Capítulo 3

Modelado del Dominio de la Norma

El presente capítulo tiene por objeto establecer el modelado de los elementos o productos que aparecen en la norma, determinando las clases que corresponden a cada uno de ellos, y estableciendo los paquetes lógicos en los que se agruparán las clases con características comunes.

Estos paquetes lógicos se han establecido siguiendo las recomendaciones de la IAI (International Alliance for Interoperability) a través de las IFCs (Industry Foundation Classes), por lo que se procede inicialmente a realizar una somera descripción tanto de las actividades del IAI como del modelo lógico de las IFCs. Se presenta posteriormente el diagrama de clases de cada uno de los paquetes establecidos en el marco del presente proyecto.

Por último, se establece el diagrama de conjunto, en el que se analizan las relaciones entre clases pertenecientes a distintos paquetes.

3.1 IFC

3.1.1 La IAI y las IFCs.

La industria de la construcción está compuesta de múltiples disciplinas. Cada una de éstas ha evolucionado independientemente, con su propia terminología y sus propias formas de expresión y de comunicación. Esto

ocasiona múltiples problemas a la hora de compartir información entre las distintas disciplinas. Incluso dentro de una misma disciplina, hay pérdidas de información y dificultades de comunicación.

La IAI (International Alliance for Interoperability) pretende realizar un esfuerzo por paliar estos defectos de comunicación entre las distintas disciplinas. El hecho de generar datos que puedan ser leídos por otras aplicaciones de software utilizando para ello los mismos estándares supone un gran paso a la hora de alcanzar esta interoperabilidad.

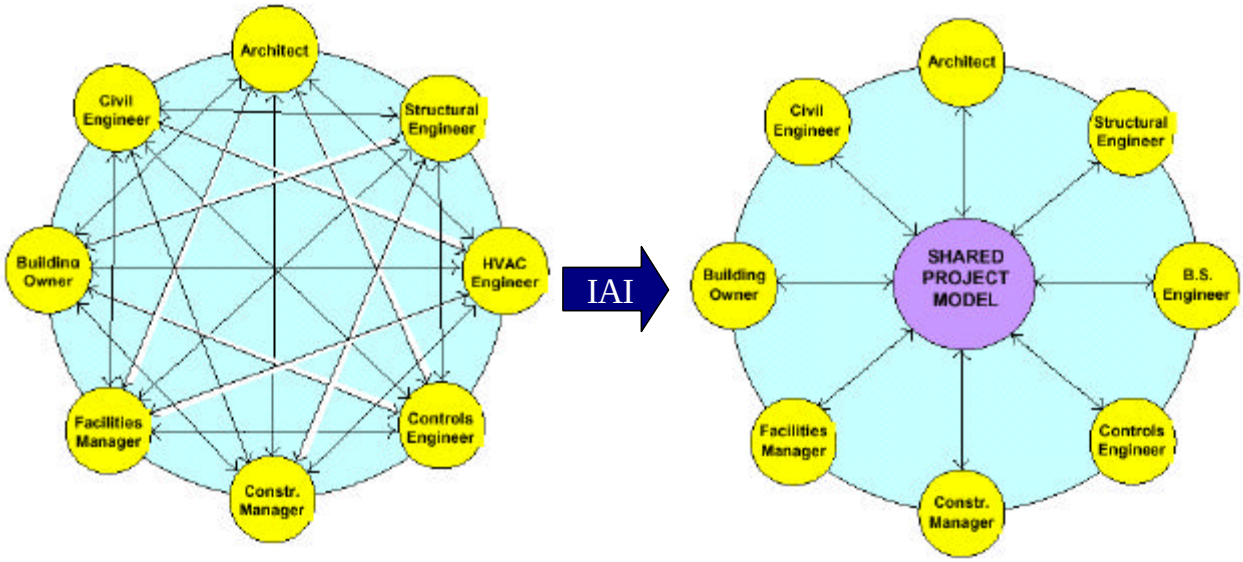


Fig. 3.1. Concepto de Interoperabilidad

La IAI nació con el interés de doce compañías del mundo de la industria de la Arquitectura, Ingeniería, Construcción y Dirección de Instalaciones (en adelante industria AEC/FM, de Architectural, Engineering, Construction and Facilities Management) por compartir información sin necesidad de compartir el software que utilizaban cada una en ese momento. Hoy en día, los miembros de IAI se sitúan en torno a las 600 empresas distribuidas en unos 20 países.

