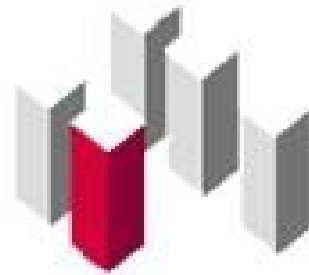


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE
EDIFICACIÓN



ANÁLISIS DE LA EXIGENCIA DE LA HS-5
DEL CTE EN LA EJECUCIÓN DE LAS
BAJANTES Y DIAGNÓSTICO DE FALLO
MEDIANTE SIMULACIÓN DINÁMICA
POR ELEMENTOS FINITOS

PROYECTO FIN DE CARRERA

AUTORA:

CAMILLA FEMIANO

DIRECTORES/PROFESORES DE LA UPV:

Paloma Arrué Burillo
Antonio M. Romero Sedó

Valencia, 15 de junio de 2011



INDICE

	Página
1.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.	1
1.1.- INTRODUCCIÓN.	1
1.2.- OBJETIVOS DEL PROYECTO.	2
2.- ANTECEDENTES.	3
3.- NORMATIVA.	4
3.1.- AMBITO DE APLICACIÓN.	4
3.2.- EXIGENCIAS.	4
3.2.1.- <i>Gravedad.</i>	4
3.2.2.- <i>Trazado de la red y diámetros.</i>	4
3.3.- MATERIAL DE LAS CANALIZACIONES Y DE LOS ACCESORIOS.	4
3.4.- MANTENIMIENTO.	6
3.5.- DISEÑO.	6
3.5.1.- <i>Redes de pequeña evacuación.</i>	6
3.5.2.- <i>Bajantes: bajantes pluviales, bajantes de residuales.</i>	6
3.5.3.- <i>Colectores: colectores colgados, colectores enterrados.</i>	6
3.6.- RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN: CARACTERÍSTICAS.	7
3.6.1.- <i>Condiciones:</i>	7
3.6.2.- <i>Conexión a la bajante:</i>	7
3.6.3.- <i>Sujeción:</i>	7
3.7.- BAJANTES: CARACTERÍSTICAS	8
3.7.1.- <i>Condiciones:</i>	8
3.7.2.- <i>Fijación:</i>	8
3.7.3.- <i>Protecciones:</i>	8
3.7.4.- <i>Uniones</i>	8
3.8.- DIMENSIONADO.	9
3.8.1.- <i>Redes de pequeña evacuación</i>	9
3.8.2.- <i>Bajantes residuales</i>	10
3.8.3.- <i>Colectores residuales.</i>	10



4.- ESTADO DEL ARTE.

4.1.- MECANICA DE FLUIDOS	11
4.1.1.- <i>Introducción</i>	12
4.1.2.- <i>Propiedades de los fluidos</i>	12
4.1.2.1.- ANTECEDENTES HISTORICOS	12
4.1.2.2.- CONCEPTOS BASICOS	12
4.1.2.2.1.- DEFINICION DE FLUIDO	13
4.1.2.2.2.- SISTEMA DE UNIDADES	14
4.1.2.3.- PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS	14
4.1.2.3.1.- MASA ESPECÍFICA, PESO ESPECÍFICO Y DENSIDAD.	14
4.1.2.3.2.- VISCOSIDAD.	14
4.1.2.3.3.- COMPRESIBILIDAD.	15
4.1.2.3.4.- PRESIÓN DE VAPOR.	15
4.1.2.3.5.- TENSIÓN SUPERFICIAL.	16
4.1.2.3.6.- VALORES TÍPICOS DE LAS PROPIEDADES DE FLUIDOS MÁS USUALES.	16
4.1.2.4.- PRINCIPIO DE ARQUIMIDES	16
4.1.3.- <i>Estática de fluidos</i>	18
4.1.3.1.- INTRODUCCION	18
4.1.3.2.- ESTÁTICA DE FLUIDOS O HIDROSTÁTICA	18
4.1.4.- <i>Dinámica de fluidos</i>	19
4.1.4.1.- INTRODUCCION	19
4.1.4.2.- DINÁMICA DE FLUIDOS O HIDRODINÁMICA	20
4.1.4.2.1.- FLUJOS INCOMPRESIBLES Y SIN ROZAMIENTO	20
4.1.5.- <i>Análisis puntual del comportamiento dinámico de los fluidos</i>	21
4.1.5.1.- INTRODUCCION	21
4.1.5.2.- EL TEOREMA DE BERNOULLI	21
4.1.5.3.- FLUJOS VISCOSOS: MOVIMIENTO LAMINAR Y TURBULENTO	22
4.1.5.3.1.- FLUJOS DE LA CAPA LÍMITE	23
4.1.5.3.2.- FLUJOS COMPRESIBLES	24
4.1.6.- <i>Aplicaciones y ramas de la mecánica de fluidos</i>	25
4.1.6.1.- INTRODUCCION	25
4.1.6.2.- AERODINAMICA	26



