondas de limpeza) ou para o seu uso en depósitos de nova construción de planta circular ou rectangular. A súa principal limitación está imposta pola lonxitude de limpeza, xa que os chorros non son eficaces para lonxitudes maiores de 10-20 m.

Estes sistemas comezan a funcionar cando se produce o suceso de choiva. Inicialmente funcionan de forma estacionara, como un hidroexector fixo, mantendo os sedimentos en suspensión. Cando o nivel de auga comeza a deixar o fondo a descuberto, a lanza comeza a xirar automaticamente, varrendo toda a superficie a limpar (ver esquema de funcionamento na figura 14).

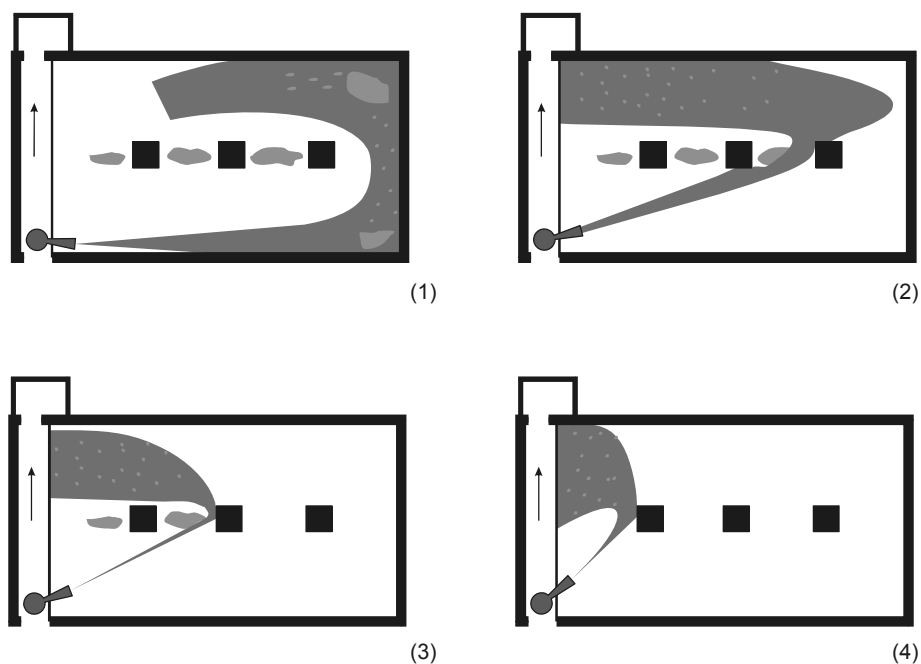


Figura 14. Esquema de funcionamento dun exector xiratorio.

A auga é bombeada dun pequeno pozo de achique ou da propia canle de tempo seco do depósito. Na vertical dos exectores é necesario instalar unha arqueta de acceso para facilitar as labores de mantemento e extracción do equipo.

3.4.- Elementos de regulación

Un elemento fundamental dos depósitos é o elemento de regulación do caudal enviado augas abaixo do mesmo. Existen fundamentalmente tres tipos de elementos de regulación:

- a) Comportas de parede.
- b) Válvulas de vórtice.
- c) Impulsións.

3.4.1.- Comportas de parede

Recoméndase o emprego de comportas de parede cando o caudal de saída do depósito sexa superior aos 100 L/s. As dimensións mínimas das mesmas recomendadas son 30 x 30 cm, sendo excepcionalmente de 20 x 20 cm.

As comportas de parede deben ser de aceiro inoxidable e constan dun soporte ancorado á parede polo cal se desliza a mesma. As comportas de parede adoitan a instalarse en cámara seca

A comporta permitirá o paso do caudal de saída do depósito Q_s , definido de acorde ao recollido nas ITOHG SAN 1/0 e SAN 1/5, cunha apertura que non será inferior aos 10 cm para unha lámina de auga situada ao nivel do

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

aliviadoiro de emerxencia. Nas mesmas condicións de apertura desaugará o caudal de tempo seco sen provocar remansos augas arriba no canal de aproximación.

En calquera caso, para obter unha regulación efectiva con válvulas de comporta, é imprescindible que contén con mecanismos de apertura e peche automatizados de tipo hidráulico ou eléctrico.

Estes dispositivos deben asegurar que os caudais enviados cara a EDAR teñan un valor máis ou menos constante. Para iso, a apertura debe estar controlado por un autómatas que regule a apertura da comporta en función do nivel de auga no depósito.

Unha alternativa as comportas de parede son as válvulas de guillotina. Estas válvulas instálanse en cámara seca e colócanse entre pasamuros embebidos no muro de formigón. Este tipo de válvulas poden accionarse con sistemas eléctricos ou incluso con flotadores.

Tanto como con comportas de parede como coas válvulas de guillotina é recomendable instalar un by-pass para permitir o baleirado do depósito para poder substituír o elemento regulador sen necesidade de interromper o fluxo de auga cara a EDAR.

3.4.2.- Válvulas de vórtice

Estes dispositivos de regulación recoméndanse para os depósitos máis pequenos, con caudais de saída inferiores a 100 L/s. A vantaxe deste tipo de elemento de regulación fronte á comporta é que non precisa mantemento nin supervisión.

A curva de cotas-caudais debe proporcionala o subministrador do sistema. O funcionamento destes dispositivos en sistemas unitarios para caudais de deseño inferiores aos 10 L/s pode verse comprometido por obstrucións ou atoamentos.

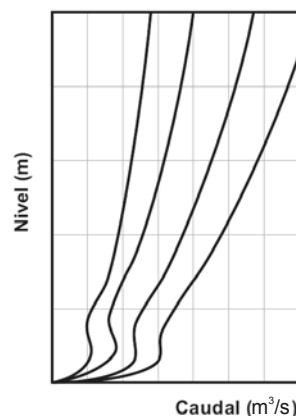


Figura 15. Fotografía dun vortex instalado en cámara seca (esquerda) e esquema da curva de gasto destes dispositivos (dereita).

Estes sistemas poden instalarse en cámara seca ou húmida, sendo o habitual empregar sistemas de cámara seca. Neste tipo de instalación o sistema colócase nunha cámara adosada ao depósito, denominada cámara de descarga.

As válvulas vortex están constituídas por un pasamuros, que pode ir embebido no formigón ou ancorado ao muro, unha válvula de guillotina e o sistema regular propiamente dito. O sistema complementase cun bypass constituído por un pasamuros, unha válvula de guillotina e un codo.

A cámara de descarga debe executarse seguindo as seguintes indicacións:

- Debe deixarse unha altura libre entre a cota de descarga do vórtice e a canle a media caña que envía as augas cara a EDAR ou o interceptor augas abaixo. Esta altura, proporcionada polo fabricante, é proporcional ao caudal de saída e serve para evitar o asolagamento da cámara de descarga.
- Na cámara de descarga executarase unha media caña para conducir as augas cara a EDAR. Tamén se deseñaran unhas cuñas para conducir as augas cara a media caña.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- A cota de instalación do by-pass é superior á da válvula de vórtice.
- Cando se deseñen os pasamuros debe terse en conta o diámetro dos volantes das válvulas de guillotina, para permitir a operación das mesmas.
- As dimensións da cámara dependerán do caudal de deseño, pero contarán cun tamaño mínimo de 2.5 x 2.5 m.
- Os pates de acceso á cámara ubícaranse preferiblemente no lado do by-pass, de xeito que ao abrir o mesmo, se poida saír da cámara coa maior celeridade posible en caso de inundación.
- Para facilitar as labores de mantemento deben executarse accesos pola parte superior da cámara de descarga e na canle central do depósito, preto do pasamuros do regulador.

3.4.3.- Bombas

Cando sexa necesario o emprego de impulsións nos depósitos das redes de saneamento unitario os equipos de bombeo instalaranse nunha cámara (corpo) independente –cámara de aspiración- (aínda que os equipos instalados vaian en cámara húmida).

Previa á cámara de aspiración instalaranse un elemento de protección dos equipos de bombeo. Estes sistemas, como grellas autolimpables ou trituradores de sólidos, deben deseñarse para evitar a acumulación de materiais na entrada da cámara de aspiración. Para iso deben disporse as instalacións necesarias para a retirada e almacenamento dos residuos. Na figura seguinte amósase un esquema da configuración típica dun depósito con bombeo para redes unitarias.

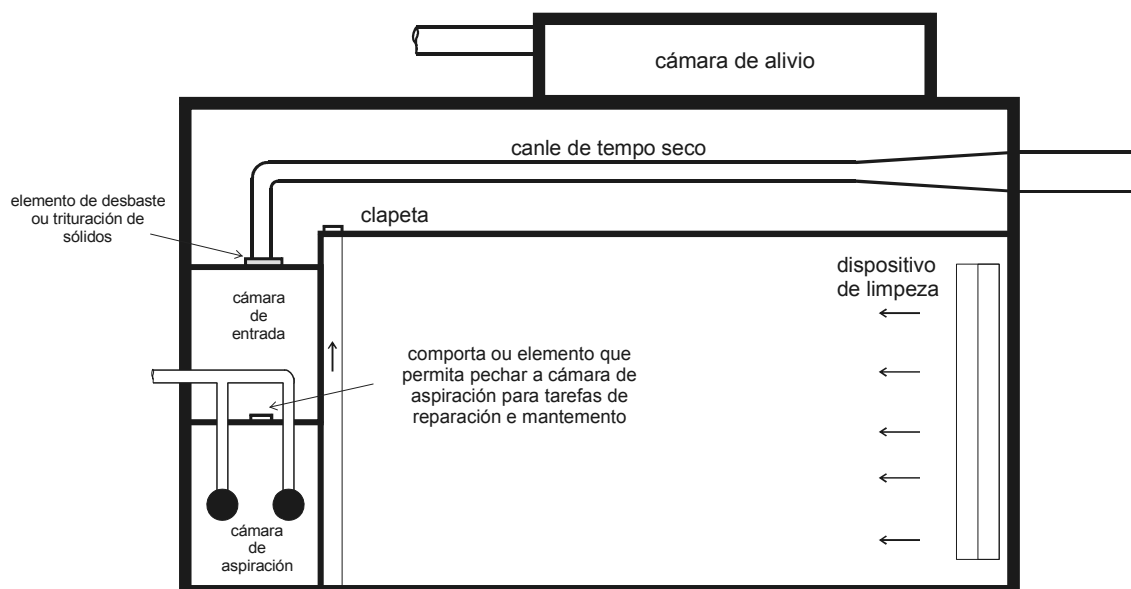


Figura 16. Esquema dun depósito de dúas cámaras con bombeo en cámara húmida.

A cámara de aspiración deseñarase de tal xeito que se poda acceder a mesma para a reparación e mantemento de equipos. Para iso contará cunha comporta na entrada para cortar o fluxo de auga cara as bombas. Ademais, contará cun oco na parte superior suficiente para poder proceder a substitución dos equipos de bombeo e os elementos auxiliares.

Nos planos 2.1 e 2.2 do anexo desta instrución atópanse un esquema da planta e sección dun depósito con bombeo. O resto de consideracións construtivas e de deseño das impulsións atópanse nas Instrucións SAN-1/6 e SAN-2/3.

3.4.4.- Outros sistemas de regulación

Cando os depósitos se constrúen fora de liña pode ser necesario realizar unha cámara cun dispositivo de regulación de caudais (coma unha válvula vortex) na conducción ou colector de saneamento que derive os caudais superiores aos de deseño da EDAR cara a infraestrua de regulación. Para estes casos, pode empregarse unha cámara de derivación sen regulación, xa que o volume de regulación atópase fora de liña, coma a esquematizada no Plano 4 do Apéndice de Detalles Construtivos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

3.5.- Aliviadoiros

Os elementos de alivio dos depósitos poden ser interiores, para mobilizar a auga entre os compartimentos interiores dos depósitos, ou de vertido. Tódolos depósitos deben contar forzosamente cun aliviadoiro de vertido cara o medio receptor.

Os aliviadoiros de vertido cara o medio receptor deben contar con sistemas para reducir a contaminación movilizada cara o medio. Nos depósitos poden instalarse os seguintes sistemas:

- a) Pantallas deflectoras. Este era ata o momento o sistema máis frecuente e consiste en colocar no labio do aliviadoiro una pantalla deflectora que evita a vertedura dos flotantes. O corpo da pantalla pode estar constituído de aceiro ou materiais plásticos (PRVF, polipropileno).

Os rendementos de eliminación de contaminación destes sistemas son insignificantes, polo que deben estar complementados con sistemas de tamicés e/ou cepillos. Incluso poderá prescindirse das pantallas antiflotantes.

- b) Sistemas de grellas autolimpables (tamicés) ou cepillos xiratorios. Estes sistemas non permiten o vertido de sólidos e flotantes superiores o tamaño de paso dos mesmos, aproximadamente uns 6 mm. Deben contar con sistemas de autolimpieza que asegure o correcto funcionamento.

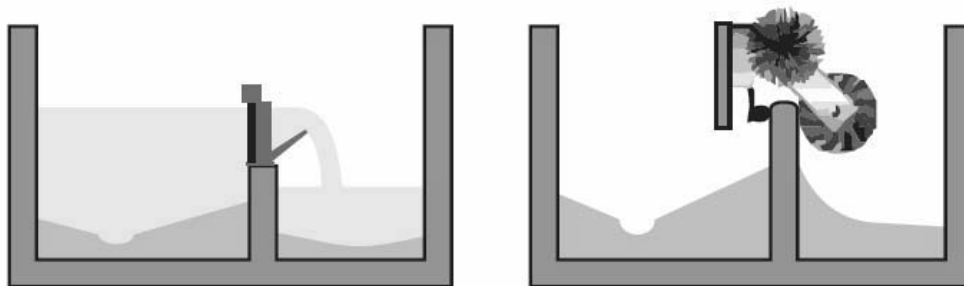


Figura 17. Sistemas de grellas autolimpables e pantallas flotantes con cepillos xiratorios.

Como se pode apreciar nos apéndices desta instrución, para depósitos de certo tamaño poderán instalarse estes dispositivos nos aliviadoiros interiores dos depósitos (entre os distintos corpos do depósito).

Como sucede co resto de elementos auxiliares dos depósitos, é preciso deixar un oco superior que permita o acceso e extracción dos sistemas antiflotantes e de grellas, para realizar labores de mantemento e reparación.

3.6.- Instalacións auxiliares

Os depósitos deben estar equipados cunha serie de elementos auxiliares para o seu correcto funcionamento.

3.6.1.- Clapetas

Nos depósitos de pluviais as clapetas instálanse para facilitar o baleirado entre as cámaras que o conforman, imposibilitando que auga circule en sentido contrario. As clapetas serven para illar o fluxo entre compartimentos, evitando que todos se enchan simultaneamente. Deste xeito, non será necesario cada compartimento tralos pequenos episodios de choiva.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

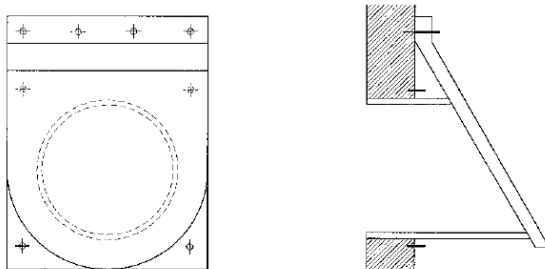


Figura 18. Esquema dunha clapeta antirretorno

Nalgunhas ocasións será necesario instalar clapetas anti-marea no sistema de alivio ao medio receptor se se prevén crecidas ou variacións do nivel que poidan permitir a entrada de auga cara o depósito.

3.6.2.- Sistemas de ventilación e desodorización

Xa sexa forzada ou natural, os estanques deben contar cun sistema de ventilación que asegure un número de renovacións do aire por hora suficientes para o nivel de uso de cada estancia. Se o sistema se atopa nun entorno urbano pode ser necesario a instalación dun sistema de desodorización.

3.6.3.- Redes auxiliares de electricidade e auga

A rede eléctrica dos depósitos dimensionarase para que alimente a tódolos elementos do mesmo: bombeos, comportas, electroválculas e iluminación. Para aumentar a seguridade e asegurar o corrector funcionamento dos depósitos é recomendable instalar un grupo electrógeno.

Debe deseñarse unha rede de iluminación axeitada para os locais auxiliares e para o interior do propio depósito.

Tamén se instalará unha rede de auga a presión para alimentar os instalación de limpeza do depósito. Deixaranse puntos de acceso para a instalación de manguerías de limpeza manual.

3.6.4.- Instrumentación, telesupervisión e telecontrol

Non é posible entender unha obra da importancia económica dun depósito sen un sistema de control, imprescindible para que o depósito poida cumprir o seu cometido.

Na ITOHG SAN 2/4 atopase unha descrición das estratexias de xestión integral dos sistemas de saneamento así dos principais compoñentes dos sistemas de telecontrol e telemando nas redes de saneamento.

A continuación indícanse os sistemas que se deben dispor obrigatoriamente, como mínimo, nos depósitos das redes unitarias:

- Sensores de nivel. Deben instalarse no interior de depósito para coñecer o nivel de cada cámara así como os dos puntos críticos do mesmo. A información proporcionada polos sensores de nivel debe permitir coñecer en todo momento o nivel do depósito, o caudal de entrada e saída do depósito e tamén se está a producir unha vertedura.
- Detectores de gases.
- Detectores de intrusión e cámaras de CCTV naqueles depósitos que teñan unha xestión centralizada.

Ademais, instalaranse armarios eléctricos e cadros de control deseñados para posibilitar o control manual de tódolos dispositivos de depósito (elementos de limpeza, comportas, bombas,...). O depósito contará cun centro local ou remoto onde se poida controlar cun ordenador, e co software axeitado, os parámetros e consignas de funcionamento (ciclos de limpeza, regulación de curvas de gasto, sistema de ventilación, etc.).