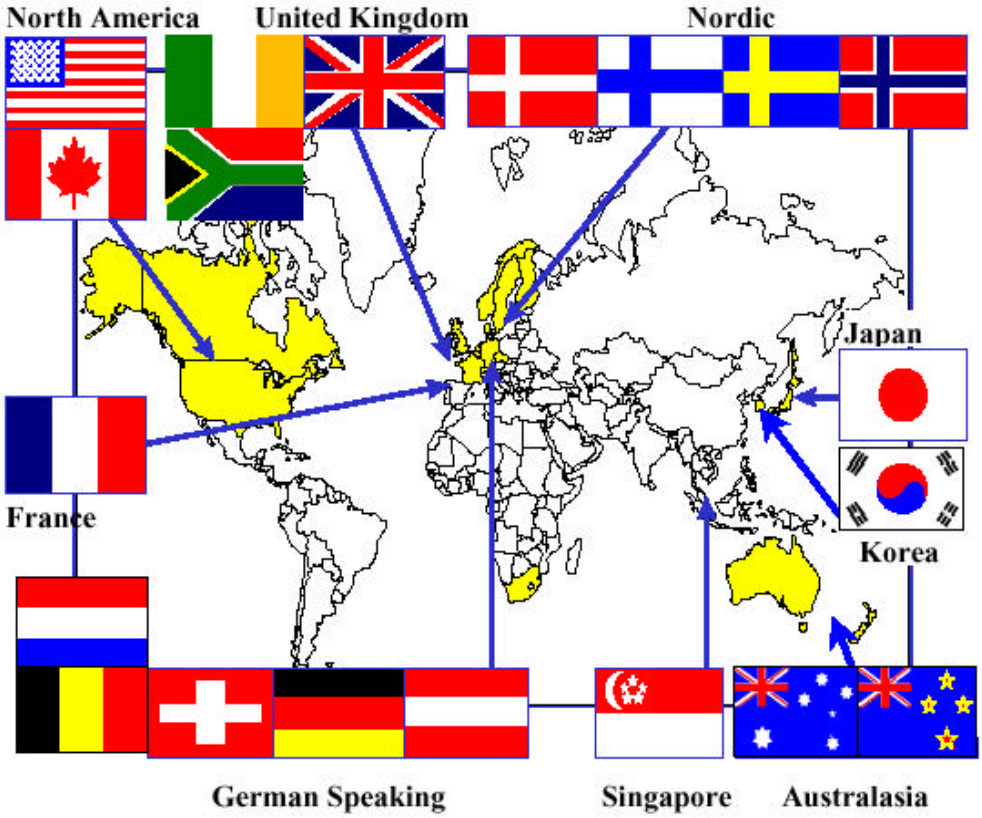


Fig. 3.2. Presencia de la IAI

En definitiva, la misión que se ha impuesto el IAI es la de definir, promover y publicar especificaciones para compartir datos entre las distintas disciplinas y aplicaciones durante el ciclo de vida del proyecto.

La forma de trabajo de la IAI es ir especificando cómo se pueden representar las cosas que pueden formar parte de una construcción. Estas especificaciones representan una estructura de datos que puede soportar sobre sí un modelo compartible entre distintas aplicaciones.

Cada especificación es llamada 'clase'. Estas clases entran en plena concordancia con las clases definidas en UML, de tal manera que ambas herramientas definen las clases como una descripción de un conjunto de objetos que tienen en común un conjunto de características.

Las clases definidas por el IAI reciben la nombre de IFCs (Industry Foundation Classes). El motivo de este nombre reside en los siguientes aspectos:

- Las IFCs están definidas para la industria de AEC/FM.
- Proporcionan una base para uso común de los modelos realizados.

- Las clases especificadas están en concordancia con el desarrollo de un lenguaje común para la industria de AEC/FM.

Las aplicaciones basadas en IFCs permitirán a los miembros del equipo del proyecto compartir datos e información en formato electrónico, teniendo la seguridad además de la consistencia y la coherencia de la misma.

Hay que dejar claro que en ningún momento la intención de la IAI es la de implementar software. Su frontera se queda en el modelado del mismo. Es decir, el modelo obtenido mediante la utilización de IFCs sirve como una base sobre la cual los programadores pueden desarrollar sus aplicaciones que serán capaces de leer y escribir utilizando las herramientas de comunicación que les proporcionan las IFCs. Dicho de otro modo, la aplicación de software es desarrollada independientemente por los programadores.