	Página
4.1.6.3.- SUPERSÓNICA	26
4.1.6.4.- ONDAS DE CHOQUE	26
4.1.6.5.- MAXIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA	27
4.1.6.6.- REGLA DE LAS SUPERFICIES	27
4.2.- COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS MATERIALES	29
4.2.1.- Introducción	30
4.2.2.- Tipos de fallos	30
4.2.2.1 -FALLOS POR DEFORMACIÓN.	30
4.2.2.1.1- DEFORMACIONES INDEPENDIENTES DEL TIEMPO.	30
4.2.2.1.2 -DEFORMACION DEPENDIENTE DEL TIEMPO (CREEP).	32
4.2.2.2- FRACTURA.	33
4.2.2.2.1- FRACTURA FRÁGIL.	33
4.2.2.2.2- FRACTURA DÚCTIL.	34
4.2.2.2.3 -OTRAS CONSIDERACIONES.	35
4.2.3.-Fuentes fundamentales de fallo.	36
4.2.3.1 -DEFICIENCIAS EN EL DISEÑO.	36
4.2.3.1.1 CONCENTRADORES DE TENSIÓN.	36
4.2.3.1.2 CAMBIOS EN EL DISEÑO INICIAL.	37
4.2.3.1.3 CAMBIOS A CONDICIONES MÁS SEVERAS DE SERVICIO.	37
4.2.3.1.4 CRITERIOS DE DISEÑO INSUFICIENTES.	38
4.2.3.2 -DEFICIENCIAS EN LA SELECCIÓN DEL MATERIAL.	39
4.2.3.2.1- INADECUACIÓN DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE TRACCIÓN.	39
4.2.3.3 -IMPERFECCIONES EN EL MATERIAL.	39
4.2.3.4 -DEFICIENCIAS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN.	39
4.2.3.5- ERRORES EN EL ENSAMBLADO.	40
4.2.3.5.1 -NEGLIGENCIA DEL OPERADOR.	40
4.2.3.5.2- ESPECIFICACIONES INADECUADAS DE PROCEDIMIENTO.	41
4.2.3.5.3 –DESALINEAMIENTOS	41
4.2.3.6- CONDICIONES DE SERVICIO IMPROPIAS.	41
4.2.3.6.1- CONDICIONES TRANSITORIAS.	41
4.2.3.6.2- MANTENIMIENTO INADECUADO.	42
4.2.4.-Clasificación de materiales.	42



	Página
4.2.4.1. -CARACTERÍSTICAS BÁSICAS.	42
4.3.- RESISTENCIA DE MATERIALES.	44
4.3.1.- Resistencia de materiales.	44
4.3.1.1.- CONCEPTOS.	44
4.3.1.2. - HIPÓTESIS FUNDAMENTALES.	46
4.3.1.3. - MÉTODO.	47
4.3.2. - Conceptos de tensión y de deformaciones específicas.	49
4.3.3.- Algunas propiedades de los materiales.	52
4.3.3.1.- ELASTICIDAD Y PLASTICIDAD.	52
4.3.3.2.- LEY DE HOOKE.	52
4.3.3.3.- DIAGRAMA TENSIÓN - DEFORMACIÓN (σ - ϵ) DEL ACERO COMÚN.	53
4.3.3.4.- DIAGRAMA TENSIÓN – DEFORMACIÓN PARA OTROS MATERIALES.	56
4.3.3.5. DIAGRAMAS IDEALES	57
4.3.4.-Constantes elásticas.	58
4.3.4.1.-MÓDULO DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL (E).	58
4.3.4.2.- MÓDULO DE ELASTICIDAD TRANSVERSAL (G).	59
4.3.4.3.- MÓDULO DE ELASTICIDAD DE VOLUMEN (K)	60
4.3.4.4.- COEFICIENTE DE POISSON.	61
4.3.5.-Conceptos de coeficientes de seguridad, de tensión admisible y de carga admisible.	62
4.3.6.-Energía potencial de deformación.	64
4.4- MECANICA DE LA FRACTURA	66
4.4.1.-Importancia de la mecánica de la fractura.	66
4.4.1.1.-CONCEPTO DE MECÁNICA DE LA FRACTURA.	66
4.4.1.2.- EJEMPLOS HISTÓRICOS DE FALLOS POR FRACTURA.	67
4.4.1.3.- LA MECÁNICA DE LA FRACTURA Y EL DISEÑO MECÁNICO.	68
4.4.2.-Modos de apertura de grieta.	69
4.4.3.- Mecánica de la fractura vs. resistencia de materiales.	70
4.4.4.-Las grietas como concentradores de tensiones.	72
4.4.5.- Comportamiento en el entorno del extremo de grieta en materiales reales.	73
4.4.6.- M.f. elástico lineal y m.f. elasto-plástica.	74
4.4.7.-Ley de paris.	75