Este centro de control debe ter a capacidade de almacenar e/ou enviar a información rexistrada polos dispositivos cos que este instrumentado o depósito ao xestor/explotador do mesmo. A información mínima a almacenar será a relativa aos niveis das cámaras, caudais circulantes e as eventuais verteduras.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

4.- EXPLOTACIÓN E MANTEMENTO

Os depósitos deben contar con locais específicos para permitir as labores de xestión e mantemento dos mesmos. O tamaño destes locais axeitárase ao tamaño do depósito. En xeral, un gran depósito pode contar cun almacén, unha sala de control, unha cámara seca para os grupos oleohidráulicos de accionamento das comportas, grupos de presión, bombas de baleiro, vestiarios e lavabos.

Un elemento moi importante para a correcta explotación dos depósitos son os elementos de acceso, xa sexan para persoas ou materiais e equipos. Debe poder accederse a solera do depósito, as súas instalacións, e ademais deben disporse as tapas e elementos necesarios para poder realizar a extracción dos equipos.

Tamén se instalarán outros elementos complementarios como barandillas, pates, tramex, cadeas de seguridade, etc. Estes elementos deberán cumprir as especificacións recollidas na ITOHG SAN - 2/1, se ben tódolos elementos que instalen no interior do depósito serán resistentes á corrosión, de aceiro inoxidable ou material plástico.

Os depósitos estarán sometidos a ambientes de funcionamento moi severos, polo que será necesario realizar inspeccións rutinarias para asegurar o seu correcto funcionamento. A frecuencia de inspección dependerá da complexidade da instalación e do nivel de telecontrol e telesupervisión da mesma.

As primeiras visitas de inspección deben realizarse trala construción e posta en funcionamento do depósito, xa que as primeiras choivas poderían arrastrar restos da propia execución das obras.

É recomendable xerar unha lista de chequeo para sistematizar as labores de inspección e mantemento, así como levar un rexistro histórico que inclúa datas, horas, nomes dos inspectores e os datos da inspección. Este rexistro complementarase cun rexistro histórico coas principais parámetros de funcionamento hidráulico (número de verteduras, data, volume e duración da vertedura, precipitación asociada ao suceso de choiva) así como coas principais incidencias (atoamentos, problemas de funcionamento).

Esta información facilitará as labores de xestión, permitindo identificar tendencias a longo prazo e minimizar os problemas de funcionamento.

En cada visita recoméndase que o inspector realice as seguintes tarefas:

- Comprobar a instalación eléctrica
- Examinar o funcionamento de bombas, comportas e desaugadoiros.
- Comprobar que as saídas non se atopen obstruídas
- Examinar os sedimentos acumulados no depósito
- Inspeccionar o sistema de distribución de auga
- Buscar zonas con condensación e/ou corrosión.
- Analizar a lubricación e suciedade dos elementos móbiles dos mecanismos do depósito: roscas, rodets dos limpadores basculantes (unha vez ao ano, e se quedan sumerxidos inmediatamente despois da inundación), comportas, etc..
- Limpeza da suciedade acumulada en sondas de nivel, escadas, pantallas antiflotantes, ...

Como xa se comentou, tódalas partes do depósito deben ser accesibles para realizar estes traballos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

CEDEX (2007). *Guía técnica de sobre saneamiento y drenaje urbano*. CEDEX. Ministerio de Fomento. Madrid. 634 pp.

CEDEX (2008). *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Monografías Nº 98. Ed. J. Puertas, J. Suárez y J. Anta. CEDEX. Ministerio de Fomento. Madrid. 600 pp.

López, B. (2007). *Estanques de Tormenta*. TecnoAmbiente. Vol 17. Nº 175.

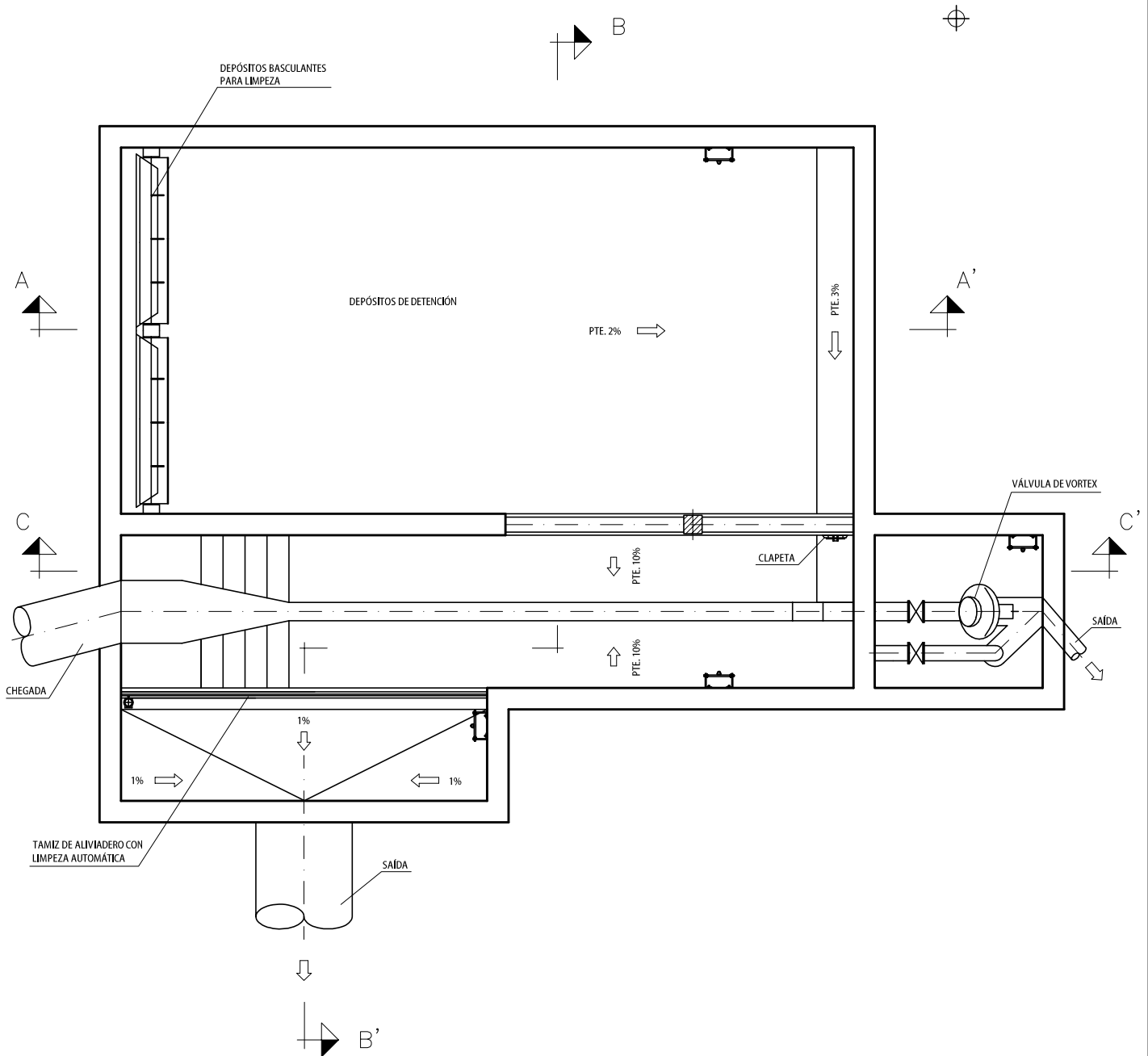
Ayesa, A. (2007). *Tanques de Tormenta*. Equipos. Revista Retema Medio-Ambiente.

Hydrostank (2008). Catálogo Hidráulica. Hydrostank.

ANEXO

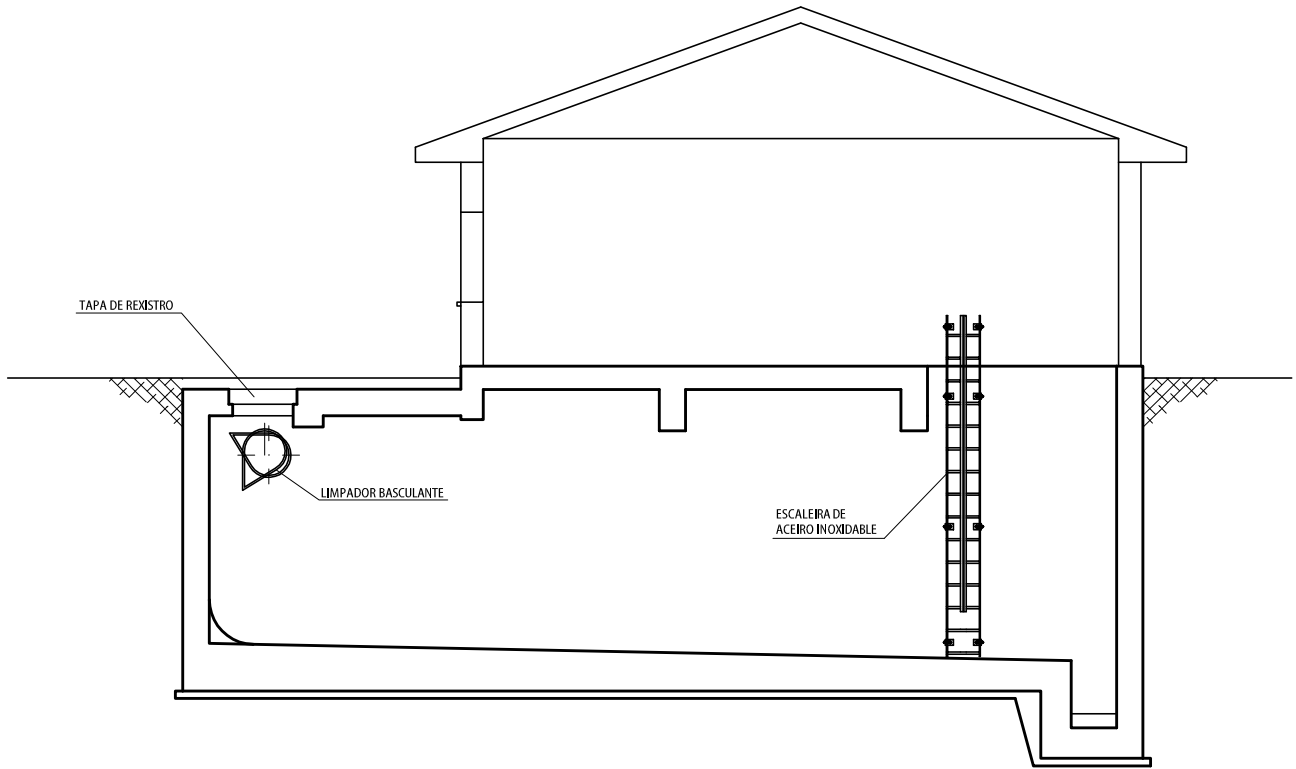
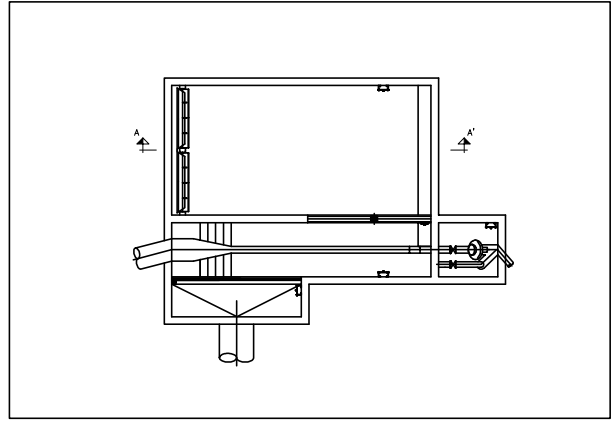
DETALLES CONSTRUTIVOS

- 1. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS**
 - 1.1. PLANTA**
 - 1.2. SECCIÓNS**
 - 1.2.1. SECCIÓN A-A'**
 - 1.2.2. SECCIÓN B-B'**
 - 1.2.3. SECCIÓN C-C'**
- 2. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS CON BOMBEO EN CÁMARA HÚMIDA**
 - 2.1. PLANTA**
 - 2.2. SECCIÓN**
- 3. ESQUEMA DUN DEPÓSITO DE DETENCIÓN-ALIVIADOIRO DE DÚAS CÁMARAS CON BOMBEO EN CÁMARA SECA**
- 4. CÁMARA DE DERIVACIÓN PARA DEPÓSITOS FORA DE LIÑA**



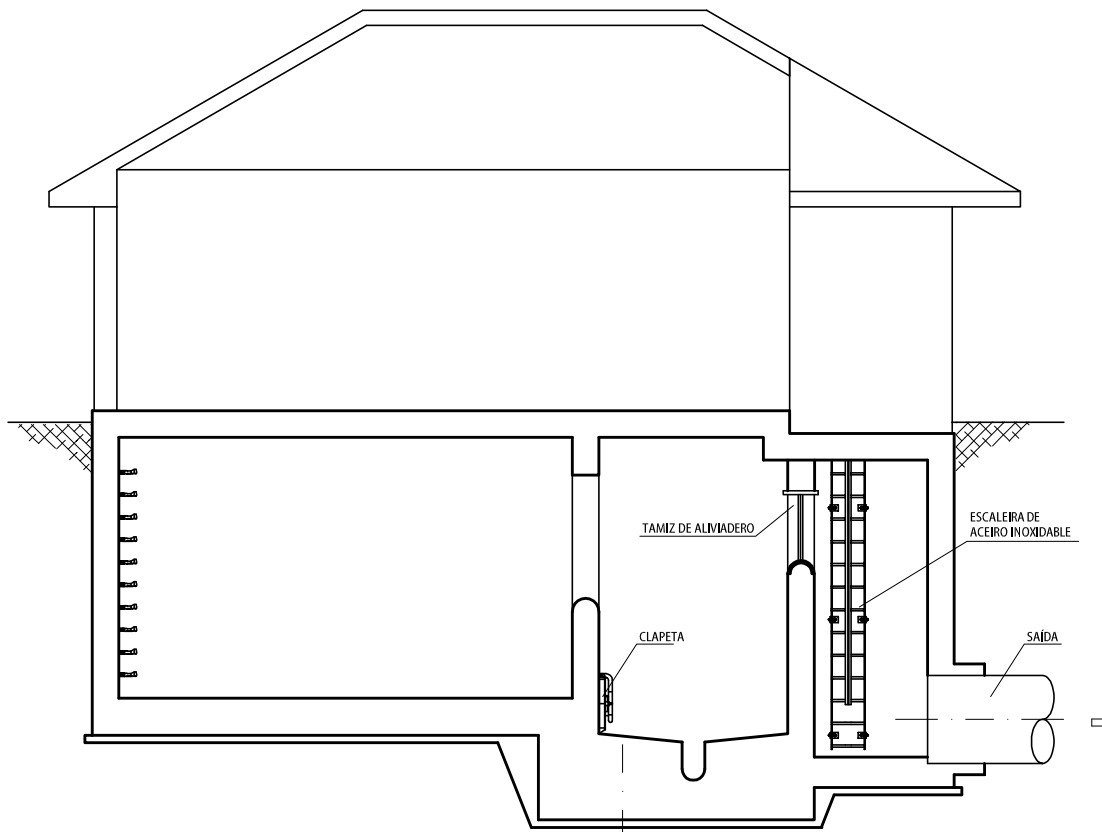
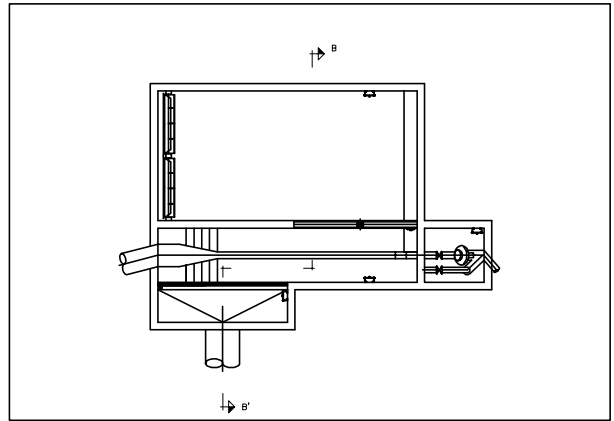
TÍTULO DO PLANO