3.1.2 La Arquitectura del Modelo IFC.

La arquitectura del modelo IFC ha sido desarrollada usando una serie de principios que rigen su estructura. Estos principios se pueden resumir de la siguiente forma:

- Proporcionar una estructura modular al modelo.
- Proporcionar un marco donde se pueda compartir información entre las diferentes disciplinas que forman la industria de AEC/FM.
- Facilitar el continuo mantenimiento y desarrollo del modelo.
- Permitir al equipo que desarrolla el modelo la reutilización de elementos del mismo.
- Permitir a los desarrolladores del software la reutilización de componentes del mismo.
- Facilitar la mejora de la compatibilidad entre diferentes modelos.

La arquitectura de los modelos IFC proporcionan una estructura modular para el desarrollo de componentes del modelo.

Así pues, las IFCs deben ser entendidas en el marco del presente proyecto como una herramienta más a utilizar en el modelado de los productos. De esta forma, se han seguido las indicaciones sugeridas por las IFCs en cuanto al modelo del dominio de la norma, de tal forma que la elección de los distintos paquetes que componen dicho modelo se ha hecho conforme a los estándares proporcionados por las IFCs.

3.2 Definición de los paquetes lógicos del modelado del dominio

El modelo del dominio que a continuación se establece describe una representación simplificada y completa, de los elementos/productos que aparecen en la norma. Dicho modelo podría haber sido más extenso ampliando el número de atributos de cada clase o bien dando un tratamiento distinto a los objetos que aparecen en la norma NTE-IFA que no son propios de la norma, sino que pertenecen al entorno de la misma, tales como las aceras o las calzadas. Sin embargo, el modelo que aquí se representa recoge todas las funcionalidades y características importantes en el ámbito del presente proyecto, incidiendo con ello en la idea de sencillez que debe caracterizar a todo modelo. No obstante, este modelo es perfectamente ampliable en función de nuevas funcionalidades que de él se requieran.

Como se acaba de comentar, el tratamiento de los objetos del entorno –calzadas, aceras…- no se realizará en profundidad, es decir, no se han modelado clases que recojan a estos elementos –no tienen entidad propia dentro del modelo -, sino que se contemplan en función de la relación que mantengan en cada momento con el resto de los elementos del sistema.

Para modelar el domino de la norma NTE-IFA nos basaremos en el modelo de las IFC. El papel que adoptan las IFCs en el modelo desarrollado es el de proporcionarnos el punto de partida para la adopción de los distintos paquetes lógicos en los que se subdivide el sistema. Es decir, a partir del modelo establecido por las IFCs, se han desarrollado los distintos paquetes lógicos que componen nuestro sistema.

Según se comentó con anterioridad, la forma de trabajo de la IAI es ir especificando como se pueden representar las cosas que pueden formar parte de una construcción. Cada una de estas especificaciones constituyen una clase.

Estas clases definidas por las IFC están disponibles para ser compartidas entre las distintas aplicaciones de los diferentes proyectos y disciplinas que las tienen en común.

A continuación se muestran los productos de las IFCs que han dado lugar a los distintos paquetes del sistema.

- *IfcDistributionElement*
- *IfcFlowSegment.*
- *IfcFlowController*

- *IfcFlowEquipment*
- *IfcFlowTerminal*
- *IfcFlowFitting*
- *IfcProduct*
- *IfcBuildingElement*

Se muestra a continuación el modelo de las IFCs eliminando, para una mayor claridad, partes del modelo que no tienen valor en el ámbito del presente proyecto. Se indica en el diagrama el lugar donde se han suprimido elementos del modelo mediante puntos suspensivos "…..". Se observan en él las relaciones entre las diferentes clases que han dado lugar a las clases antes nombradas que proporcionan los paquetes lógicos del modelo.