4.5- METODO DE LOS ELEMENTOS FINITOS	78
4.5.1.- <i>Historia del método de elementos finitos.</i>	78
4.5.2.- <i>Introducción a la notación matricial.</i>	81
4.5.3.- <i>El papel de la computadora en la solución de matrices</i>	81
4.5.4.- <i>Aspectos generales del método de elementos finitos.</i>	83
4.5.5.- <i>Método de elementos finitos.</i>	84
4.5.6.- <i>Estructura y funciones de un programa de elementos finitos.</i>	85
4.5.7.- <i>Aplicaciones para el método de elementos finitos</i>	86
4.5.8.- <i>Pasos para el análisis por el método de elementos finitos en Solid Works</i>	87
4.5.8.1.- <i>DISCRETIZAR O MODELAR LA ESTRUCTURA.</i>	87
4.5.8.2.- <i>DEFINICIÓN DE LAS PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS.</i>	88
4.5.8.3.- <i>ENSAMBLE DE LAS MATRICES DE RIGIDEZ.</i>	88
4.5.8.4.- <i>APLICACIÓN DE CARGAS.</i>	88
4.5.8.5.- <i>DEFINICIÓN DE CONDICIONES DE FRONTERA.</i>	88
4.5.8.6.- <i>SOLUCIÓN DEL SISTEMA DE ECUACIONES ALGEBRAICAS LINEALES.</i>	88
4.5.8.7.- <i>CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS.</i>	88
5- DIMENSIONAMIENTO DE BAJANTES POR GRAVEDAD MEDIANTE SIMULACIÓN POR ELEMENTOS FINITOS.	89
5.1. -DIMENSIONAMIENTO DE BAJANTES.CALCULO ANALITICO.	89
5.1.1- <i>Introducción.</i>	89
5.1.2.- <i>Diámetro de bajantes mediante la ecuación empírica de unter, babbitt y dawson-kalinske.</i>	90
5.1.3.- <i>Diametro de bajante por j.a. swaffield y l.s. gallowin.</i>	91
5.1.4- <i>Altura terminal por j.a.swaffield y l.s.gallowin (mecánica de fluidos).</i>	94
5.2.- CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES, PROPIEDADES DEL AGUA Y CONDICIONES DE DISEÑO.	96
5.2.1.- <i>Materiales rugosos.</i>	96
5.2.1.1.- <i>ACERO GALVANIZADO.</i>	96
5.2.1.2.- <i>CONDICIONES DINÁMICAS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA.</i>	98
5.2.2.- <i>Materiales lisos</i>	99
5.2.2.1.- <i>COBRE, LATÓN, BRONCE Y ALUMINIO.</i>	99
5.2.2.2.- <i>CONDICIONES DINÁMICAS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA</i>	103