Esquema dun depósito de detención - aliviadero con dúas cámaras Planta



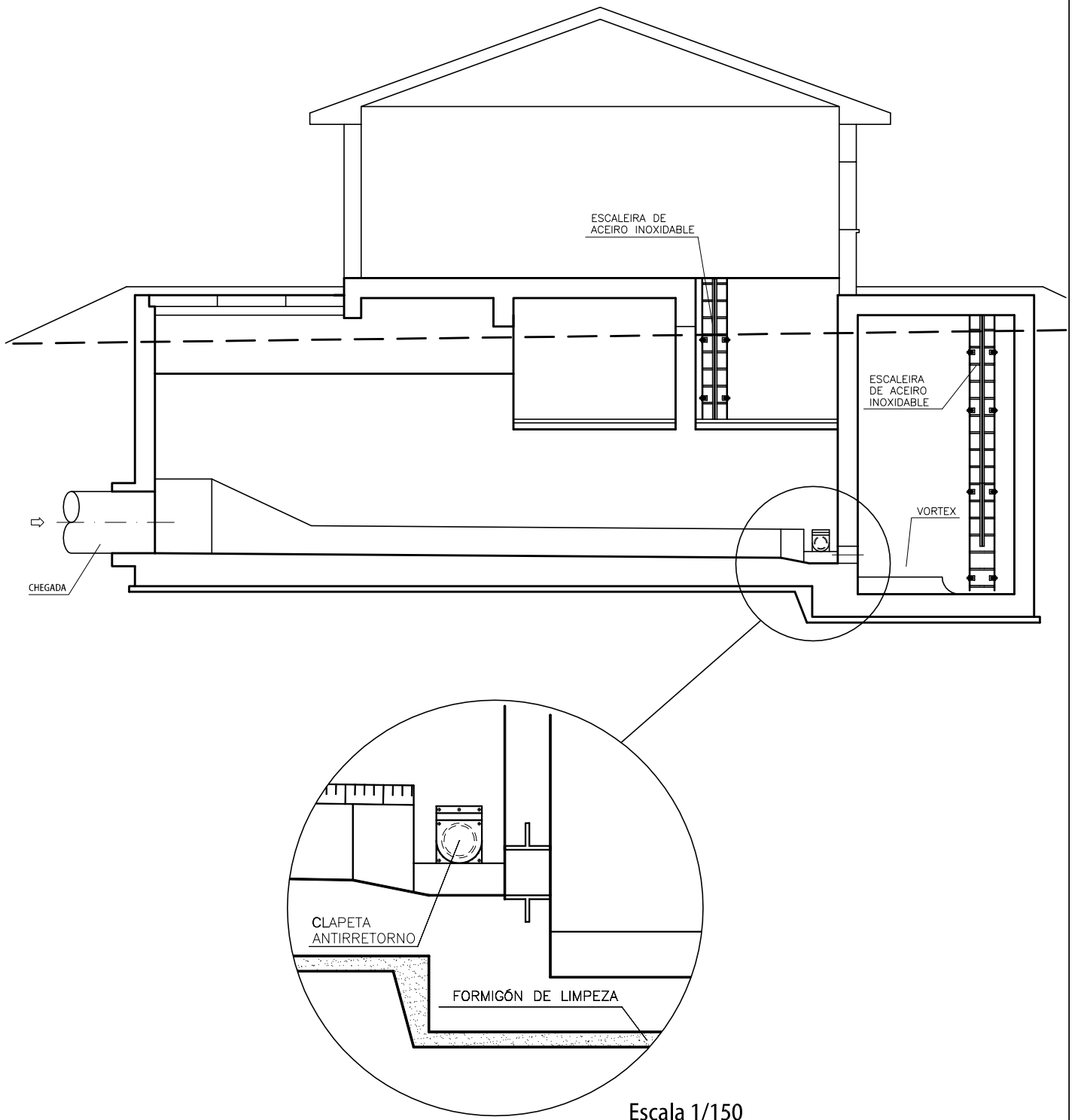
TÍTULO DO PLANO

Esquema dun depósito de detención - aliviadero con dúas cámaras
Sección A-A'



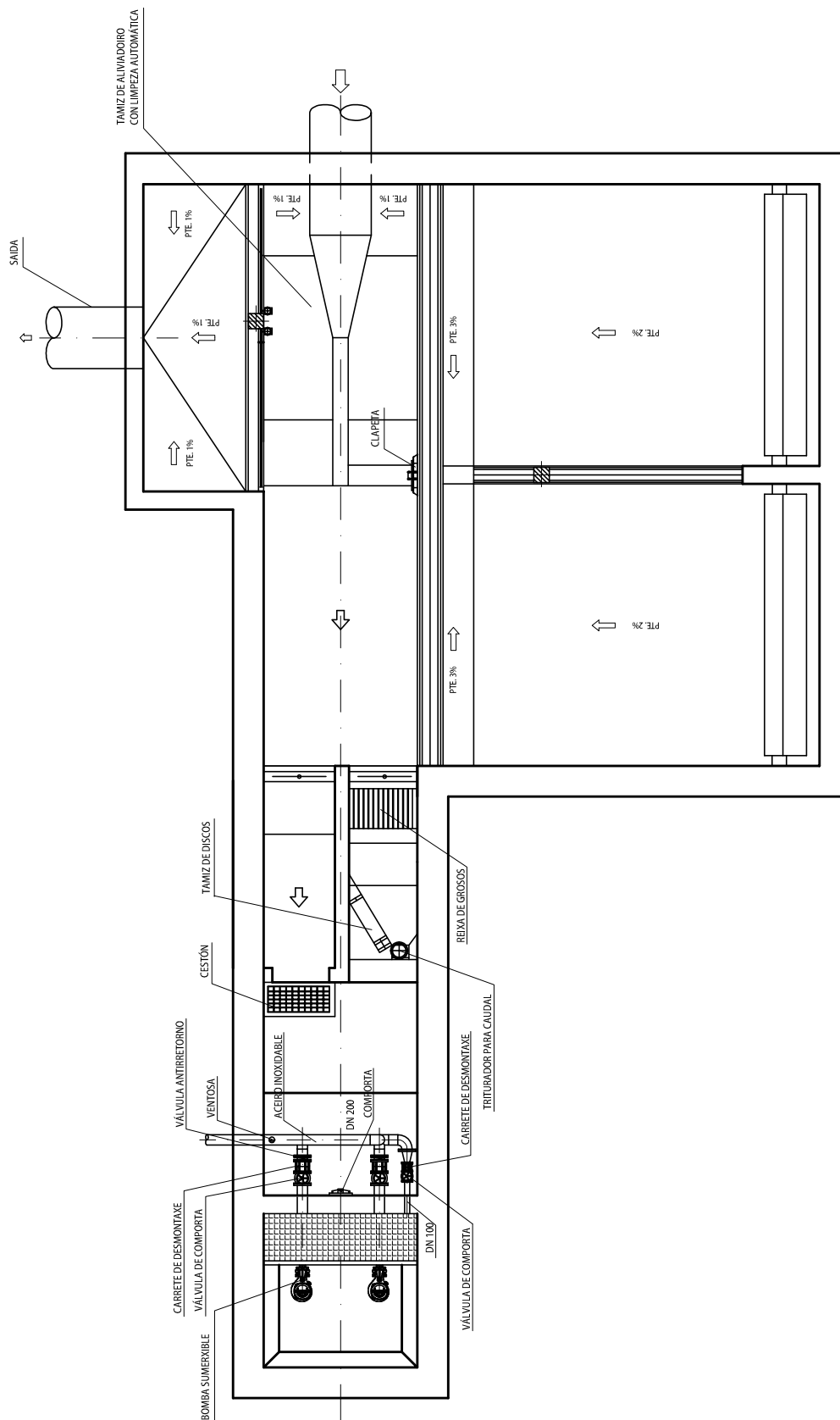
TÍTULO DO PLANO

Esquema dun depósito de detención - aliviadero con dúas cámaras
Sección B-B'



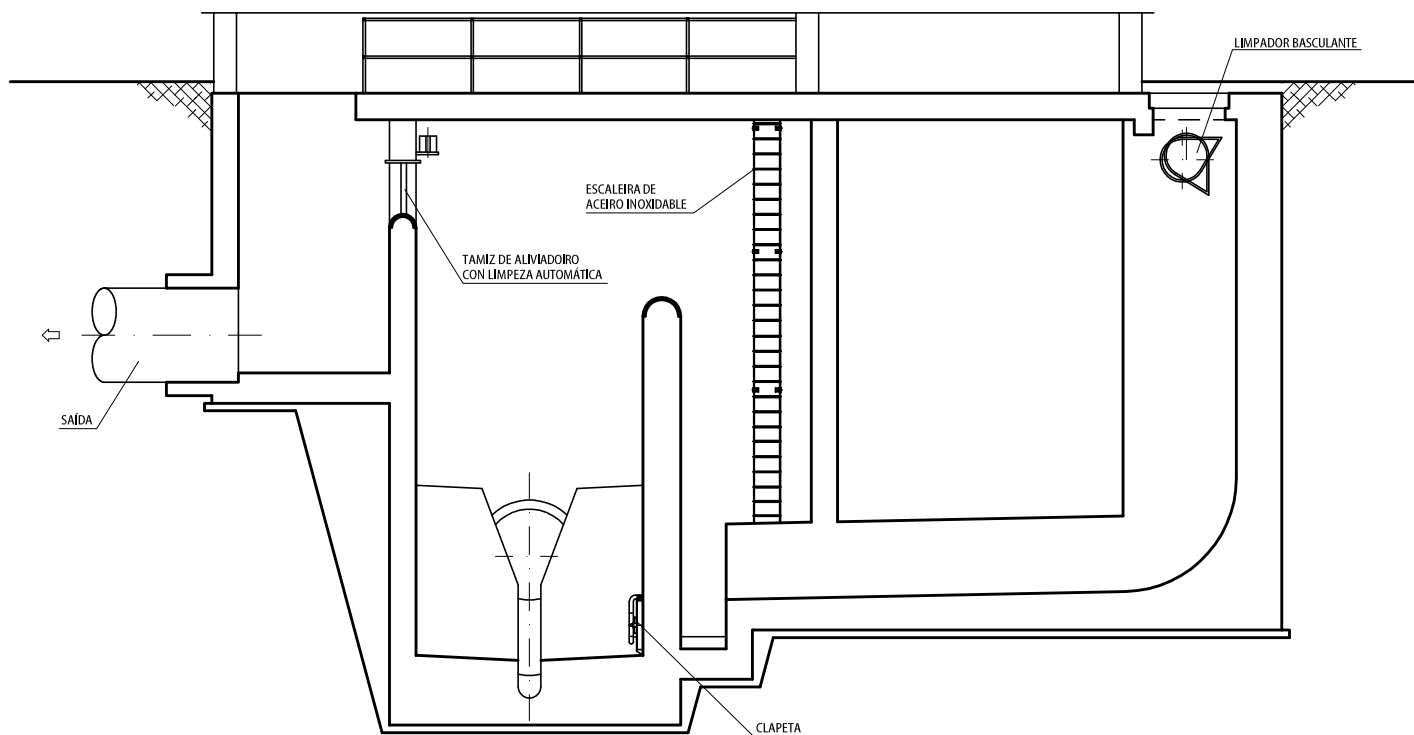
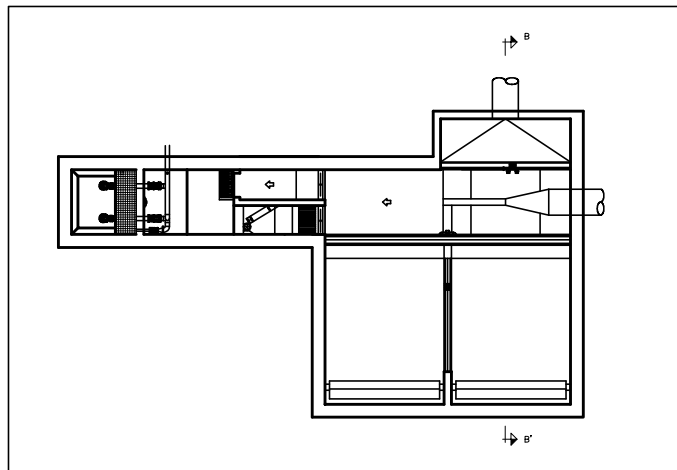
TÍTULO DO PLANO

Esquema dun depósito de detención - aliviadero con dúas cámaras
Sección C-C'



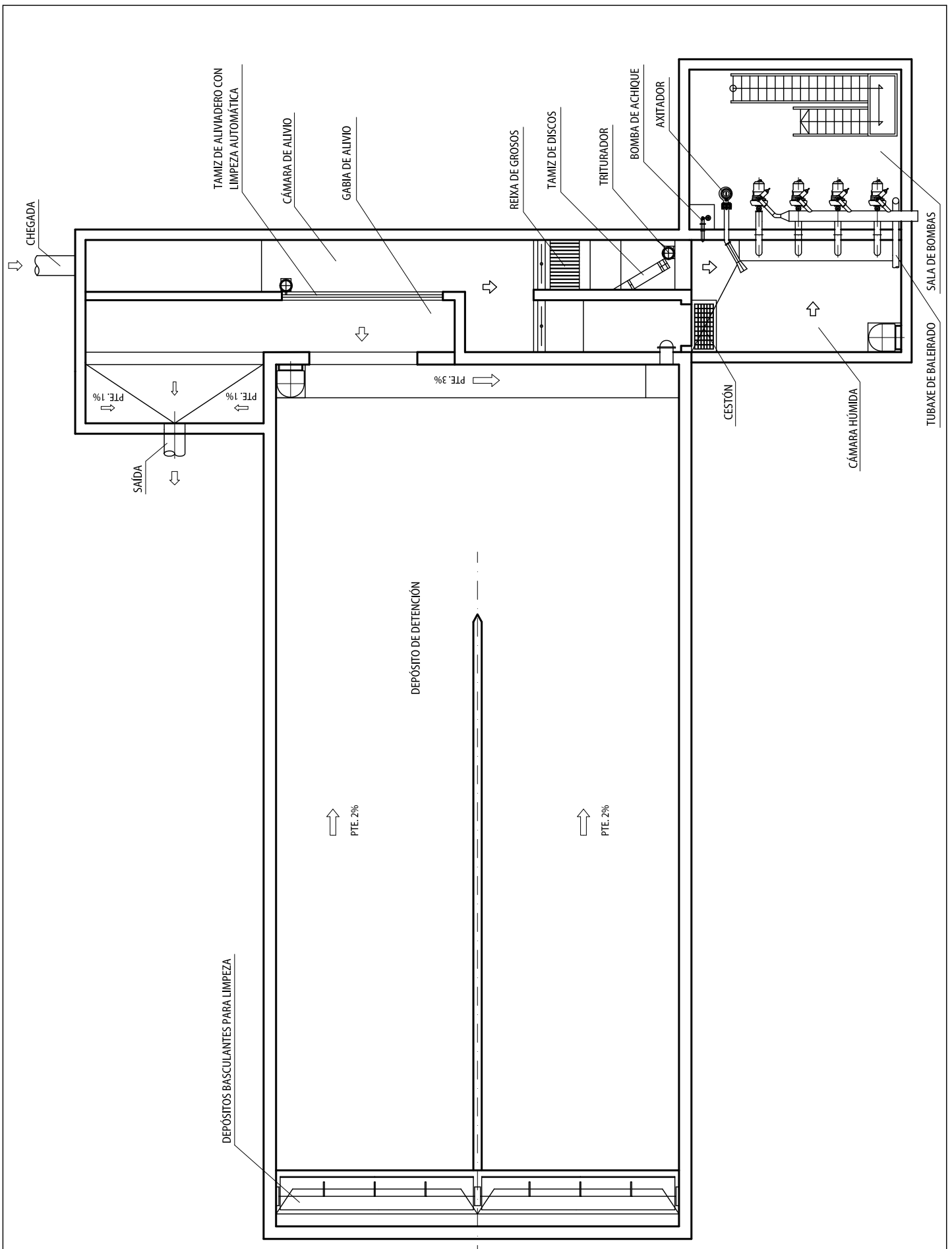
TÍTULO DO PLANO

Esquema dun depósito en liña de dúas cámaras con bombeo en cámara húmida
Planta



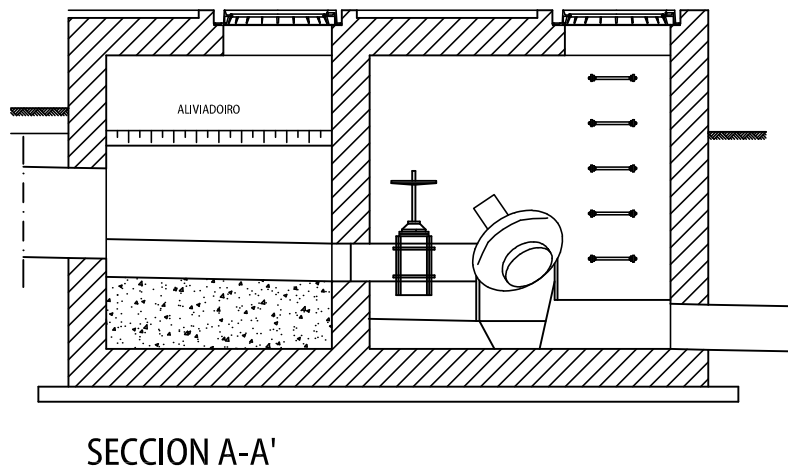
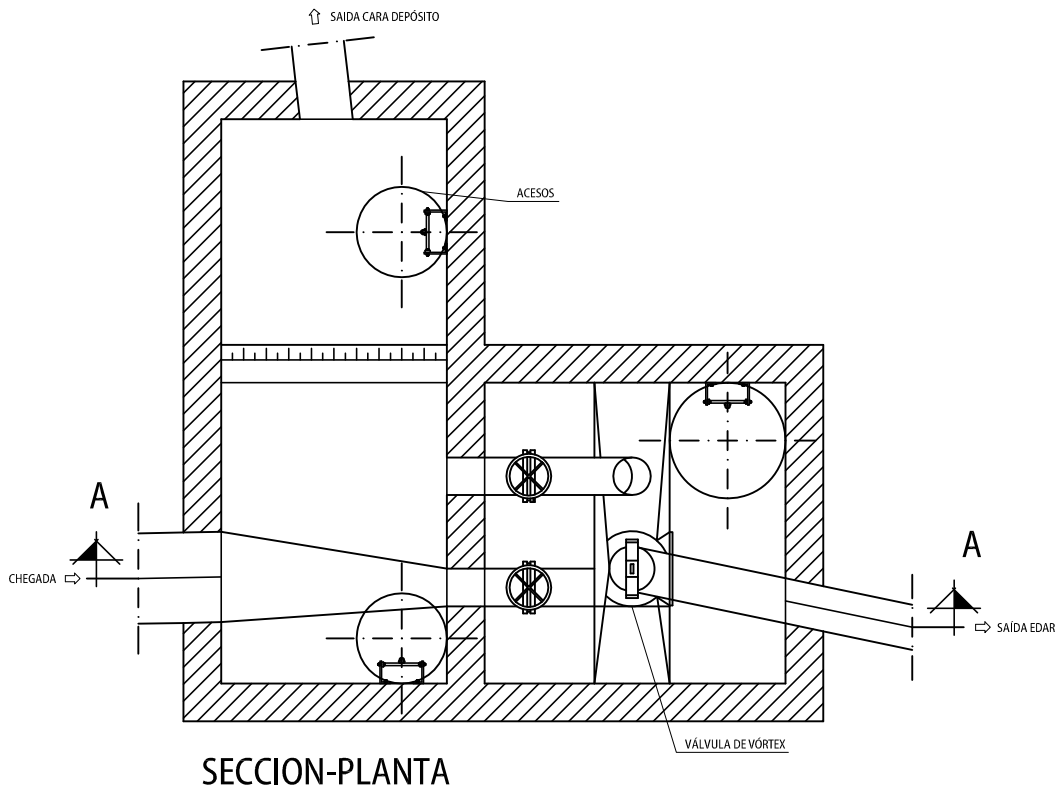
TÍTULO DO PLANO