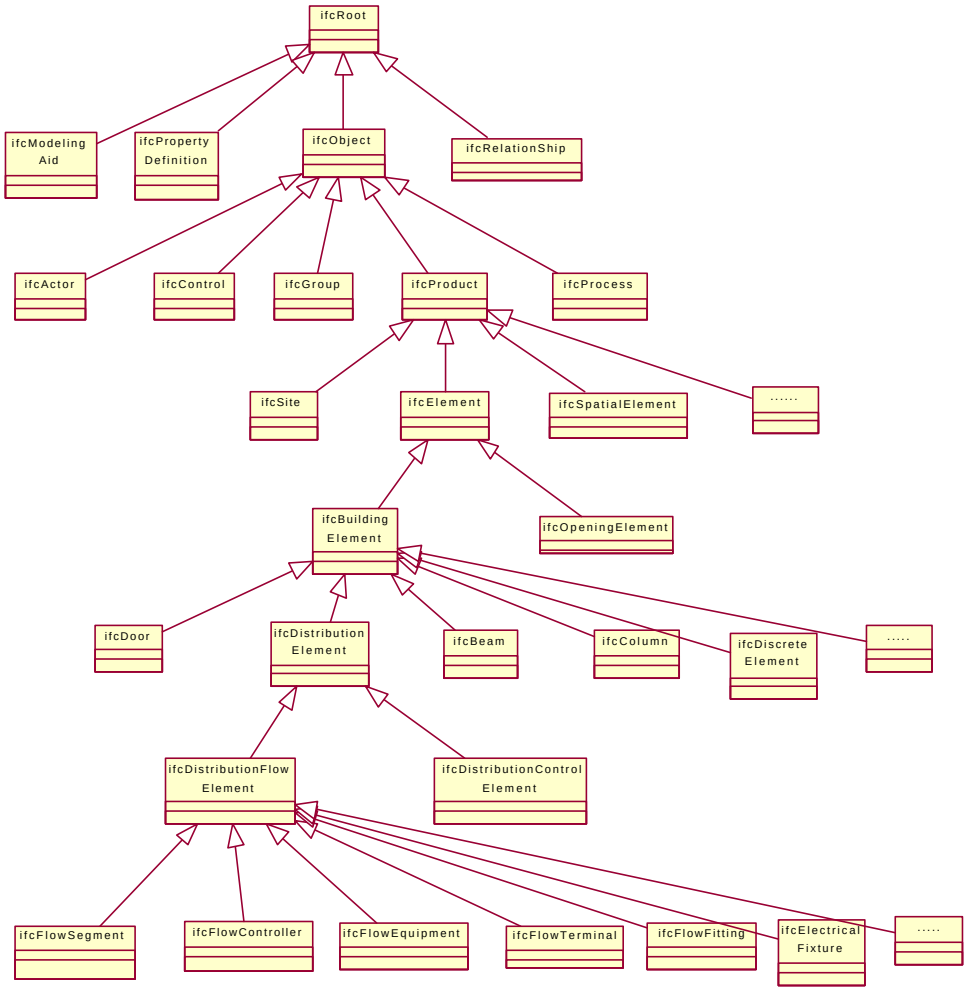


Fig. 3.3. Modelo de las IFC

A estas clases que proporcionaran los paquetes lógicos del modelo se las ha renombrado para amoldarlas a la lengua española. Estos nuevos nombres que han recibido estas clases de IFC se muestran a continuación.

- *IfcDistributionElement- Elemento de Distribución*
- *IfcFlowSegment.- Conducción.*
- *IfcFlowController –Elemento de Control de Flujo.*
- *IfcFlowEquipment- Equipo de Flujo.*
- *IfcFlowTerminal- Elemento Terminal.*
- *IfcFlowFitting- Accesorio de Flujo*
- *IfcProduct - Producto*
- *IfcBuildingElement- Elemento de Construcción*

Así según este modelo, para la norma NTE-IFA de abastecimiento de agua, nos basaremos en los siguientes paquetes:

1. **Elemento de Distribución:** Se recogen en el paquete Elemento de Distribución aquellos elementos de la norma que realizan la distribución del agua en el núcleo urbano.
2. **Conducción:** En este paquete se recogen las distintas clases que reflejan los elementos dedicados a la conducción del agua, así como las clases resultantes de la agregación de dichos elementos.
3. **Elemento de Control de Flujo**: Se recogen en él aquellos elementos cuya misión es la de controlar el flujo de agua.
4. **Equipo de Flujo**: En este paquete se recogen las clases correspondientes a los equipos de almacenamiento e impulsión del agua a los que se refiere la norma.
5. **Elemento Terminal:** Caracterizaremos en este paquete a los distintos elementos terminales de nuestro sistema, es decir aquellos elementos o puntos de la red que suponen un punto de salida (podríamos decir de consumo) de nuestra instalación.
6. **Accesorio de Flujo**: Dentro del paquete Accesorio de Flujo introduciremos todas aquellas piezas especiales y uniones que hacen posible adecuar las conducciones para un correcto transporte del agua.