	Página
5.2.2.3.- POLIETILENO Y POLIVINILO DE CLORURO.	104
5.2.2.4.- CONDICIONES DINÁMICAS Y CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	107
5.3.- MALLADO.	108
5.3.1.- Introducción	108
5.3.2.- Características de mallado	110
5.4.- PROCEDIMIENTO Y TEORÍA DE VON MISSES.	111
5.4.1.- Procedimiento.	111
5.4.2.- Teoría de la energía de distorsión de von misses.	111
5.4.3.- Cálculo por el método de elementos finitos.	116
5.4.3.1.- ACERO GALVANIZADO	116
5.4.3.1.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISSES	116
5.4.3.1.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X"	121
5.4.3.1.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z"	126
5.4.3.1.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	131
5.4.3.2.- ALUMINIO	132
5.4.3.2.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISSES	132
5.4.3.2.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X"	137
5.4.3.2.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z"	142
5.4.3.2.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	147
5.4.3.3.- BRONCE	148
5.4.3.3.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISSES	148
5.4.3.3.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X"	154
5.4.3.3.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z"	159
5.4.3.3.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	164
5.4.3.4.- COBRE	165
5.4.3.4.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISSES	165
5.4.3.4.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X"	170
5.4.3.4.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z"	175
5.4.3.4.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	180
5.4.3.5.- LATÓN	181
5.4.3.5.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISSES	181
5.4.3.5.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X"	186
5.4.3.5.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z"	191



	Página
5.4.3.5.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	196
5.4.3.6.- POLIETILENO	197
5.4.3.6.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISES	197
5.4.3.6.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X"	202
5.4.3.6.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z"	207
5.4.3.6.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	212
5.4.3.7.- POLICLORURO DE VINILO	213
5.4.3.7.1.- RESULTADOS DE TENSIÓN POR MÉTODO DE VON MISES	213
5.4.3.1.2.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "X"	218
5.4.3.1.3.- RESULTADOS DE DESPLAZAMIENTOS EN EL EJE "Z"	223
5.4.3.1.4.- FACTOR DE SEGURIDAD MÍNIMO	228
6- CONCLUSIONES.	229
7- SOFTWARE Y HARDWARE DE TRABAJO.	233
7.1 – SOLIDWORKS	233
7.1.1 - <i>Antecedentes y herramientas similares</i>	233
7.1.2.- <i>Resumen</i>	233
7.1.3.- <i>Desventajas</i>	234
7.1.4.- <i>Proceso típico de realización de un cálculo</i>	235
7.2- CES SELECTOR	235
7.3- HARDWARE	235
8- BIBLIOGRAFIA.	237



ANÁLISIS DE LA EXIGENCIA HS-5 DEL CTE EN LA EJECUCIÓN DE LAS BAJANTES
Y DIAGNÓSTICO DEL FALLO MEDIANTE SIMULACIÓN DINÁMICA
POR ELEMENTOS FINITOS



1

JUSTIFICACIÓN
DEL PROYECTO

1

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1.- INTRODUCCIÓN.

Este proyecto describe parte del desarrollo de análisis y diagnóstico del fallo en instalaciones con transporte de fluidos y los resultados obtenidos mediante el Método de Elementos Finitos (MEF o FEM) para dichos fallos. La finalidad de este trabajo ha sido determinar las posibilidades de este método numérico para el análisis de algunas patologías y la importancia de su uso en la etapa de diseño de productos.

La metodología ha consistido; en estudiar que dictamina el código técnico en cuanto a las bajantes.

Se ha simulado mediante programa informático las diferentes posibilidades de bajantes con la colocación de argollas a la máxima distancia que recomienda el código técnico.

Se ha utilizado para la simulación, bajantes empleando 7 tipos de diámetros diferentes 50, 75, 90, 110, 125, 160, 200 mm, siendo estos los diámetros más utilizados, combinados con los 7 tipos de material más empleados que son el acero galvanizado, cobre, aluminio, latón, bronce, polietileno y PVC.

Mediante los datos obtenidos se ha realizado unas conclusiones del P.F.C. y su comparativo con el CTE.

Para la resolución del problema se han abordado disciplinas como la Mecánica de Fluidos, Ciencia de los Materiales y Resistencia de Materiales.

1.2.- OBJETIVOS DEL PROYECTO.

El objetivo es ampliar los conocimientos científicos técnicos conjuntamente con los adquiridos por el plan de estudios de la ETSIE a los Elementos Finitos en el campo de las instalaciones con transporte de fluidos viscosos.



Contenidos:

- a) Dimensionamiento de las bajantes mediante el CTE y su comparación con los datos obtenidos.
- b) Toma de datos y muestras de patologías de las instalaciones reales con transporte de fluidos.
- c) Análisis previo de diagnóstico del fallo de las muestras.
- d) Consulta en la base de datos científica del tipo de material: características mecánicas, térmicas, ópticas, etc.
- e) Cálculo por Elementos Finitos para confirmar el diagnóstico del fallo y cuantificar los valores de tensión, deformación, etc.
- f) Informe del diagnóstico del fallo.