Esquema dun depósito de detención-aliviadoiro con dúas cámaras
Bombeo en cámara húmida. Sección B-B'



TÍTULO DO PLANO

Esquema dun depósito en liña de dúas cámaras con bombeo en cámara seca Planta



TÍTULO DO PLANO

Cámara de derivación para depósitos fora de liña
Regulador vórtex de cámara seca

ITOHG-SAN-2/3

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

SERIE SANEAMENTO

TÍTULO	ESTACIONES DE BOMBEO (SAN-2/3)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS



EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

ÍNDICE

-
- 1.- OBXECTO
 - 2.- VOLUME DO POZO DE BOMBEO
 - 3.- CAUDAIS A BOMBEAR E REGULACIÓN
 - 3.1.- Caudais a bombear nos sistemas separativos
 - 3.2.- Caudais a bombear nos sistemas unitarios en tempo de chuvia
 - 4.- DISPOSICIÓN DUN BOMBEO
 - 4.1.- Xeneralidades
 - 4.2.- Cámara de entrada
 - 4.3.- Pozo de grosos
 - 4.4.- Sistema de desbaste
 - 4.5.- Cámara tranquilizadora
 - 4.6.- Cámara de aspiración
 - 4.7.- Tipo de tomas
 - 4.8.- Cámara seca
 - 4.9.- Arranque de las bombas
 - 4.10.- Instalacións auxiliares
 - 5.- CAMPÁ DE ASPIRACIÓN
 - 6.- DIMENSIONAMENTO XEOMÉTRICO
 - 7.- RUIDOS E VIBRACIONES
 - 8.- VENTILACIÓN E TRATAMENTO DE OLORES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXO. DETALLES CONSTRUTIVOS

- 1. POZO DE BOMBEO DE SECCIÓN CIRCULAR
 - 2. POZO DE BOMBEO DE SECCIÓN RECTANGULAR
-

1.- OBXECTO

O obxecto da seguinte instrución é definir as características e as distintas tipoloxías das estacións de bombeo. Os elementos que as conforman descríbense detalladamente en apartados posteriores, deste xeito trázanse unhas liñas básicas que pretenden ser de utilidade na disposición dos diferentes elementos dun bombeo.

Será un punto fundamental no deseño suavizar as puntas de caudal, polo que haberá que regular o sistema mediante bombas ou variadores que permitan acadar distintos puntos de traballo en función das necesidades do momento.

Na actualidade as bombas a empregadas soen ser somerxibles e por iso as estacións de bombeo son maioritariamente de pozo húmido. No caso de utilizar unha estación de pozo seco as bombas non funcionarán somerxidas e haberá que colocalas na cámara seca, xunto ás válvulas, evitando que esta poida inundarse.

Como complemento a este documento poderá consultarse a *ITOHG-SAN-1/6* de cálculo de estacións de bombeo, na que se tratan as curvas que relacionan o caudal e a altura, o funcionamento da bomba e a súa agrupación, así coma o tempo de paro, etc.

2.- VOLUME DO POZO DE BOMBEO

Cando un sistema de saneamento non pode funcionar mediante gravidade, coma ocorre nos lugares moi condicionados pola topografía, cómpre solucionar o problema mediante un bombeo. Este orixinará uns custos e uns gastos de enerxía, que serán maiores a medida que aumenten as dimensións da instalación e a potencia das máquinas impulsoras.

Así, á hora de dimensionar unha estación de bombeo é preciso determinar os tempos de parada e arranque entre bombas. Isto é debido a que un número elevado de arranques/hora leva asociado un queentamento excesivo dos motores que favorece os fallos no sistema; pola contra, un valor baixo implica unha instalación de maiores dimensións e polo tanto maior custo da obra civil.

A falta de información relativa ao número de arranques por hora (N_{ah}) e co motivo de favorecer o mantemento da impulsión, o número máximo será o indicado na táboa:

Táboa 1. Número máximo de arranques por hora.

Potencia (Kw)	Nº arranques/hora
0,5-7,5	10
7,5-11	8
11-37	6
37-110	6
>110	5

Unha vez estea determinado o valor de N_{ah} é necesario calcular o volume do pozo para un número de bombas determinado (n). Este volume calcúlase como a suma do volume morto e do volume activo.

No primeiro esquema (figura 1) as bombas arrancan de modo sucesivo ao ir acadando o nivel das augas os valores Z1, Z2, Z3 e Z4. Unha vez todas as bombas se atopan en funcionamento, o nivel das augas vai descendendo ata Z3 e a bomba 4 deixa de funcionar; agora o volume entrante é maior co de bombeo polo que o pozo volta de novo ao nivel Z4, no que arranca a bomba 4, e así sucesivamente.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

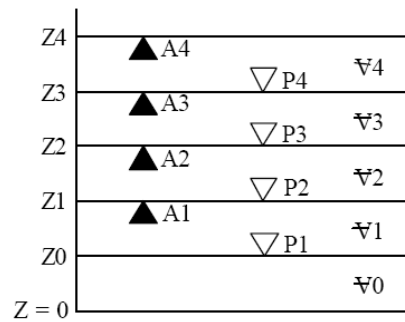


Figura 1. Esquema de funcionamento 1.

O volume requirido no pozo será a suma dos volumes parciais precisos para cada bomba e poderá obterse, cando todas as bombas sexan iguais, mediante a formulación seguinte:

$$V = (n - n_r) \frac{3600 \cdot Q_b}{N_{ah}}$$

Onde:

V: volume mínimo do depósito (m³).

n: número de bombas instaladas.

n_r: número de bombas en reserva.

Q_b: caudal unitario de cada bomba (m³/s)

N_{ah}: número de arranques hora.

Hai outro tipo de funcionamento que consiste en ir arrancando as bombas sucesivamente ata acadar o nivel Z4, nese momento coa totalidade das máquinas en funcionamento o nivel vai descendendo ata chegar de novo a Z0 momento no que todas as bombas paran. O esquema de funcionamento é o da figura seguinte:

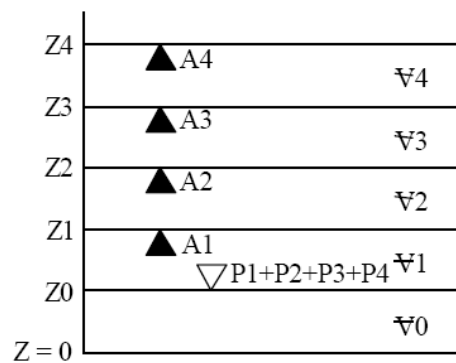


Figura 2. Esquema de funcionamento 2.

Poderanse empregar coma guía os seguintes valores de volumes parciais para distintos caudais das bombas e o esquema de funcionamento nº 2:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Táboa 2. Volumes parciais para un número de bombas n.

Nº de bombas	Volume parcial (m ³)
1	$V_1=(0,9 \cdot Q_1)/N_{ah}$
2	$V_2=0,392 \cdot (0,9 \cdot Q_2)/N_{ah}$
3	$V_3=0,264 \cdot (0,9 \cdot Q_3)/N_{ah}$
4	$V_4=0,216 \cdot (0,9 \cdot Q_4)/N_{ah}$
5	$V_5=0,188 \cdot (0,9 \cdot Q_5)/N_{ah}$
6	$V_6=0,167 \cdot (0,9 \cdot Q_6)/N_{ah}$
7	$V_7=0,152 \cdot (0,9 \cdot Q_7)/N_{ah}$
8	$V_8=0,140 \cdot (0,9 \cdot Q_8)/N_{ah}$

Onde:

V_i : volume parcial de cada bomba (m³).

Q_i : caudal da cada bomba (m³/h).

O programa de funcionamento do bombeo deberá estar deseñado para que todas as bombas, incluídas as de reserva, traballen aproximadamente as mesmas horas mensuais; non obstante, e de forma xustificada, poderá valorarse a posibilidade de que as bombas de reserva funcionen un número menor de horas.

Haberá de garantirse que non se xeran puntas artificiais que inflúan na estratexia de explotación do resto da rede de sumidoiros ou da EDAR. No apartado seguinte profúndase neste aspecto.

3.- CAUDAIS A BOMBEAR E REGULACIÓN

Unha estación de bombeo é un elemento máis dunha rede de saneamento que ten como obxectivo axudar ó auga residual a chegar á estación depuradora. Por este motivo, unha estación de bombeo debe intentar reproducir, no posible, a distribución de caudais que se produce de modo "natural" en calquera sistema de saneamento debido ós hábitos de consumo de auga da poboación. É importante resaltar que en xeral as plantas depuradoras, e en especial aquelas nas que hai un proceso biolóxico, están dimensionadas para traballar coas variacións horarias diarias e, excepcionalmente, asumir determinadas puntas maiores.

A regulación dos bombeos deberá levarse a cabo co motivo de evitar, no posible, puntas de caudal e vertidos ao medio receptor. Existen diferentes métodos de regulación; tradicionalmente usouse a regulación mediante a variación da curva resistente, que consiste na incorporación á saída da bomba dunha válvula que, orixinando unha certa perda de carga, consegue modificar o punto de funcionamento do conxunto. Un resultado similar pode obterse coa instalación de varias bombas (ver ITOHG-SAN-1/6) de xeito que, segundo se instalen en paralelo ou en serie, a curva H-Q, e polo tanto o punto de traballo, será diferente.

Fronte a este método aparece outro máis custoso, pero cada vez máis usado, que é o do traslado da curva motriz; para controlar a situación da curva característica utilizaranse variadores de frecuencia que, modificando a velocidade de xiro do rodete da máquina, conseguen unha altura de bombeo maior ou menor segundo se precise. Este modo de regulación deberá usarse só para determinadas situacións como é a de garantir un caudal constante á EDAR. Terase especial coidado en protexer as bombas dos residuos, xa que pequenos atascos producen que a resposta da bomba non sexa a adecuada.

Un último método de regulación é o de utilizar os propios depósitos como tanques nos que acumular as augas, suavizando así as puntas de caudais de chuvia.

Con estas premisas e posibilidades de regulación debe evitarse que as estacións de bombeo xeren puntas artificiais que alteren os hidrogramas resultantes dos hábitos de consumo e comprometan o funcionamento das plantas de depuración. Para iso propónse unhas directrices xerais.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

3.1.- Caudais a bombear nos sistemas separativos

Para os sistemas separativos, en concreto para as conducións de auga residual, o réxime de caudais a bombear debe cubrir o caudal medio diario (para o día de máximo consumo, $QD_{p,total}$) e o caudal horario punta total ($QH_{p,total}$). Bombear caudais superiores a este último xeraría puntas artificiais de fluxos na EDAR; no caso de que o caudal bombeado dende unha estación de bombeo cara a unha EDAR representase unha porcentaxe importante da auga que chega á mesma estas puntas non serían admisibles.

En función de onde se atope a estación de bombeo na rede de saneamento e da importancia relativa do bombeo dentro do sistema, o proxectista decidirá as estratexias que considere oportuno (volumen, bombas en paralelo, variadores, etc.) para garantir que o bo funcionamento da EDAR non se verá afectado polo réxime de bombeos.

3.2.- Caudais a bombear nos sistemas unitarios en tempo de chuvia

Nos sistemas unitarios, ademais dos fluxos bombeados anteriormente comentados, que serán os que se produzan en tempo seco, debe considerarse tamén o caudal máximo que se enviará á EDAR en tempo de chuvia. Neste tipo de sistemas de saneamento unha estación de bombeo debe ser considerada como un “depósito de detención de augas pluviais”.

En tempo de chuvia a estación de bombeo debe ter capacidade para bombear o caudal máximo que admita a EDAR, que normalmente será un caudal superior ao caudal horario punta total (caudal horario punta do día de máximo consumo do ano: $QH_{p,total}$; ver *ITOHG-SAN-1/1*). Seguindo as directrices marcadas no documento *ITOHG-SAN-1/0*, e ata a publicación das futuras Instrucións Técnicas para Estacións Depuradoras de Augas Residuais, e a falta de datos concretos sobre o sistema de explotación da EDAR, poderá adoptarse como caudal de saída do bombeo un valor de tres veces o caudal diario punta total de augas residuais urbanas:

$$Q_s = 3 \cdot QD_{p,total}$$

Onde:

Q_s : caudal de saída do bombeo.

$QD_{p,total}$: caudal diario punta total de augas residuais urbanas da cunca de achegas ao bombeo, definido na *ITOHG-SAN-1/0* como:

$$QD_{p,total} = QD_{p,urb} + QD_{m,ind} + QD_{m,inf}$$

$QD_{p,urb}$: caudal diario punta de auga residual de orixe urbana.

$QD_{m,ind}$: caudal diario punta de auga residual de orixe industrial.

$QD_{m,inf}$: caudal diario medio de infiltración.

Este valor para o caudal de saída ($3 \cdot QD_{p,total}$) establecerase para sistemas secundarios convencionais de biomasa en suspensión ou fixada. A pesar disto, en casos xustificados nos que o deseño da rede de saneamento e da EDAR permita conducir e tratar caudais máis elevados na estación depuradora poderán incrementarse os valores anteriormente sinalados. Este é o caso dunha EDAR que dispoña, por exemplo, de liñas auxiliares de retención ou de tratamento para as augas pluviais. De todos modos, sempre cómpre garantir os obxectivos de calidade marcados pola Directiva 91/271 na totalidade dos efluentes vertidos dende a planta depuradora.

4.- DISPOSICIÓN DUN BOMBEO

4.1.- Xeneralidades

As estacións de bombeo constarán, en xeral, dos seguintes elementos e procesos unitarios:

- Cámara de entrada.
- Pozo de grosos.
- Desbaste de residuos.
- Elevación de auga bruta.
- Colector de impulsión.
- Instalacións adicionais.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

- Aliviadoiro – by pass xeral.

As estacións de bombeo teñen un caudal de entrada máximo que son capaces de admitir, por iso un elemento fundamental que se ha dispor antes do bombeo é un aliviadoiro cun by-pass xeral da instalación.

O aliviadoiro e o by-pass asociado disporanse nalgún elemento da estación de bombeo, como por exemplo xunto ao pozo de grosos, o desbaste, ou no propio depósito de bombeo. No caso de acometer varias conducións á mesma instalación disporase dunha cámara de entrada na que se colocarán os citados sistemas.

Finalmente a auga chega ao bombeo propiamente dito no que o fluxo acada a cámara tranquilizadora para logo ser bombeado na cámara de bombeo.

Independentemente de cal sexa a súa xeometría, todos os compartimentos que integren a estación de bombeo deberán ser accesibles, debendo ter capacidade para poder extraer ou introducir os equipos instalados en caso de avaría ou substitución. Por iso é recomendable que nos teitos dos distintos compartimentos se dispoñan suficientes accesos aos mesmos.

Para tal efecto, é desexable que se dispoña unha caseta encima da estación que facilite o acceso á mesma. Nas instalacións pequenas, alternativamente á disposición dunha caseta, a entrada á estación poderá realizarse por tapas de rexistro directamente dende a superficie. Os accesos ás casetas deberán ser amplos para facilitar as operacións de entrada e saída dos equipos que integran a estación de bombeo, e para garantir a seguridade do persoal de mantemento.

En calquera caso, a estrutura das estacións de bombeo será de formigón armado, debendo cumprir as especificacións da EHE vixente.

4.2.- Cámara de entrada

Cando á estación de bombeo acometan varios colectores de forma simultánea disporase unha cámara de entrada coa misión de recibir e unificar as incorporacións.

Na cámara de entrada valorase a colocación dun aliviadoiro de emerxencia. O aliviadoiro principal do bombeo establecerase na cámara principal, de forma que se asegure que nos vertidos que se produzan as augas residuais sufran un proceso de desbaste. Neste sentido, o posible aliviadoiro de emerxencia tamén disporá dun sistemas de reixas de limpeza manual.

Entre a cámara de entrada e o pozo de bombeo colocase unha comporta que permita o illamento do segundo. A cota do aliviadoiro de urxencia deseñase permitindo que os condutos da rede entren en carga, tendo en conta sempre os efectos non desexables augas arriba.

No caso de existiren un só conduto de aporte de auga residual e que, polo tanto, non sexa necesaria a construción dunha cámara de entrada, colocase unha comporta que permita o peche da aportación de devandito conduto.

A existencia das comportas citadas nos parágrafos anteriores permitirá traballar no pozo de bombeo en operacións de mantemento habituais, como a extracción de residuos, ou en situacións extraordinarias.