7. **Producto**: Dentro del paquete Producto recogeremos los distintos elementos instalados o productos terminados que la norma recoge.
8. **Elemento de Construcción:** Representaremos en este paquete aquellos elementos recogidos en la norma que actúan como elementos constructivos para distintos elementos, como por ejemplo pueden ser anclajes y arquetas.

3.2.1 Elemento de Distribución.

Dentro del paquete Elemento de Distribución se recogen aquellos elementos que realizan la distribución del agua por el núcleo urbano. En el mismo situamos las siguientes clases:

Instalación

Entendemos por instalación el conjunto de elementos destinados a la distribución del agua al núcleo urbano. Está formado de manera agregada por:

- *Punto de toma en una conducción o depósito.*
- *Conducción,* actuando bajo el rol de Conducción de Alimentación
- *Red de distribución.*

Además, como se reflejará más adelante en el diagrama de conjunto, está formada de manera agregada por el resto de paquetes en los que se descompone el dominio de la norma.

Punto_de_Toma

Esta clase refleja la toma a la conducción o al depósito que abastece al núcleo residencial.

En cuanto a las relaciones que mantiene con el resto de las clases, indicamos que forma de manera agregada con los componentes anteriormente señalados la clase Instalación.

Red _Distribución

Mediante la clase *Red_de_Distribución* englobamos el conjunto de conducciones y accesorios que junto al *Punto de Toma* y a la *Conducción de Alimentación* forma de manera agregada la *Instalación*.

Esta clase esta relacionada mediante generalización con otras dos clases: *Red_Distribución_Mallada* y *Red_Distribución_Ramificada* según sea mallada o ramificada la red, como sus propios nombres indican. Estas dos clases actúan como hijos, heredando el comportamiento y la estructura de la clase *Red_Distribución.*

Por otra parte, la clase *Red_Distribución* está relacionada mediante agregación con la clase *Sector_de_Red*, de forma que una instancia *Red_Distribución* está formada por al menos una instancia *Sector_de_Red*, mientras que una instancia *Sector_de_Red* pertenece a una única instancia *Red_Distribución.*

Red_Distribución_Ramificada

Representa la red de distribución en la que las arterias no forman mallas. Es pues hija de la clase *Red_Distribución* de manera que hereda de esta su estructura y su comportamiento.

Posee un único atributo:

- *Número_Viviendas_Abastecidas: Refleja el número de viviendas abastecidas por la red.*

Red_Distribución_Mallada

Representa a la Red de Distribución en la que las arterias forman mallas.

La relación que mantiene con la clase *Red_Distribución* es de generalización. Así *Red_de_Distribución_Mallada* actúa como hijo de la clase *Red_de_Distribución*, y hereda de esta su comportamiento y estructura.

Malla

La clase *Malla* está relacionada con la clase *Red_Distribución_Mallada* mediante agregación. Así la *Red_Distribución_Mallada* está compuesta por al menos una *Malla*, y una *Malla* pertenecerá a una única *Red_Distribución_Mallada*.

Respecto a los atributos, dicha clase posee los siguientes:

- *Separación_Lados_Opuestos:* Caracteriza la separación máxima entre los lados opuestos de una malla.
- *Superficie: Superficie que ocupa la malla.*
- *Número_Viviendas_Abastecidas: Refleja el número de viviendas abastecidas por la malla.*

Sector_de_Red

La división de la *Red de Distribución* mediante llaves de paso da lugar a la creación de los sectores de red, que englobamos dentro de la clase *Sector_de_Red*.

La agregación de entidades *Sector_de_Red* forman la entidad *Red_Distribución*. Así, una o varias instancias Sector_de_Red forman una instancia *Red_Distribución*, y una instancia Sector_de_Red pertenece a una única instancia Red_Distribución.