2

ANTECEDENTES

2

ANTECEDENTES

La realización de este estudio permite predecir el comportamiento real de la bajante analizada en condiciones de carga y el efecto que tiene, según el tipo de material y el diámetro de la bajante, sobre su resistencia. Es decir, estudia las cargas estáticas y dinámicas para determinar el rendimiento de los diseños realizados en condiciones de tensión, deformación y desplazamiento.

Mediante el diseño de todos los componentes que conforman una bajante, se le ha aplicado condiciones idénticas a las que experimenta en la realidad, para **evaluar el ciclo de vida de piezas y ensamblajes y su impacto medioambiental**.

La simulación ha permitido hacer cálculos sobre los distintos materiales **detectando los posibles defectos de la instalación**.

En conclusión este estudio describe el desarrollo de análisis y diagnóstico de fallo en una instalación de evacuación de agua, permitiendo determinar patologías y observar la **importancia de la etapa de diseño de productos**.

3

NORMATIVA

3

NORMATIVA

3.1.- ÁMBITO DE APLICACIÓN:

Instalaciones de evacuación de aguas residuales y pluviales en edificios de nueva construcción, así como a las ampliaciones, modificaciones, reformas o rehabilitaciones de las existentes en las que se amplíe el número o la capacidad de los aparatos receptores existentes en la instalación.

3.2.- EXIGENCIAS

3.2.1.- GRAVEDAD

Los distintos colectores y bajantes del edificio desaguarán, siempre por gravedad.

3.2.2.- TRAZADO DE LA RED Y DIÁMETROS

Las tuberías de la red de evacuación seguirán un trazado lo más sencillo posible, respetarán unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos y serán autolimpiables. Se evitará en todo momento la retención de aguas en su interior.

Sus diámetros serán los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras.

3.3.- MATERIAL DE LAS CANALIZACIONES Y DE LOS ACCESORIOS

Se consideran adecuadas las canalizaciones que tengan las características específicas establecidas en las siguientes normas:

Tuberías de fundición normas:

- UNE EN 545:2002: *anulada* por la norma UNE-EN 545:2007 **Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.**
- UNE EN 598:1996 : *anulada* por la norma UNE-EN 598:2008 **Tuberías, accesorios y piezas especiales de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de saneamiento. Requisitos y métodos de ensayo.**

- UNE EN 877:2000 **Tubos y accesorios de fundición, sus uniones y piezas especiales destinados a la evacuación de aguas de los edificios. Requisitos, métodos de ensayo y aseguramiento de la calidad.**

Tuberías de PVC normas:

- UNE EN 1329-1:1999 **Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (a baja y a alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.**
- UNE EN 1401-1:1998: anulada por la norma UNE EN 1401-1-2009 **Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.**
- UNE EN 1453-1:2000 **Sistemas de canalización en materiales plásticos con tubos de pared estructurada para evacuación de aguas residuales (a baja y a alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Requisitos para los tubos y el sistema.**
- UNE EN 1456-1:2002 **Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema** es anulada por las normas :
 - UNE EN ISO 1452-1:2010 **Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 1: Generalidades. (ISO 1452-1:2009);**
 - UNE EN ISO 1452-2:2010 **Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Tubos. (ISO 1452-2:2009)**
 - UNE EN ISO 1452-3:2010 **Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 2: Tubos. (ISO 1452-2:2009)**
 - UNE EN ISO 1452-4:2010 **Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 4: Válvulas. (ISO 1452-4:2009)**
 - UNE EN ISO 1452-5:2010 **Sistemas de canalización en materiales plásticos para conducción de agua y para saneamiento enterrado o aéreo con presión. Poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC-U). Parte 5: Aptitud al uso del sistema. (ISO 1452-5:2009)**
- UNE EN 1566-1:1999 **Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación de aguas residuales (a baja y alta temperatura) en el interior de la estructura de los edificios. Poli(cloruro de vinilo) clorado (PVC-C). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.**
- Tuberías de polipropileno (PP) norma :
- UNE EN 1852-1:1998 anulada por la norma UNE EN 1852-1-2009 **Sistemas de canalización en materiales plásticos para saneamiento enterrado sin presión. Polipropileno (PP). Parte 1: Especificaciones para tubos, accesorios y el sistema.**