4.3.- Pozo de grosos

En estacións de bombeo de gran entidade, incluídos os depósitos de pluviais de redes unitarias con saída bombeada, e con fluxos de sólidos importantes, analizarase a conveniencia de incorporar un pozo de grosos.

O pozo de grosos deberá permitir a decantación dos sólidos máis pesados e voluminosos co fin de protexer os equipos de elevación. Terá fondo tronco-piramidal invertido de forte pendente, co fin de concentrar os sólidos decantados nunha zona específica de onde se poidan extraer de forma eficaz. O pozo equiparase cos equipos necesarios para a recollida destes sólidos, instalándose un sistema mecánico de extracción de residuos. No caso de grandes estacións o sistema consistirá nunha culler bivalva, ou similar, suxeita a unha ponte grúa que

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

permitirá a fácil evacuación dos residuos a contedores, con capacidade tal que permitan un tempo de almacenamento de 24 horas para a produción máxima esperada.

4.4.- Sistema de desbaste

Para evitar os elementos que poidan danar as bombas protexeranse os equipos mediante pozos de grosos e desbastes.

O sistema de desbaste pode incorporar, en xeral, catro tipos de técnicas:

- Cestóns.
- Reixas de grosos, con sistema de limpeza automática (polo menos nunha das liñas) ou manual, en función da entidade do bombeo.
- Peneiras autolimpiantes.
- Sistemas de trituración de residuos.

A modo de referencia xeral, os cestóns consideranse válidos cando se trate de bombeos con caudais máximos de 10 L/s.

Deberanse dispoñer as correspondentes instalacións necesarias para a retirada dos residuos retidos nos sistemas de desbaste, por exemplo parafusos transportadores compactadores sen fin, de aceiro inoxidable, cestillos perforados ou contedores de tipo municipal.

No caso en que se instalen sistemas de trituración de residuos tomaranse medidas específicas para poder retirar os "residuos rexeitados", tanto decantados como flotados.

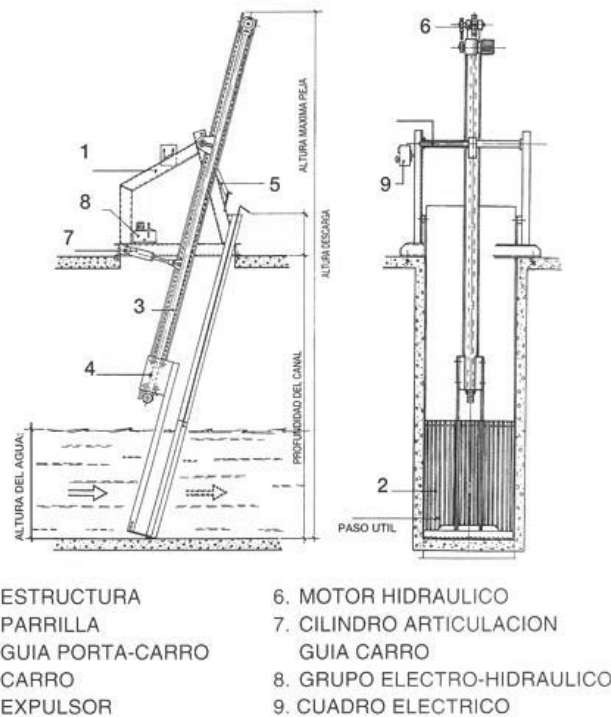


Figura 3. Exemplo de sistema de desbaste mediante reixas en bombeo con extracción de residuo mediante rastro con mecanismo electro-hidráulico.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Tornillo elevador.

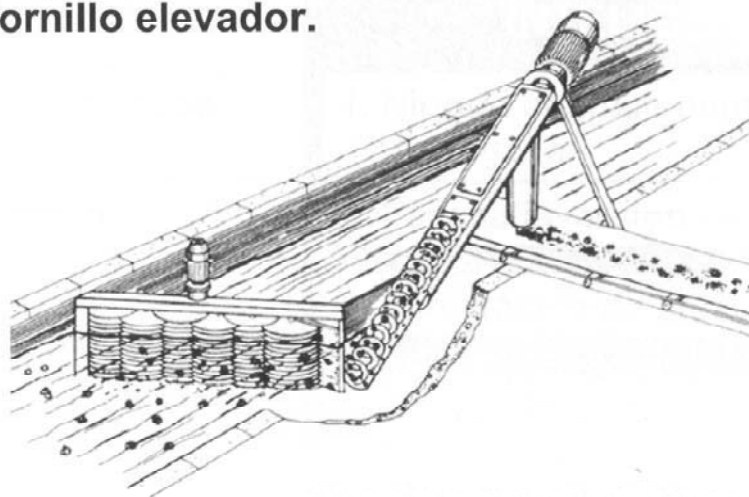


Figura 4. Exemplo de sistema de desbaste peneira dinámica de discos rotativos, con extracción de residuo mediante parafuso de Arquímedes sen núcleo.

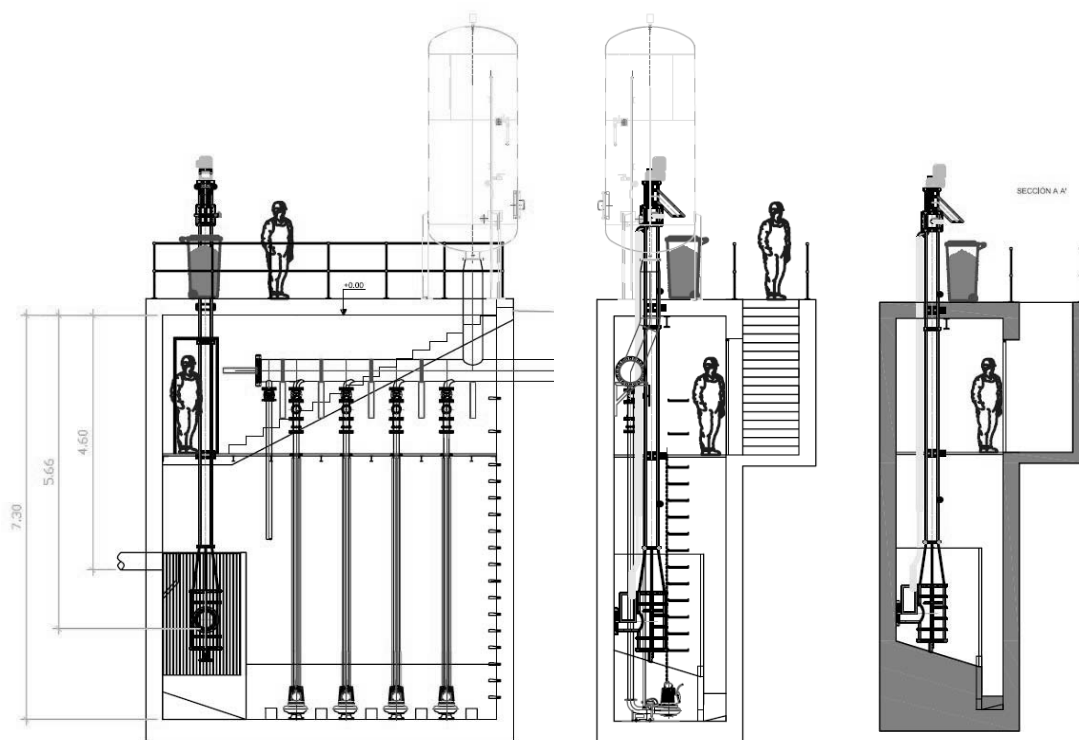


Figura 5. Exemplo de sistema de desbaste en bombeo con extracción de residuos mediante parafuso de Arquímedes vertical.

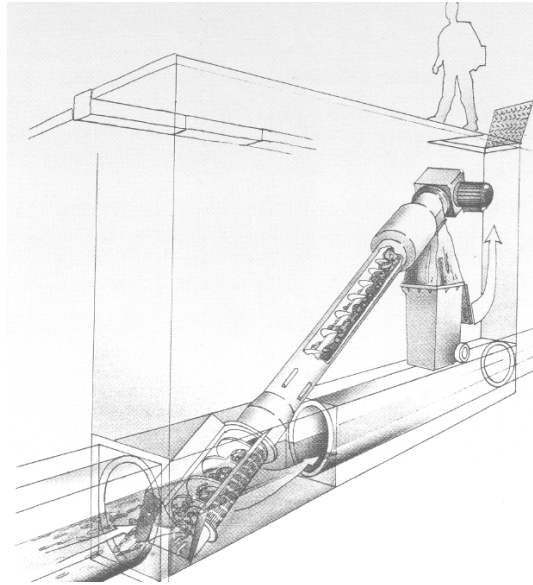


Figura 6. Exemplo de sistema de desbaste en bombeo con extracción de residuo mediante parafuso de Arquímedes inclinado.

En caso de optar pola disposición de reixas seguiranse os seguintes criterios:

- A separación entre barrotes estará comprendida entre 50 e 100 mm.
- A velocidade de aproximación deberá superar os 0,4 m/s.
- A velocidade de paso da auga entre as reixas deberá estar comprendida entre os 0,6 m/s e 1 m/s a caudal máximo.
- Unha vez definidas as velocidades adoptadas nas reixas definirase a sección. O ancho da canle ven dado pola seguinte expresión:

$$W = \frac{Q}{V \cdot d} \left(\frac{B + S}{S} \right) + C$$

W : ancho da canle de reixas (m).

Q : caudal máximo que pasa (m^3/s).

V : velocidade máxima da auga nas reixas.

d : nivel augas arriba da reixa a caudal máximo (m).

B : ancho dos barrotes (m).

S : separación libre entre barrotes (m).

C : coeficiente de seguridade (m), 0,30 para reixas grosas.

A perda de carga para reixas de grosos estará comprendida entre 0,1 e 0,2 m e calcularase como:

$$\Delta h = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \frac{V^2}{2g}$$

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Onde:

Δh : perda de carga (m).

V : velocidade de achegamento na canle (m/s).

g : aceleración da gravidade (m/s²).

K_1 : parámetro de atascamento que toma os valores de:

$$K_1 = 1 \text{ reixa limpa}$$

$$K_1 = \left(\frac{100}{C}\right)^2 \text{ reixa atascada}$$

Sendo:

C : porcentaxe de sección de paso libre no momento de máximo atascamento tolerado (60-90%).

K_2 : parámetro en función da sección horizontal dos barrotos (ver Figura 3).

K_3 : parámetro en función da sección de paso entre os barrotos (ver Táboa 3).

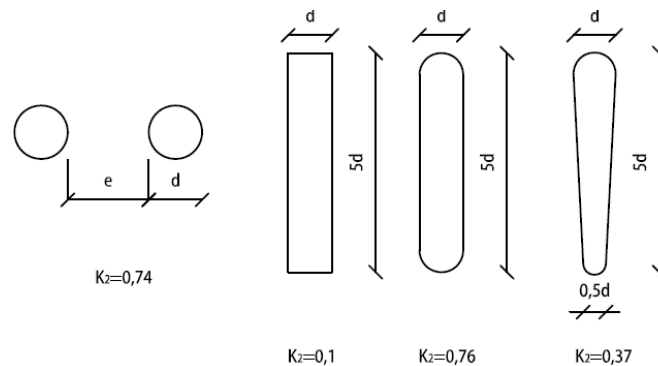


Figura 7. Valores de K_2 segundo a sección da reixa.

Táboa 3. Valores de K_3 .

$\frac{z}{4} \left(\frac{2}{e} + \frac{1}{h} \right)$	$e/(e+d)$									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0	245	51,5	18,2	8,25	4,0	2,0	0,97	0,42	0,13	0
0,2	230	48	17,4	7,70	3,75	1,87	0,91	0,40	0,13	0,01
0,4	221	46	16,6	7,40	3,60	1,80	0,88	0,39	0,13	0,01
0,6	199	42	15	6,60	3,20	1,60	0,80	0,36	0,13	0,01
0,8	164	34	12,2	5,50	2,70	1,34	0,66	0,31	0,12	0,02
1	149	31	11,1	5,00	2,40	1,20	0,61	0,29	0,11	0,02
1,4	137	28,4	10,3	4,60	2,25	1,15	0,58	0,28	0,11	0,03
2	134	27,4	9,9	4,40	2,20	1,13	0,58	0,28	0,12	0,04
3	132	27,5	10,0	4,50	2,24	1,17	0,61	0,31	0,15	0,05

De xeito excepcional, como alternativa ás opcións anteriores e previa aprobación do director do proxecto, poderanse substituír as reixas por dilaceradores ou por bombas con rodete dilacerador, capaces de triturar e transportar sólidos.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

4.5.- Cámara tranquilizadora

A cámara tranquilizadora dispónse á entrada da cámara de aspiración, para evitar que a auga residual caia directamente ao depósito de bombeo e produza burbullas, de xeito que sexa capaz de disipar a enerxía cinética do fluxo entrante e conseguir unha adecuada desaireación. Na soleira da parede que forma a cámara uns ocós favorecerán que o fluxo chegue ata as bombas de xeito uniforme.

En instalacións pequenas poderán substituírse as anteriores cámaras tranquilizadoras de formigón armado por pantallas deflectoras de aceiro inoxidable ou galvanizado en quente.

4.6.- Cámara de aspiración

A soleira da cámara terá unha lixeira pendente de ata o 10° ata chegar á zona das bombas onde ha de ser plana. Esta pendente favorecerá o arrastre de sólidos que puideran chegar ata o bombeo. Con este mesmo fin achafranarase a cámara evitando os puntos angulosos.

No caso de existir varias bombas dividirase a cámara mediante muros que separen os diferentes fluxos.

En xeral, o deseño baséase nos seguintes puntos:

- Fluxo uniforme, mantendo as velocidades por baixo duns valores máximos recomendados.
- Disipación da enerxía de chegada antes da aspiración das bombas.
- Os elementos que causen obstrucións deben afastarse entre si o máis posible.
- Guiar o fluído cara á toma de forma suave.
- Evitar zonas de estancamentos na cámara.

Outro tema a considerar son as velocidades, estas non deben tomar valores maiores que os seguintes:

Táboa 4. Velocidades nun pozo de bombeo.

Entrada	1,2 m/s
Transición	0,3 m/s (0,7 m/s con arrastre de sólidos)
Aspiración	0,6 m/s

4.7.- Tipo de tomas

Existen diferentes tipos de tomas, en pozo húmido ou seco segundo a bomba empregada sexa somerxible ou funcione en seco. As disposicións máis habituais poden verse na figura seguinte:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

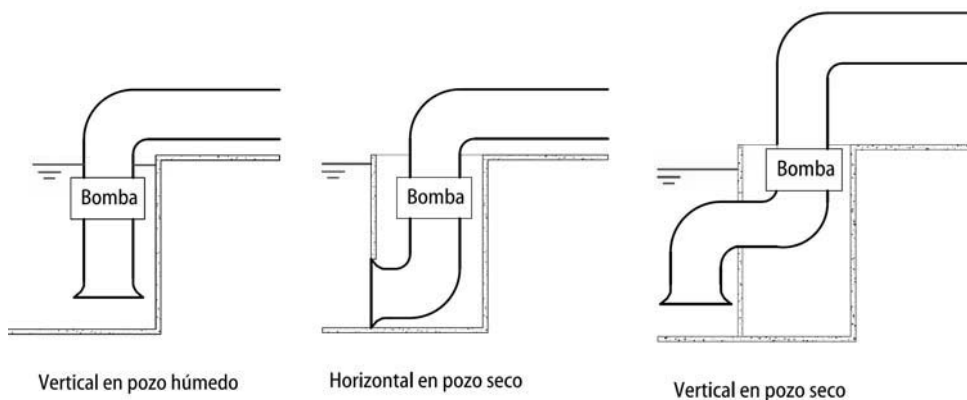


Figura 8. Tipos de tomas.

4.8.- Cámara seca

A cámara seca soe situarse ao lado da cámara de aspiración e nela atópanse as válvulas, no caso de estacións de pozo húmedo, ou as bombas, no caso de pozo seco. A soleira da cámara debe estar en pendente para que a auga procedente de fugas escorra ata un canal situado no chan. Este canal debe ter unha pendente de 10 mm/m cara ó sumidoiro. Dende o sumidoiro, a auga desaugada volve á cámara de aspiración por gravidade ou mediante un bombeo onde o rotor debe ser de tipo inatascable. A descarga á cámara debe contar con válvulas antirretorno.

Os accesos faranse, como mínimo, mediante unha tapa circular de diámetro 60 cm. Unha vez dentro do pozo deberá procurarse que a zona de válvulas teña unha altura suficiente para que os operarios se manteñan en pé.

No caso de ser posible deberán instalarse escaleiras de acceso.

4.9.- Arranque das bombas

Recoñécense catro tipoloxías de arranque de bombas:

- Arranque directo: salvo que se xustifique o contrario, só é aceptable para pequenas bombas de uso esporádico en pequenos achiques ou utilidades similares. O arranque directo pode esixir intensidades de pico da orde de 5 a 7 veces a nominal, o que non adoita ser admisible para bombas dunha potencia importante conectadas a unha rede que non está deseñada para grandes consumos adicionais.
- Dentro da familia de dispositivos de arranque indirecto, recoñécense as seguintes opcións:
 - Arranque en estrela-triángulo: consiste en aproveitar as dúas tensións que se poden obter dun sistema trifásico, segundo se conecte unha fase a neutro ou dúas fases entre si. O arranque comeza en estrela, con tensións simples (dunha fase a neutro), e unha vez que o motor comeza a virar conéctase en triángulo, con tensións nominais. Este arranque graduado limita a sobretensión, aínda que non deixa de ser un arranque brusco en dous pasos, co que en ambos os instantes rexistráranse sobreintensidades. De feito, hai medicións que demostran que o paso de estrela a triángulo pode chegar a ser tan brusco como o arranque directo, polo que este sistema de arranque debe limitarse a pequenas instalacións.
 - Arranadores suaves: O principio é o mesmo que o do exemplo anterior, pero o incremento de tensión proporciónase de modo gradual e continuo, co que o transitorio vese prolongado e suavizado no tempo. No arrancador pódese controlar o tempo de arranque (o que xerará unha certa sobreintensidade -pequena, se o tempo é grande-) ou a sobreintensidade admisible.
 - Variadores de frecuencia: Unha misión secundaria dos variadores de frecuencia é actuar como arrancadores suaves, traballando neste caso sobre a velocidade de rotación das bombas, en lugar de facelo sobre a tensión.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Para a elección do dispositivo de arranque deberanse considerar tanto os requirimentos do fabricante da bomba (non todas as bombas admiten todos os tipos de arranque) como os da rede. No caso de non utilizar un arrancador suave ou un variador, débese demostrar que as sobreintensidades ás que se vai a someter á rede son admisibles.

4.10.- Instalacións auxiliares

Nos bombeos, en función da súa entidade, poderán ser necesarias algunhas das seguintes instalacións auxiliares:

- Instrumentación, telecontrol y telesupervisión:
Este tipo de instalacións son tratadas na ITOHG-SAN-2/4, e de forma máis detallada para bombeos no seu apartado 4.1.
- Instalacións eléctricas:
 - Instalación de alumado: A instalación de alumado realizarase tendo en conta as seguintes especificacións:
 - a) O alumado nos espazos interiores realizarase usando pantallas estancas. Todas as conexións dentro das caixas de derivación que serán estancas, realizaranse mediante bornes. O alumado do bombeo calcularase e proxectarase para a seguinte iluminación mínima:
 - Zonas de paso: 20 lux.
 - Cando sexa necesaria pequena distinción de detalle (vestiarios, aseos, trasteiras, etc.): 100 lux.
 - Cando sexa necesario unha distinción media de detalle (zona de traballo): 300 lux.
 - b) Existirán dispositivos de alumado de urxencia adecuados ás dimensións e natureza do local, capaces de manter, polo menos durante unha hora, unha intensidade de 5 lux. A súa fonte de enerxía será independente do sistema normal de iluminación.
 - Grupo electrógeno: Nos bombeos situados en zonas sensibles ou que carezan da posibilidade de alivio en caso de parada eléctrica, deberase instalar un grupo electrógeno con capacidade suficiente para alimentar aos equipos electromecánicos da estación de bombeo (bombas, poleame, reixas, culler, etc.).
 - Equipos de elevación: Disporanse os equipos necesarios para o izado das bombas, que segundo o tamaño das mesmas serán, en xeral, dun dos seguintes tipos:
 - Poleames fixos en pequenas instalacións.
 - Poleames móbiles ó longo dunha viga.
 - Pontes grúa.

Os poleames serán de accionamento eléctrico. Non obstante, previa autorización da Dirección técnica, poderanse admitir poleames manuais en instalacións pequenas. A súa capacidade nominal será de polo menos o dobre do peso do equipo maior a extraer ou mover. Os equipos de izado deberán estar a unha altura tal que permitan o levantamento da bomba e a súa descarga a nivel do chan e nun lugar próximo ou accesible dende a porta do edificio.
 - Desodorización.
 - Eliminación de ruidos.

5.- CAMPÁ DE ASPIRACIÓN

A campá de aspiración favorece unha entrada uniforme do fluxo ó tubo de aspiración e débese dimensionar segundo o seguinte:

- A relación D/d debe estar comprendida entre 1,5 e 1,8.
- $D \geq d+2R$
- Pódese establecer que $D = d+2a+2r$ (sendo r o espesor da conducción).

Sendo :

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

D : diámetro de entrada da campá (m).
 d : diámetro do tubo (m).
 R : radio do tubo (m).

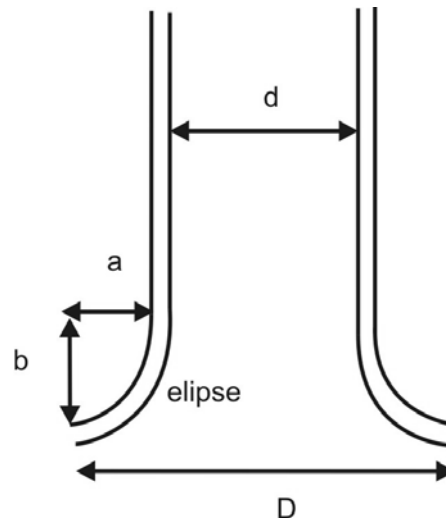


Figura 9. Campá de aspiración.

Defínirase tamén a somerxencia, que é a cota mínima de auga sobre a campá de aspiración necesaria para evitar a formación de vórtices. Esta somerxencia defíniríase o volume morto do pozo, como consideracións xerais pódese dicir que:

- Debe ter un valor mínimo de $1,5 \cdot D$.
- A distancia entre a aspiración e a soleira da cámara debe ser de $0,5 \cdot D$ (Figura 6).

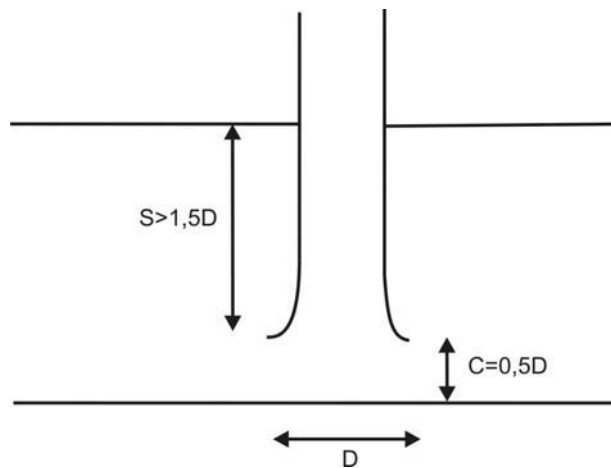


Figura 10. Somerxencia.

6.- DIMENSIONAMENTO XEOMÉTRICO

Para facilitar o deseño dos pozos danse aquí unhas dimensións mínimas recomendadas para pozos rectangulares e son as seguintes:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Táboa 5. Dimensións mínimas dun pozo de bombeo rectangular.

Cota (mm)	Descrición	Valores recomendados (mm)
A mínimo	Distancia entre eixes de bombas e entrada de auga	$160Q^{0,5}$
B mínimo	Distancia entre eixes de bombas contiguas	$70Q^{0,5}$
C mínimo	Distancia entre o eixo e o muro máis próximo	$34Q^{0,5}$
D	Lado do oco de comunicación	$22Q^{0,5}$
E	Distancia entre a entrada de auga e a pantalla deflectora	$300Q^{0,28}$
F mínimo	Nivel de auga	$180Q^{0,274}$

Táboa 6. Dimensións mínimas dun pozo de bombeo rectangular segundo o caudal entrante.

Q (l/s)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)
100	1620	700	340	220	1104	629
200	2291	990	481	311	1340	760
300	2806	1212	589	381	1501	849
400	3240	1400	680	440	1627	919
500	3622	1565	760	492	1732	977
600	3968	1715	833	539	1823	1027
700	4286	1852	900	582	1903	1071
800	4582	1980	962	622	1976	1111
900	4860	2100	1020	660	2042	1148
1000	5123	2214	1075	696	2103	1181
1100	5373	2322	1128	730	2160	1213
1200	5612	2425	1178	762	2213	1242
1300	5841	2524	1226	793	2263	1270
1400	6061	2619	1272	823	2311	1296
1500	6274	2711	1317	852	2356	1320

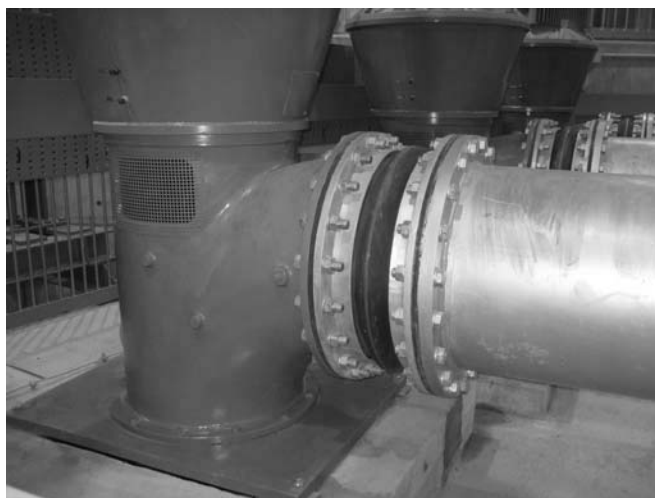
Nalgunhas ocasións o pozo de bombeo cumprirá función de depósito (ITOHG-SAN -1/5). Nese caso as dimensións do pozo serían moi superiores e non habería problemas de velocidade da auga no seu interior. As dimensións que aquí se propoñen constitúen un mínimo absoluto

Outro parámetro a considerar é a distancia entre o último obstáculo co que se atopa o fluxo e a parede augas abaixo da campá de aspiración (L). A lonxitude da zona de aspiración L debe ser coma mínimo de 4·D e pode aumentar ata 10·D. Nos casos máis desfavorables, onde o fluxo teña que realizar xiros bruscos, a lonxitude ha de adoptar valores maiores. De empregar varias bombas a distancia entre eixes de campás estará entre 2·D e 2,5·D.

7.- RUIDOS E VIBRACIÓNS

Deberán evitarse no posible as vibracións que poidan supoñer unha fatiga excesiva dos elementos, ademais de desgaste e ruído. Unha medida para reducir este efecto é ancorar os elementos ás estruturas ou ao chan, ou ben colocar elementos como manguitos antivibratorios (compensadores).

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---



Táboa 7.

Táboa 8. Figura 12.- Detalle de colocación de un manguito antivibratorio.

Deberase ter especial coidado cos variadores de frecuencia e a súa influencia na vibración; ademais evitase que a frecuencia de vibración de maquinaria e estrutura coincidan para que non se produza resonancia.

Elixiranse os elementos do pozo seleccionando equipos pouco ruidosos. Se nun último caso hai máis ruído do desexable pode cambiarse o punto de funcionamento do sistema, tendo en conta que esta medida pode xerar perdas da súa eficiencia.

No exterior da estación non deberá existir un nivel de ruído superior a 50 dBA medidos a 5 metros de calquera punto do contorno. En calquera caso, deberase cumprir coa lexislación vixente en materia de ruído.

8.- VENTILACIÓN E TRATAMENTO DE OLORES

Nas estacións de bombeo é preciso facer un control dos olores de xeito que se eviten os problemas de salubridade que poidan xurdir, sobre todo no verán. A chegada de augas residuais en estado anaeróbico á estación de bombeo sempre ven acompañada da liberación de sulfuro de hidróxeno e mercaptanos. O sulfídrico é corrosivo, ten o cheiro característico a ovos podrecidos e en altas concentracións resulta altamente tóxico.

As estacións de bombeo deberán estar provistas dun sistema de ventilación con capacidade para renovar o aire dos seus recintos pechados. Os equipos de ventilación e/ou extracción de aire serán de materiais plásticos e de tipo silencioso.

Como referencia a seguir para o dimensionamento dos equipos de ventilación pode utilizarse a "NFPA 820: Standard for Fire Protection in Wastewater Treatment and Collection Facilities". Neste documento indícase que os pozos secos requiren 6 cambios de aire/hora, se o sistema de renovación funciona de forma continuada, e 30 cambios/hora no caso de que o sistema funcione de forma intermitente; nos pozos húmidos serán precisos valores de 12 cambios aire/hora, en sistemas de ventilación funcionando en continuo, ou 60 cambios intermitentes/hora, en sistemas de funcionamento intermitente.

Cando o pozo sexa visitado esporadicamente polos operarios poderase dispor dun sistema intermitente de ventilación. Se isto sucede é conveniente dotar a cámara dun ventilador de 2 velocidades, de modo que poida funcionar en continuo a baixa velocidade en situación normal e a alta velocidade cando se acceda ás instalacións de bombeo.

Existen dous modos de reducir os olores, ben actuando sobre o proceso de formación dos mesmos, ou ben evitando que unha vez producidos saian á atmosfera.

<p>XUNTA DE GALICIA</p>	<p>AUGAS DE GALICIA</p>	<p>EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS</p>
-------------------------	-------------------------	---

Para evitar a xeración de olores hanse de reducir as turbulencias no pozo, así como evitar os atascos nas bombas debidos a un incorrecto desbaste ou unha mala elección do rotor. Será útil tamén dispoñer dunha boa ventilación no pozo, de modo que se reduzan as condicións anaerobias.

En estacións de bombeo pequenas valorarase a instalación dun sistema de desodorización; a solución máis utilizada nestes casos é a filtración a través de carbón activo (a instalación deberá ser tal que permita un fácil sistema de carga e descarga para mantemento).

As estacións de bombeo irán provistas dunha instalación de tratamento de gases para preservar os arredores de cheiros desagradables. Poderanse empregar torres de lavado químico ou sistemas de atrapadores moleculares mediante mesturas micronizadas, se así o estima oportuno a Dirección técnica.

Cando se utilice ozono o equipo ventilador- extractor será anticorrosivo de material plástico (turbina, eixo e paletas) con capacidade para realizar, como mínimo, 30 renovacións por hora. O ozono aplicarase a razón de polo menos 2 mg por cada metro cúbico de aire tratado. As torres scrubber de mestura terán unha capacidade suficiente para proporcionar un tempo de contacto de polo menos tres minutos.

Prestarase especial atención na selección da localización de tódolos equipos eléctricos, evitando montalos naquelas zonas nas que se poidan producir inundacións por desbordamento do depósito de bombeo. Nas estacións de bombeo, tanto por razóns de seguridade do persoal que accede á estación, como para o control e detección de malos olores, disporase dun medidor de sulfuro de hidróxeno. O medidor terá capacidade para detectar polo menos o rango (0-100) ppm do gas. Contará con display dixital e con saída 4-20 mA para a súa conexión coa estación de telecontrol.

Se o tratamento é vía química deberase cumprir co Reglamente APQ ITC 006.

É adecuado tamén contar cun sistema automático para controlar que a temperatura non supere ós niveis aceptables.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

AENOR (1999). *UNE EN 752-6. Sistemas de desagües y de alcantarillado exteriores a edificios. Parte 6. Instalaciones de bombeo*. AENOR.

CEDEX (2002). *XX Curso sobre tratamento de aguas residuales y explotación de estaciones depuradoras*. Ministerio de Fomento y Ministerio de Medio Ambiente (España).

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre redes de saneamiento y drenaje urbano*. Ministerio de Fomento.

CYII (2006). *Normas para redes de saneamiento y drenaje urbano*. Canal de Isabel II.

ELMASA *Especificaciones técnicas para diseño y construcción de estaciones de bombeo de aguas residuales*. Eléctrica de Maspalomas.

FLYGT (2004). *Bombas sumergibles y estaciones de Bombeo*. Adequa Ingeniería S.L.

HERNÁNDEZ, A. (1992). *Depuración de aguas residuales*. Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos.

METCALF y EDDY (1995). *Aguas residuales. Redes de alcantarillado y bombeo*. McGraw Hill.

UPC (2006). *Curso de hidrología urbana de Barcelona*.

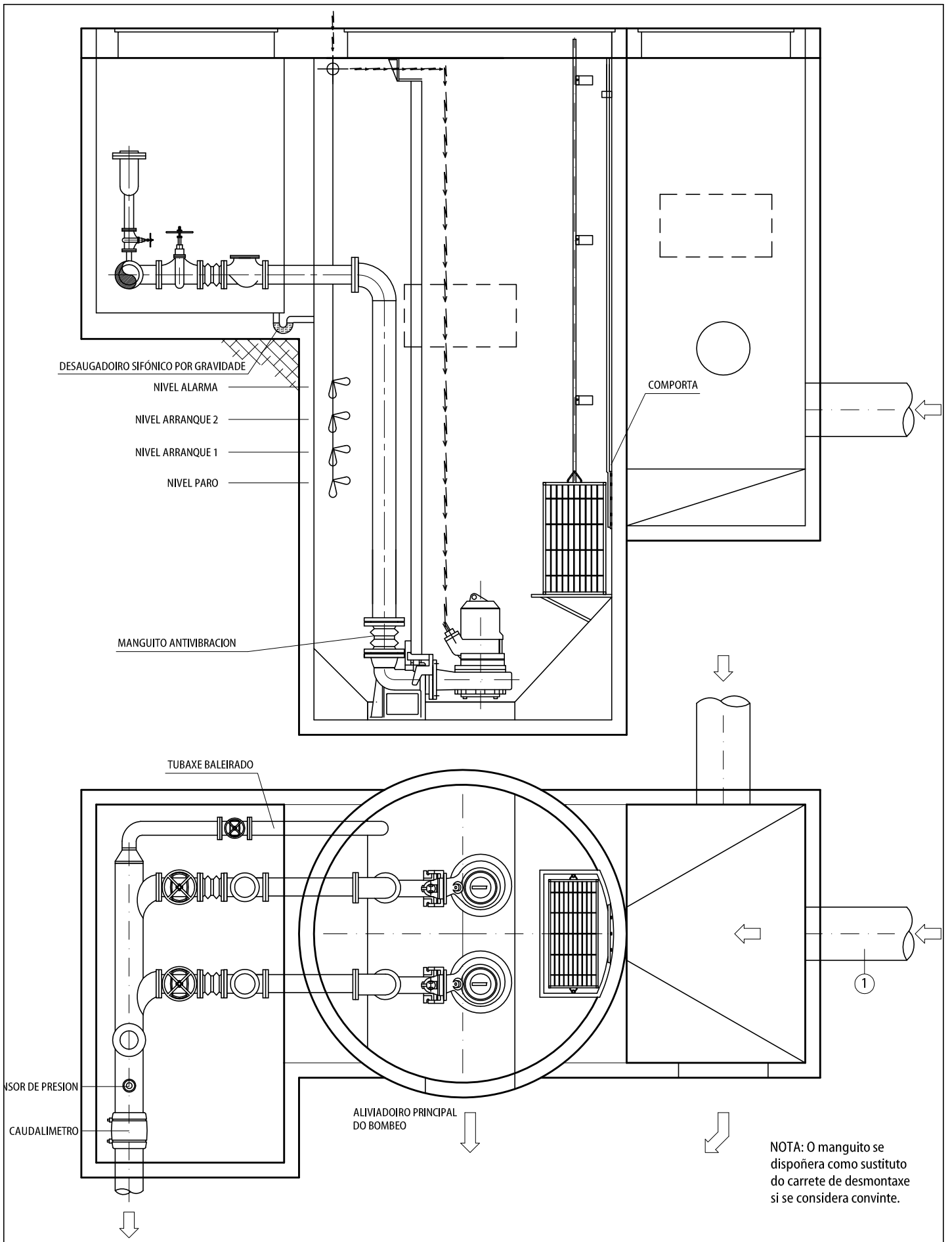
UPV (1991). *Estaciones de bombeo de aguas pluviales y/o residuales*. Consellería d'Industria, Comerç i turismu. Generalitat Valenciana.