Tuberías de gres norma:

- UNE EN 295-1:1999 **Tuberías de gres, accesorios y juntas para saneamiento. Parte 1: Requisitos.**

-

Tuberías de hormigón norma :

- UNE 127010:1995 EX **anulada** por la norma UNE EN 1916: 2008 **Tubos y piezas complementarias de hormigón en masa, hormigón armado y hormigón con fibra de acero.**

Cualquier elemento necesario para la ejecución de estas instalaciones (incluido todos los herrajes) reunirá en cuanto a su material, las mismas condiciones exigidas para la canalización en que se inserte

3.4.- MANTENIMIENTO

Las redes de tuberías se diseñarán de forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación, para lo cual estarán a lavista o alojadas en patinillos registrables, o bien contarán con arquetas o registros.

Se comprobará periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.

3.5.- DISEÑO: Elementos de la red de evacuación

3.5.1.- REDES DE PEQUEÑA EVACUACIÓN

Conducirán los residuos desde los cierres hidráulicos a las bajantes, con un recorrido sensiblemente horizontal.

3.5.2.- BAJANTES: BAJANTES PLUVIALES, BAJANTES DE RESIDUALES

Conducirán verticalmente las aguas residuales desde los sumideros sifónicos en cubierta y/o canalones para pluviales y desde las derivaciones de residuales, hasta la arqueta a pie de bajante o colector suspendido.

3.5.3.- COLECTORES: COLECTORES COLGADOS, COLECTORES ENTERRADOS

Conducirán las aguas de las bajantes hasta el exterior con un recorrido sensiblemente horizontal. Dicha red puede ser enterrada o colgada.

3.6.- RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN: CARACTERÍSTICAS

3.6.1.- Condiciones:

- Las redes serán estancas y no presentarán exudaciones ni estarán expuestas a obstrucciones. Y su trazado será lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad.
- El diámetro de las conducciones se elegirá de forma que nunca sea inferior al diámetro de los tramos situados aguas arriba.
- Se evitará el enfrentamiento de dos ramales sobre una misma tubería
- Se evitará el enfrentamiento de dos desagües sobre una tubería común.
- Será obligatoria la disposición de rebosadero en los lavabos, bidés, bañeras y fregaderos.

Observaciones:

Se evitarán los cambios bruscos de dirección y se utilizarán piezas especiales adecuadas.

3.6.2.- Conexión a labajante:

- Conexión de los desagües a las bajantes: inclinación $\geq 45^\circ$.
- Conexión del inodoro: directamente a las bajantes o por medio de un manguetón de $\leq 1,00$ m.
- Conexión de los aparatos: se conectarán directamente a la bajante, solo en casos justificados al manguetón del inodoro.

Observaciones:

Cuando sea de plástico, se acoplará al desagüe del aparato por medio de un sistema de junta de caucho de sellado hermético.

3.6.3.- Sujeción:

- Sujeción a paramentos verticales de espesor ≥ 9 cm.
- **Sujeción a forjados: las abrazaderas de cuelgue de llevarán forro interior elástico y serán regulables para darles pendiente**
 - Tubos $\varnothing < 50$ mm. \rightarrow Bridas o ganchos cada 700 mm
 - Tubos $\varnothing > 50$ mm \rightarrow Bridas o ganchos cada 500 mm**

3.7.- BAJANTES: CARACTERÍSTICAS

3.7.1.- Condiciones:

- Se realizarán sin desviaciones o retranqueos en toda su altura a excepción de la presencia de obstáculos insalvables.
- Se ejecutarán de manera que queden aplomadas y fijadas a la obra, cuyo espesor debe ser ≥ 12 cm y separadas de los paramentos para efectuar eventuales reparaciones y acabados
- Diámetro: Será constante en toda su altura y no se permitirá la disminución en el sentido de la corriente.
- Verticalidad: en edificios de viviendas de más de 10 plantas, se interrumpirá la verticalidad de la bajante, con el fin de disminuir el posible impacto de caída. La desviación se realizará con piezas especiales y tendrá un ángulo con la vertical $\geq 60^\circ$ al fin de evitar atascos.

Observaciones:

Se exceptúa en presencia de una desviación o cuando los caudales recogidos en su recorrido sean de índole muy distinta

El reforzamiento se realizará con elementos de poliéster aplicados "in situ".