URALITA (2004). *Manual de conducciones Uralita*. Thomson-Paraninfo.

ANEXO

DETALLES CONSTRUCTIVOS

- 1. POZO DE BOMBEO DE SECCIÓN CIRCULAR**
- 2. POZO DE BOMBEO DE SECCIÓN RECTANGULAR**



TÍTULO DO PLANO

Pozo de bombeo para menos de 10 L/s
Sección circular

ITOHG-SAN-2/4

INSTRUCCIÓNs TÉCNICAS PARA OBRAS HIDRÁULICAS EN GALICIA

TÍTULO	INSTRUMENTACIÓN, TELECONTROL E TELESUPERVISIÓN (ITOHG-SAN-2/4)
Data de elaboración	Novembro de 2009
Revisión vixente	Novembro de 2009



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS


augasdegalicia

EPOSH
EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS
E SERVIZOS HIDRÁULICOS

**INSTRUMENTACIÓN, TELECONTROL E TELESUPERVISIÓN
(ITOHG-SAN-2/4)**

Data	23 de Novembro de 2009		
Autores	José Anta Álvarez (GEAMA-UdC), Roberto Arias Sánchez (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Jean-Pierre Blanco Menéndez (EPOSH-Xunta de Galicia), David Hernáez Oubiña (EPOSH-Xunta de Galicia), Jerónimo Puertas Agudo (GEAMA-UdC), Esther M. Sánchez Briz (Augas de Galicia- Xunta de Galicia), Joaquín Suárez López (GEAMA-UdC), Efrén Sánchez Muiño (GEAMA-UdC).		
Revisores			
Modificacións	Data:	Modificado por:	Obxecto da modificación:

ÍNDICE

-
- 1.- OBXECTO
 - 2.- EXPLOTACIÓN AVANZADA DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO
 - 3.- COMPOÑENTES DO SISTEMA
 - 3.1.- *Sensores*
 - 3.2.- *Controladores Lóxicos Programables (PLC's)*
 - 3.3.- *Estacións remotas*
 - 4.- INSTRUMENTACIÓN E TELECONTROL DAS INFRAESTRUTURAS DA REDE DE SANEAMENTO
 - 4.1.- *Impulsións*
 - 4.2.- *Depósitos*

1.- OBXECTO

Esta instrucción ten por obxectivo presentar metodoloxías e as tecnoloxías necesarias para realizar unha explotación avanzada do sistema de saneamento que permita mellorar a xestión global do mesmo, pero ante todo, reducir os riscos de inundacións e a contaminación mobilizada cara o medio receptor.

En primeiro lugar definirase o que se entende por xestión avanzada dun sistema de saneamento, e as compoñentes que forman os sistemas integrados de saneamento. A continuación presentaranse as principais tecnoloxías que se poden empregar nas redes e infraestruras de saneamento e drenaxe, especialmente nos bombeos e depósitos.

A descrición da instrumentación non pretende ser exhaustiva nin demasiado técnica, sendo o obxecto principal da instrucción o de definir unhas recomendacións sobre o equipamento mínimo que se debe incluír no proxecto e obra das instalacións máis comúns.

2.- XESTIÓN AVANZADA DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO

Como xa se indicou na Instrucción ITOHG SAN-1/0, a xestión dos sistemas de saneamento require dunha aproximación integrada que considere a interrelación e dependencia de tódolos elementos que conforman o sistema. Esta visión holística permite falar de "sistemas integrais e integrados de saneamento e drenaxe", que deben xestionarse en base a criterios de planificación, deseño, explotación e mantemento específicos e avanzados (CEDEX, 2008).

Neste nova concepción da xestión das redes a explotación debe tomar un protagonismo crecente xa que permite mellorar a eficacia do sistema en termos de redución da contaminación mobilizada cara o medio receptor, dos impactos producidos sobre este, e tamén mellorando o control contra as inundacións.

Para levar a cabo a explotación dos sistemas de saneamento é preciso dispor dun conxunto de instalacións compoñentes e equipamentos: rede de sumidoiros, instalacións de regulación, sistemas de información e control, planta depuradora e equipamentos auxiliares.

A explotación do saneamento precisa tamén de medios complementarios: persoal, fundamentos e tecnoloxías, e recursos financeiros. Fanse necesarios profesionais preparados nas novas tecnoloxías. Polo tanto, requírese o coñecemento dunhas bases conceptuais, e ademais dispor metodoloxías e procedementos de traballo.

Tamén son necesarias unha serie de tecnoloxías informatizadas que permitan almacenar dun modo sinxelo e actualizable a información do sistema: cartografía, as redes, as características das infraestruturas, datos sobre calidade de auga. Estes sistemas informáticos tamén se poden empregar para actuar nas infraestruras de rede (telecontrol, p.ex dunha comporta da rede) e, nos estadios máis avanzados de xestión integral, para realizar predicións sobre o funcionamento do sistema ante un episodio de choiva, empregando modelos informáticos da rede e ferramentas de teledetección. Outros ámbitos de aplicación destas ferramentas poden ser as aplicacións de xestión técnico-administrativas, as de explotación centralizada, explotación de estacións depuradoras e xestión do mantemento da rede.

Por último, son necesarios recursos financeiros que permitan os medios anteriores, os equipamentos das instalacións e a mellora ou ampliación dos mesmos.

En xeral, podese dicir que un bo sistema de explotación centralizada de redes de saneamento debe cubrir as seguintes funcións (CEDEX 2007):

- a) Recollida de datos.** A función de recollida de datos realizarase como fase inicial da implantación dun sistema de saneamento centralizado.

É importante que previamente á recollida de datos se defina en gabinete que tipoloxía de datos se van a recoller, cales son as súas características (p.ex. un diámetro debe ser sempre un número ao que se deben

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

asociar unhas unidades), cal vai a ser a precisión coa que se van a rexistrar os mesmos (p.ex. se as coordenadas se toman cun GPS), etc. Nesta etapa tamén se deben definir que datos se van a recoller e cales non. O obxectivo desta fase previa é a de definir a estrutura da base de datos, que sempre se debe facer antes de iniciar o traballo de campo. Unha vez definida a estrutura dos datos, procederase a recoller a seguinte información:

- Cartografía base. Farase unha recompilación da información previa existente sobre a rede, tanto en formato papel como en formato dixital.
- Traballo de campo. Neste fase realizarase a recollida en campo da información da rede non dispoñible ou non actualizada. Tamén se debe facer un control da calidade dos datos dispoñibles (revisar se a información de base é correcta).
- Telesupervisión. É a recompilación a través de medios telemáticos da información en tempo real dos parámetros que definen o estado dinámico da rede (p.ex. radar meteorolóxico, pluviómetros, sensores de contaminación).

Por último, a fase de recollida de datos debe ser unha acción continua no tempo. É dicir, é fundamental que a información da rede se actualice coas novas obras ou coas modificacións que se vaian executando.

b) Almacenamento.

A información que se vaia recollendo na fase anterior debe almacenarse nun soporte informático axeitado. A definición do soporte debe realizarse antes de planificar a recollida de información e da definición das fases de análise e actuación de a rede. Isto significa que antes de comezar coa execución dun sistema de saneamento centralizado é fundamental saber cal é a situación actual, e que é o queremos facer coa xestión do sistema. Así, por exemplo, non é o mesmo rexistrar a información de niveis dun depósito que actuar sobre as comportas do mesmo para manter un caudal de saída constante cara a EDAR ou para evitar unha inundación ou reducir o número de verteduras cara o medio acuático.

A información recollida almacenase fundamentalmente en dous tipos de ferramentas informáticas:

- Sistema de Información Xeográfica (SIX). Os sistemas de información xeográfica (SIX ou GIS) son unha base de datos especializada que permite almacenar información cartográfica vectorial ou ráster (p.ex., a traza dunha conducción e unha foto aérea respectivamente) e asociar aos elementos cartográficos información alfanumérica e relacional (p.ex. o material, estado ou diámetro dunha conducción).
- Base de datos de rexistros históricos. Que é unha base de datos alimentada dende a telesupervisión (sistema SCADA) que almacena información variable no tempo.

c) Análise. Realízase a través da modelización do sistema de saneamento. Esta modelización aliméntase tanto do SIX como da base de datos de rexistros históricos e pode ser:

- Modelización "off-line": realízase con datos históricos e os seus resultados non son en tempo real.
- Modelización "on-line": realízase con datos históricos e tamén simultáneos á propia modelización. Os seus resultados representan os valores actuais das variables de estado do sistema (rede) modelizado e, polo tanto, pódense usar para actuación en tempo real.

d) Actuación. Que pode ter as seguintes aplicacións:

- Axuda á realización de proxectos: aplicacións clásicas de cálculo, CAD, seguimento, etc. Aliméntase da modelización "off-line".
- Explotación do sistema. Alimentada tanto da modelización "off-line" como da modelización "on-line".

Polo tanto, podemos concluír que a explotación centralizada de redes de saneamento ten como sustento tres sistemas informáticos: o sistema de información territorial, o sistema de modelización integral, e o sistema de telecontrol.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

3.- COMPOÑENTES DO SISTEMA

Para poder realizar unha xestión integrada do sistema é necesario dispor no sistema de saneamento unha serie de instrumentos que nos permitan coñecer o estado do sistema e que permita ademais, se é o caso, actuar sobre este.

Os compoñentes necesarios son os seguintes.

3.1.- Sensores

Pluviómetros

Son instrumentos que permiten determinar tanto a precipitación (volumen total de auga) como a intensidade da choiva. O coñecemento en tempo real das precipitacións só é necesario para poder actuar sobre o sistema coa axuda dun modelo "on-line" da rede.



Figura 1. Pluviómetro de balancín

Cando se instalen pluviómetros nun sistema de saneamento, recoméndase a instalación de pluviómetros tipo balancín debido a súa mecánica sinxela, ó seu razoable custo e á facilidade de integración co sistema de telecontrol, xa que permite rexistrar e enviar sinais convencionais (p.ex. tipo 4-20 mA).

Limnímetros e velocímetros

Son sensores que permiten medir en continuo os niveis de auga (calado) existentes nun determinado punto dun depósito ou da rede de sumidoiros. Poden ser fixos (situados permanentemente no mesmo punto) ou portátiles. As tipoloxías máis empregadas en redes de saneamento son as seguintes:

- **Piezorresistivos:** miden a presión debida á columna de auga que teñen por encima. Teñen como vantaxes o seu razoable custo de instalación e que permiten medir entradas en carga sen limitación algunha. A principal desvantaxe é que precisan dun mantemento moi continuado.
- **Ultrasóns:** instálanse nos pozos de rexistro ou cámaras construídas especialmente por encima dos colectores e miden o tempo que tardan en volver as ondas que emite tralo seu rebote coa lámina de auga. Presentan a vantaxe dun sinxelo mantemento e como principais desvantaxes destacan que en mollado deixa de medir e que presentan unha banda morta cerca do aparello (se a lámina supera a banda morta o equipo non rexistra os calados). Tamén se deberá prestar atención a posibles interferencias sónicas na frecuencia de traballo dos ultrasóns, xa que poden afectar as medidas dos equipos. Polo tanto, non son sistemas válidos para a súa instalación en pequenas conduccións ou en conduccións que entren en carga.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

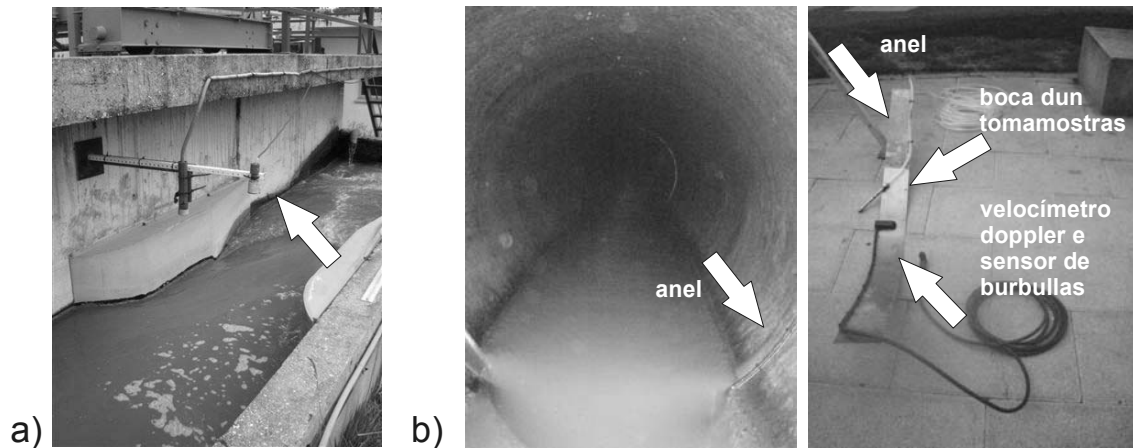


Figura 2. a) Limnómetro de ultrasonidos colocado en un aforador dunha EDAR e b) Detalle dun anel con transductor de velocidade e burbujas instrumentado nunha conducción de saneamento. O anel tamén conta coa toma para un equipo de recollida de mostrás automático

- **Radar:** similares en metodoloxía de funcionamento e instalación ós de ultrason, diferéncianse dos mesmos no tipo de onda coa que traballan (neste caso electromagnética). Son máis estables respecto ás variacións de temperatura.
- **De burbujas:** son sistemas nos que introducen burbujas de aire preto do fondo e mídese a presión necesaria para que as burbujas saian. O sistema determina o calado en función da presión xa que a maior calado, maior será a presión. Estes sistemas funcionan moi ben, pero como van mergullados, requiren certo mantemento.

En resumo, pode dicirse que para o rexistro de niveis en zonas non asolagables, con bastante espazo por riba da lámina de auga, os sistemas máis empregados son os de ultrason xa que ademais de ser competitivos en prezo, son sistemas abertos nos que é doado extraer unha sinal (habitualmente 4-20 mA) para o sistema de telecontrol ou para un logger que almacena os datos.

Cando non se conta con espazo suficiente ou é previsible que a sección se asolague, os limnómetros de burbujas ou piezorresistivos (sensores de presión) son unha boa opción. A principal desvantaxe desta tecnoloxía é o seu mantemento, xa que precisan ser limpados periodicamente para que funcionen correctamente.

Respecto ós criterios que determinan a colocación do limnómetro dentro do esquema da rede, os limnómetros deben colocarse en zonas onde sexa fácil obter unha curva de gasto ou relación altura-caudal (afastados de curvas, zonas de transición, etc.).

Para isto, será necesario dispor de algún dispositivo para a medida de velocidades. A tecnoloxía a empregar varía en función de se o fluxo vai a presión ou vai en lámina libre. Para fluxos a presión os caudalímetros son similares aos que se empregan nas redes de abastecemento, sendo os equipos máis habituais os de ultrason ou os electromagnéticos.

Para fluxos en lámina libre, as tecnoloxías habituais en saneamento son os velocímetros de efecto doppler que dan a velocidade media da sección. Coa determinación do nivel e a velocidade, pode determinarse o caudal polo método área-velocidade de xeito inmediato.

Unha boa estratexia pode ser a de ter algún caudalímetro portátil que pode ir movéndose pola rede para ir obtendo as curvas de afora ou gasto (relacións caudal-calado) da mesma. Unha vez determinadas a explotación da rede poder realizarse empregando sensores de nivel (limnómetros).

Outras veces pode empregarse unha estrutura de aforo, un aliviadoiro ou un desaugue, para determinar os caudais circulantes. En publicacións como o "Water Measurement Manual" (USDI, 2001) pode atoparse máis información sobre limnómetros, velocímetros e as curvas de gasto para as estruturas de aforo máis habituais. No Capítulo 6 da publicación "Gestión de las Aguas Pluviales" (CEDEX, 2008) recollese máis información sobre a instrumentación das redes de saneamento.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Sensores de estado

Son todos aqueles dispositivos que permiten coñecer o estado das instalacións. Destacan os seguintes:

- **Boias.** Permiten detectar niveis puntuais que son útiles e poden chegar a ser críticos, de cara ao control ou explotación dunha comporta ou estación de bombeo. Poden ser boias que ao envorcar pechen ou abran contactos, ou ben electrodos que ao ser comunicados pola auga pechen un circuíto. Este sinal conéctase ao cadro eléctrico, a unha entrada dixital da remota e pode ser utilizada nos programas de control local e, á vez, transmitida cara ao centro de control. Habitualmente as boias utilízanse como sensores de seguridade, xa que no suposto do fallo dun limnómetro de control as boias poden realizar a súa función sen corrente eléctrica.
- **Detectores de parada e marcha das bombas.** Permiten coñecer o estado dunha determinada bomba, tanto no cadro eléctrico como no centro de control por medio da conexión a estación remota.
- **Protectores das bombas (sondas térmicas).** Trátase de sondas que ao detectar un sobrequecemento dunha bomba, probablemente por traballar en baleiro, fan saltar unha protección que para ou deixa de alimentar esta bomba . É importante ter telecontroladas estas proteccións.
- **Finais de carreira.** Estes sensores indícanos o estado aberto/pechado dun actuador, xa sexan válvulas, bolquetes de limpeza, comportas de entrada ou saída, etc. Estes detectores poden ser mecánicos, inductivos, ultrasónicos, etc., dependendo da tecnoloxía e localización de cada un dos actuadores.
- **Sensor de estado do grupo electrógeno.** Cando os actuadores dispón dun grupo electrógeno para alimentalos en caso de fallo da rede eléctrica, é importante coñecer tanto o estado de funcionamento do mesmo (marcha/paro), como as principais variables que caracterizan o seu funcionamento: nivel de aceite correcto, avaría, etc.
- **Sensores de intrusismo (detectores de presenza).** Estes sensores indícanos se pode haber alguén no interior dunha instalación. Poden ser contactores en portas ou volumétricos ou detectores de presenza.

Cámaras de TV

Nalgúns depósitos pódense instalar cámaras de televisión en cor para supervisar desde o centro de control as operacións que se realizan no depósito. Estas cámaras de TV han de estar monitorizadas, para poder movelas dende o centro de control. O sistema de comunicacións ata o centro de control é aconsellable que sexa de fibra óptica ou de RSDI. Teñen que estar protexidas cun sistema de calefacción.

3.2.- Controladores Lóxicos Programables (PLC's)

Os controladores lóxicos programables son equipos que se empregan para:

- Realizar o control (enviar consignas) dos actuadores dalgúns equipos en función das sinais que reciban dos sensores da rede (p.ex. sensores de nivel ou posición).
- Rexistro da posición e número de manobras realizadas.
- Adquisición dos sinais indicativos do estado de funcionamento, das proteccións eléctricas, das proteccións mecánicas e do grupo electrógeno.
- Intercambio da información obtida dos equipos ata o centro de control a través das estacións de control.

Para poder levar a cabo unha regulación avanzada e un seguimento dende o centro de control é importante que cada equipo este conectado a un PLC ou unha estación remota para poder realizar unha comunicación bidireccional en tempo real entre o centro de control e o equipo.

Dado que durante un episodio de choiva poden existir fallos de comunicación co centro de control e co obxectivo de non perder datos sobre o funcionamento do sistema, os PLC's deberán gardar os datos con data e hora para poder recuperalos posteriormente.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
------------------	------------------	---

Por este motivo tamén é fundamental que os equipos de regulación de caudais (p.ex. comportas) ante un corte eléctrico se coloquen en posición de seguridade e non provoquen unha situación de risco (ver no apartado 5.1.4 da ITOGH - SAN 2.1).

3.3.- Estacións remotas

As estacións remotas empréganse para adquirir dun xeito centralizado a información relativa ao funcionamento dos actuadores, a situación das alarmas e de seguridade asociadas a unha infraestrutura da rede de saneamento como por exemplo un depósito.

As estacións remotas tamén permiten realizar funcións de control dos actuadores ou rexistrar as manobras realizadas de forma similar aos PLCs. A propia estación tamén é a responsable de enviar a información obtida polos equipos ata o centro de control para deste xeito, se é preciso, poder controlar e actuar sobre algún dos dispositivos da infraestrutura.

Tanto se a través da estación se pode telecontrolar a estrutura ou non, a estación remota debe estar programada para poder realizar o control automatizado da infraestrutura na que está ubicada a partir das sinais recibidas a través dos sensores instalados.

Así, por exemplo, unha comporta de regulación dun depósito de retención debe estar controlada por una estación a través dun PLC que vaia abrindo ou pechando a comporta (enviando consignas) en función do nivel da auga existente na cámara do depósito. Este é o único xeito de regular un depósito que envíe grandes caudais cara a EDAR (ver nas ITOHG SAN 1-5 e SAN 2-3).

Por último, a linguaxe de programación e os protocolos de comunicación dos PLCs, estacións remotas e demais equipos instalados na rede (variadores de frecuencia, analizadores da rede eléctrica, etc), serán estándares de carácter de non propietario, como o protocolo MODBUS, e non limitarán a conectividade de equipos de diferentes casas comerciais.

4.- INSTRUMENTACIÓN E TELECONTROL DAS INFRAESTRUTURAS DA REDE DE SANEAMENTO E DRENAXE

4.1.- Impulsións

4.1.1.- Instalacións básicas

Para controlar a marcha e paro das bombas é preciso dispor de sensores que indiquen o nivel de auga dentro do pozo. Por iso, é recomendable que, independentemente do tamaño da estación de bombeo, dispóñanse sempre sensores de nivel para o accionado automático das bombas dos dous seguintes tipos:

- Reguladores (boias), a diferentes alturas, que accionan as bombas en función do nivel alcanzado pola auga.
- Sensores de nivel (de tipo piezorresistivo, ultrasónico ou de radar), que permiten unha regulación das bombas máis avanzada en función do nivel e da velocidade de enchido do depósito.

No caso de que a cámara de bombeo se atope dividida en varios compartimentos, disporanse sensores de nivel en cada un deles.

As boias han de estar situadas nunha cámara tranquilizadora, xa sexa de obra, xa de chapa. Esta cámara tranquilizadora serve para evitar os movementos bruscos das boias ao entrar a auga no pozo de bombas.

Deberá tamén disporse unha sonda que permita saber se está vertendo polo aliviadoiro de reserva.

Ademais, será sempre necesaria unha boia de seguridade de nivel mínimo que actúe directamente sobre o cadro electrónico de control e pare todas as bombas para impedir que estas traballen en baleiro.

No interior da caseta débese colocar un armario que conteña o cadro eléctrico cos automatismos necesarios de instrumentación e control para, polo menos, as seguintes operacións:

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

- Arranque e parada das bombas en función do nivel.
- Parada das bombas por sobrepresións.
- Accionamento mecánico dos sistemas de desbaste (no seu caso).
- Protección térmica dos motores e internas das bombas. Estas sondas deben medir temperatura e humidade.
- Alarmas.
- Toma eléctrica de 220V para facilitar a conexión dos equipos necesarios nas actividades de operación e mantemento.

É importante ter a posibilidade de centralizar o mando e control de varias estacións de bombeo das mesmas características, someténdolas a unha regulación en tempo real integral e conxunta co sistema de drenaxe urbana do que forman parte.

É recomendable que as estacións de bombeo dispoñan dun PLC ou estación remota que permita controlar e regular o funcionamento das bombas, de maneira que os niveis de auga na cámara de aspiración se manteñan nos valores previamente fixados. As funcións principais serán:

- Controlar o bombeo en función dos sensores de nivel.
- Rexistro dos instantes de marchas e paros das bombas e número total de manobras.
- Adquisición dos sinais indicativos do estado de funcionamento das bombas, das proteccións eléctricas, e do grupo electrógeno existente na estación, así como do resto dos equipos.
- Intercambio da información obtida dos equipos ata o centro de control.

Dado que durante un episodio de choiva poden existir fallos de comunicación co centro de control e a fin de que non se perdan datos sobre o funcionamento do sistema, o PLC deberá gardar os datos con data e hora para poder recuperalos posteriormente.

4.1.2.- Instalacións eléctricas

A instalación eléctrica básica das estacións de bombeo debe comprender, polo menos, os seguintes elementos:

- Cadro de distribución.
- Centro de control dos motores.
- Aparellaxe electrónico adicional (botóns de arranque dos motores, cadros eléctricos, etc.).
- Cableado de forza e manobra.
- Instalación de alumado.
- Instalación de terra.

Os elementos de seguridade eléctricos a considerar son:

- Reames automáticos. Recoméndase dotar aos bombeos dos reames automáticos das proteccións magnetotérmicas e das sondas térmicas (se existen) de cada unha das bombas. Adecuando estes sistemas e preparando os protocolos de traballo para evitar que o rearme poida provocar accidentes nos operarios de mantemento.
- Arrancadores estáticos. Este importante sistema incorpora a electrónica necesaria para:
 - o Asegurar unhas curvas de arranque e parada suave das bombas, evitar picos de corrente e tensión que poden provocar: golpes de ariete, rupturas de cadeas, deterioro e desgaste, caídas de alimentación, etc.
 - o Protexer a instalación eléctrica (magnetotérmicos, diferenciais).
 - o Protección de subcargas, útil para evitar cavitación das bombas.
 - o Recocto das horas de funcionamento e do número de manobras.
 - o Rearmar automaticamente ou vía operador centralizado as proteccións, tanto eléctricas como sondas térmicas.
 - o Levar a cabo un control histórico de fallos.

4.1.3.- Regulación do caudal

Cando sexa necesario instalar variadores de frecuencia nas bombas será preciso que para a correcta regulación da velocidade das bombas e, polo tanto, da velocidade de bombeo, se instale un medidor de nivel en continuo como p.ex. de ultrasóns.

XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

Cando non se dispoña de variador de frecuencia, a regulación do caudal pode realizarse mediante varias boias, complementarias á de urxencia ou alarma.

Cando a potencia das bombas sexa superior á que determine a necesidade de instalar variadores de frecuencia, deberíanse instalar, ademais, dúas boias, unha para o nivel mínimo e outra para o máximo que permitan regular o caudal en caso de avaría do medidor en continuo. O sistema de medida en continuo debe dispor dunha alarma que avise da avaría ou malfuncionamento do mesmo.

Cando se instalen, os variadores débense instalar no armario controlador programable, sendo recomendable que vaian equipados cos seguintes equipos para os sinais de operación e control:

- Regulador PID interno.
- Tarxeta de comunicación que posibilite o control do variador dende algún equipo remoto.
- Varias entradas analóxicas e dixitais.
- Varios relés de saída .
- Panel de control LCD.

Os variadores deben cumprir coa normativa de seguridade vixente en España para aparellos instalados en locais húmidos, e coa Directiva Europea de compatibilidade electromagnética 89/336/CEE e as súas modificacións posteriores. En particular, a compatibilidade electromagnética destes equipos debe ser conforme ás normas UNE-EN 55.011 e UNE-EN 60.000-6. A seguridade eléctrica de be cumprir coa norma UNE-EN 61.010.

4.1.4.- Grupo electrógeno

Nos bombeos situados en zonas sensibles ou que carezan da posibilidade de alivio en caso de parada eléctrica, débese dispor a instalación dun grupo electrógeno con capacidade suficiente para alimentar aos equipos electromecánicos da estación de bombeo (bombas, polipasto, reixas, culler, etc.). Iso permite cubrir os fallos na subministración eléctrica, que precisamente afán producirse nos momentos críticos, por exemplo, nun episodio de choiva. Este elemento é tanto máis importante canto máis crítico e importante sexa o bombeo en cuestión.

Será necesario que esta caseta estea ben ventilada e que exista un sistema efectivo de extracción de fumes do grupo electrógeno.

4.2.- Depósitos

A operación dos depósitos de detención de augas pluviais convén que estea fundamentada nun sistema de telecontrol centralizado que permita unha operación eficaz e coordinada cos demais elementos da rede. Para iso, é preciso dispor de sensores de nivel no interior do depósito e nos puntos críticos a protexer que nos indiquen en tempo real o estado destes.

Un sistema completo de telecontrol comprende o sistema básico de coñecemento das magnitudes variables da rede, a telesupervisión de choiva, niveis e caudais, calidade da auga, etc., así como o telemando das instalacións da rede que regulen a distribución de caudais e os vertidos ao medio.

En xeral, está formado por sensores (limnímetros, detectores de gases, sensores de intrusismo, boias de niveis de seguridade, etc.), actuadores (clapetas, bombas, electroválvulas, etc.), microordenadores industriais locais, estacións remotas, subcentros de control, control de módulo, comunicacións, centro de control e aplicacións informáticas (SCADA, programas de cálculo, de control dos actuadores e de traspaso á Base de Datos de Explotación -BDE-).

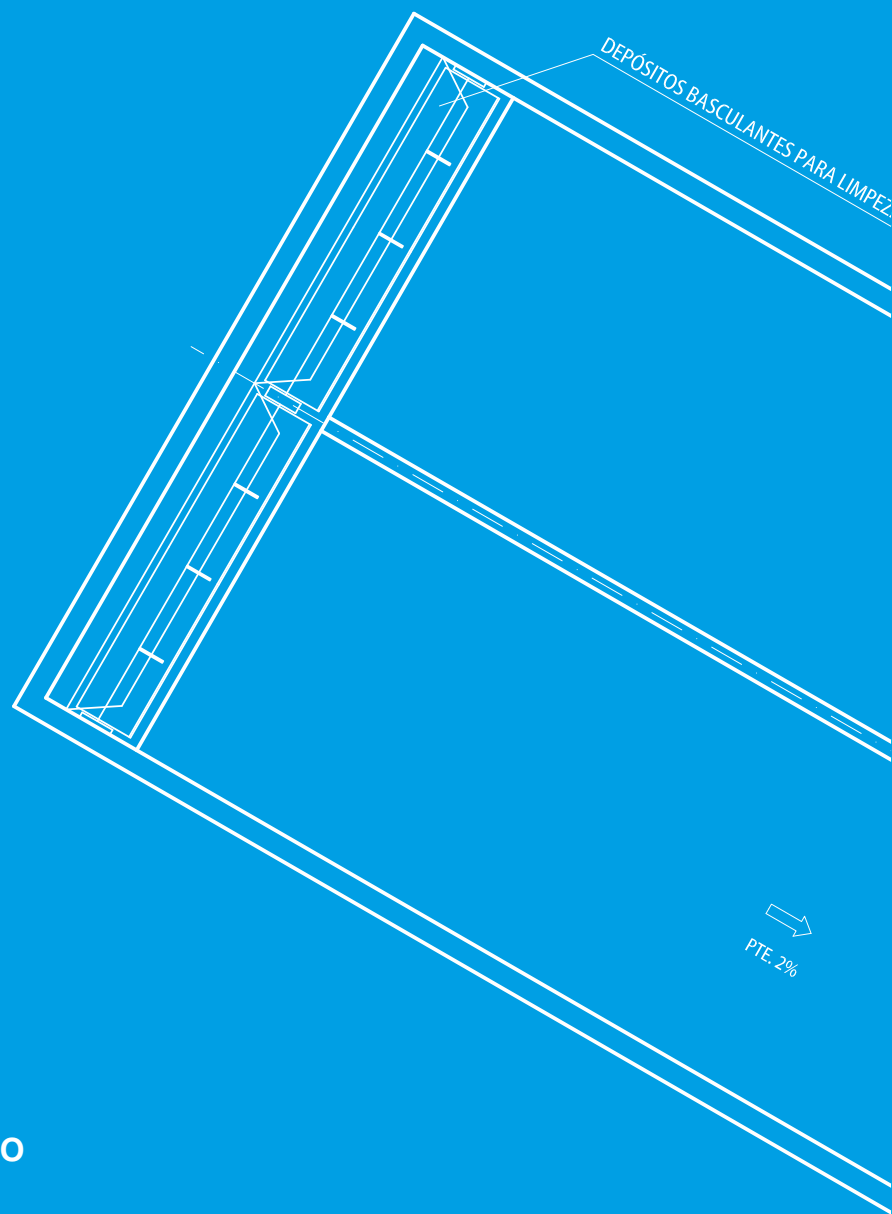
XUNTA DE GALICIA	AUGAS DE GALICIA	EMPRESA PÚBLICA DE OBRAS E SERVICIOS HIDRÁULICOS
-------------------------	-------------------------	---

BIBLIOGRAFÍA

CEDEX (2007). *Guía técnica sobre rede de saneamiento y drenaje urbano*. Ministerio de Fomento.

CEDEX (2008). *Gestión de las aguas pluviales. Implicaciones en el diseño de los sistemas de saneamiento y drenaje urbano*. Ed. J. Puertas, J. Suárez y J. Anta.

USDI (2001). *Water Measurement Manual*. Bureau of Reclamation, U.S. Department of Interior. Disponible electrónicamente en: www.usbr.gov/wrrl/fmt/wmm



ITOGH –SAN. SISTEMAS SANEAMENTO

DESEÑO DA REDE

SAN-1/0.	SISTEMAS DE SANEAMENTO
SAN-1/1.	CÁLCULO DE CAUDAIS EN SANEAMENTO
SAN-1/2.	TRAZADO DE REDES DE SANEAMENTO
SAN-1/3.	CÁLCULO HIDRÁULICO DE CONDUCCIÓN
SAN-1/4.	TÉCNICAS DE DRENAXE URBANA SOSTIBLE
SAN-1/5.	CÁLCULO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS
SAN-1/6.	CÁLCULO DE ESTACIONES DE BOMBEO

CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS DE SANEAMENTO

SAN-2/1.	CONSIDERACIÓNS XERAIS. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DAS REDES DE SANEAMENTO
SAN-2/2.	DESEÑO DE DEPÓSITOS EN SISTEMAS UNITARIOS.
SAN-2/3.	DESEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO.
SAN-2/4.	INSTRUMENTACIÓN, TELECONTROL E TELESUPERVISIÓN