3.7.2.- Fijación:

- Se realizará con una abrazadera de hierro metalizado o galvanizado en la zona de la embocadura y una o más de guiado en las zonas intermedias. Distancia entre abrazaderas = 15 veces el diámetro :

Distancia entre abrazaderas para tubos de 3 m. de longitud:

- Diámetro del tubo en mm 40 50 63 75 110 125 160
- Distancia (en m) abrazaderas 0,4 0,8 1,0 1,1 1,5 1,5 1,5

Observaciones:

Cuando se trate de bajantes de material plástico se intercalará, entre la abrazadera y la bajante, un manguito de plástico.

3.7.3.- Protecciones:

- Se dotarán de protección adecuada a las bajantes que, discurren vistas, se les presuponga un cierto riesgo de impacto
- Se dotarán de contra-tubo de material adecuado y de holgura correspondiente a la bajante en su paso a través de elementos de fábrica.

3.7.4.- Uniones:

- Uniones de tuberías de PVC: con colas sintéticas impermeables de gran adherencia y también mediante junta elástica.
- Uniones de tuberías de Polipropileno: soldadura en uno de sus extremos y junta deslizante (anillo adaptador) por el otro
- Uniones de tuberías de Gres: se realizarán con juntas a enchufe y cordón.
- Uniones de tuberías de Fundición: juntas a enchufe y cordón y también juntas por bridas

3.8.- DIMENSIONADO.

3.8.1.- REDES DE PEQUEÑA EVACUACIÓN.

RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN	► Uds. en los ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante (Tabla 4.3)			
	Díámetro mm	Máximo número de Uds.		
		Pendiente		
		1 %	2 %	4 %
	32	-	1	1
40	-	2	3	
50	-	6	8	
63	-	11	14	
75	-	21	28	
90	47	60	75	
110	123	151	181	
125	180	234	280	
160	438	582	800	
200	870	1.150	1.680	

3.8.2.- BAJANTES RESIDUALES

BAJANTES RESIDUALES	▶ Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de Uds. (Tabla 4.4)				
	Diámetro, mm	Máximo número de Uds., para una altura de bajante de:		Máximo número de Uds., en cada ramal para una altura de bajante de:	
		Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
	50	10	25	6	6
	63	19	38	11	9
	75	27	53	21	13
	90	135	280	70	53
	110	360	740	181	134
	125	540	1.100	280	200
	160	1.208	2.240	1.120	400
200	2.200	3.600	1.680	600	
250	3.800	5.600	2.500	1.000	
315	6.000	9.240	4.320	1.650	
	<ul style="list-style-type: none"> - El dimensionado de las bajantes se realizará de forma tal que no se rebase el límite de ± 250 Pa de variación de presión y para un caudal tal que la superficie ocupada por el agua no sea nunca superior a 1/3 de la sección transversal de la tubería. - El diámetro de la bajante será único en toda su altura. - Nota: las bajantes que sirvan a inodoros serán como mínimo de 110 mm. 				
	▶ Desviaciones con respecto a la vertical (cuando la desviación forma un ángulo de más de 45° con la vertical):				
	<ul style="list-style-type: none"> - Tramo de la bajante por encima de la desviación: se dimensionará como se ha especificado de forma general. - Tramo de la misma desviación: se dimensionará como un colector horizontal, aplicando una pendiente del 4% y considerando que no debe ser inferior al tramo anterior. - Tramo por debajo de la desviación: adoptará un diámetro igual al mayor de los dos anteriores. 				

3.8.3.- COLECTORES RESIDUALES.

BAJANTES PLUVIALES	▶ Máxima superficie proyectada servida por bajantes de pluviales para $i = 100$ mm/h (Tabla 4.8)	
	<i>Diámetro nominal bajante, mm</i>	<i>Superficie en proyección horizontal servida, m²</i>
	50	20
	63	75
	75	177
	90	318
	110	580
	125	805
	160	1.544
	200	2.700
	<ul style="list-style-type: none"> - El cálculo de los valores de la Tabla está realizado a sección llena - Para un régimen pluviométrico con intensidad diferente de 100 mm/h (ver Anexo B para la localidad correspondiente), la máxima superficie de cubierta resultará de la multiplicación del correspondiente valor de la tabla por r un factor f de corrección: $f = 100 / i$ (4.1) siendo i la intensidad pluviométrica que se quiere considerar. 	