Se muestra a continuación el Diagrama de Clases del paquete Elemento de Distribución:

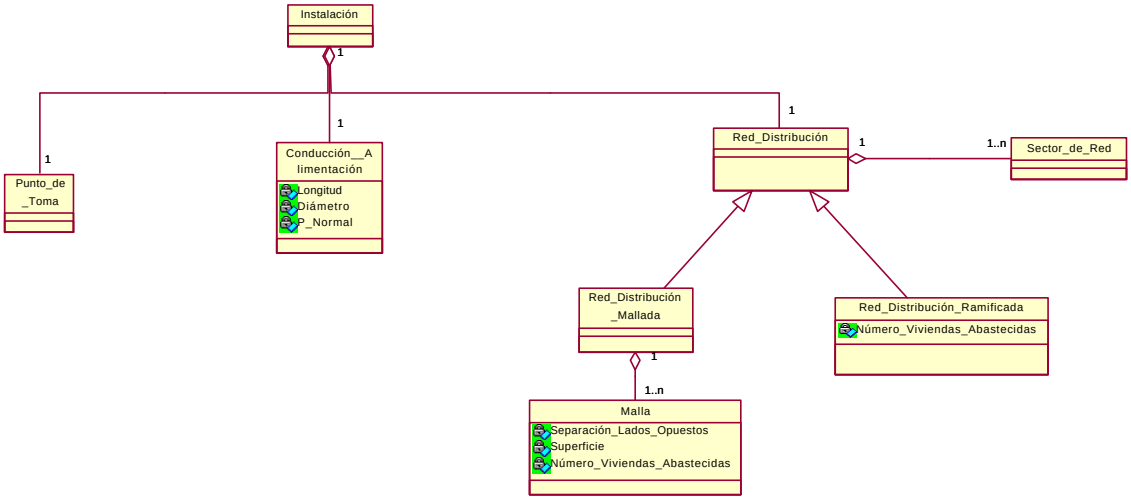


Fig. 3.4. Diagrama de Clases del Paquete Elemento de Distribución

3.2.2 Conducción

Dentro de este paquete, en que como hemos comentado antes incluiremos a los elementos cuya función sea la de conducir el agua, tenemos las siguientes clases:

Conducción

Entendemos por conducción aquellos elementos destinados a guiar y llevar el agua. Dentro de esta clase se incluirán los distintos tipos de conducciones que clasifica la norma según el origen y destino de las mismas. Así, la norma distingue entre:

- *Arterias:* Conducen el agua desde la conducción de alimentación hasta los distribuidores.
- *Distribuidores*: Conectados a las arterias, conducen el agua desde éstas hasta los ramales de acometida.
- *Ramales de acometida:* Conectados a los distribuidores conducen el agua hasta las arquetas de acometida.
- *Conducción de alimentación:* Conduce el agua desde la toma hasta la red de distribución.

Dicha clasificación que establece la norma la modelaremos asumiendo que corresponden a los distintos roles que puede asumir la clase conducción. Así, dicha clase asumirá el rol de arteria, distribuidor o ramal de acometida según sea el origen y destino que una.

Por otra parte, a una instancia *Conducción* está asociada al menos una entidad *Tramo*, estando asociada esta instancia *Tramo* a una única instancia *Conducción*.

Los atributos de la clase conducción son los siguientes:

- *Material:* Refleja el tipo de material del que está hecho la conducción: reforzada, polietileno…
- *Longitud*
- *Diámetro*
- *Número_Viviendas:* Señala el número de viviendas servidas por la conducción.
- *P_Normal:* Señala la presión normalizada de la conducción.

Tramo

Entendemos por *Tramo* la conducción comprendida entre dos acometidas virtuales, una acometida virtual y un nudo o entre dos nudos.

La clase *Tramo* mantiene una relación de asociación con la clase *Conducción,* de tal manera que a una instancia *Conducción* está asociada por lo menos una instancia *Tramo,* mientras que una instancia *Tramo* está asociada a una única *Conducción*.

Como atributos de la clase *Tramo* señalamos los siguientes:

- *j:* Pérdida de carga en el tramo
- *Diámetro.*

Nudo

Representamos en la clase *Nudo* a los puntos de la instalación resultantes de la ramificación de las tuberías de conducción.

Una entidad *Tramo* tiene asociada dos entidades *Nudo (*un Nudo marcará el comienzo del Tramo, y el otro nudo marcará el final), y un *Nudo* a su vez, puede estar asociado a diversos *Tramos*.

Los atributos de la clase *Nudo* son los siguientes:

- *P_Mínima:* Presión mínima exigible en el Nudo.
- *Presión.*
- *Cota_Topográfica.*
- *Cota_Piezométrica.*

El diagrama de clases del paquete **Conducción** se muestra a continuación:

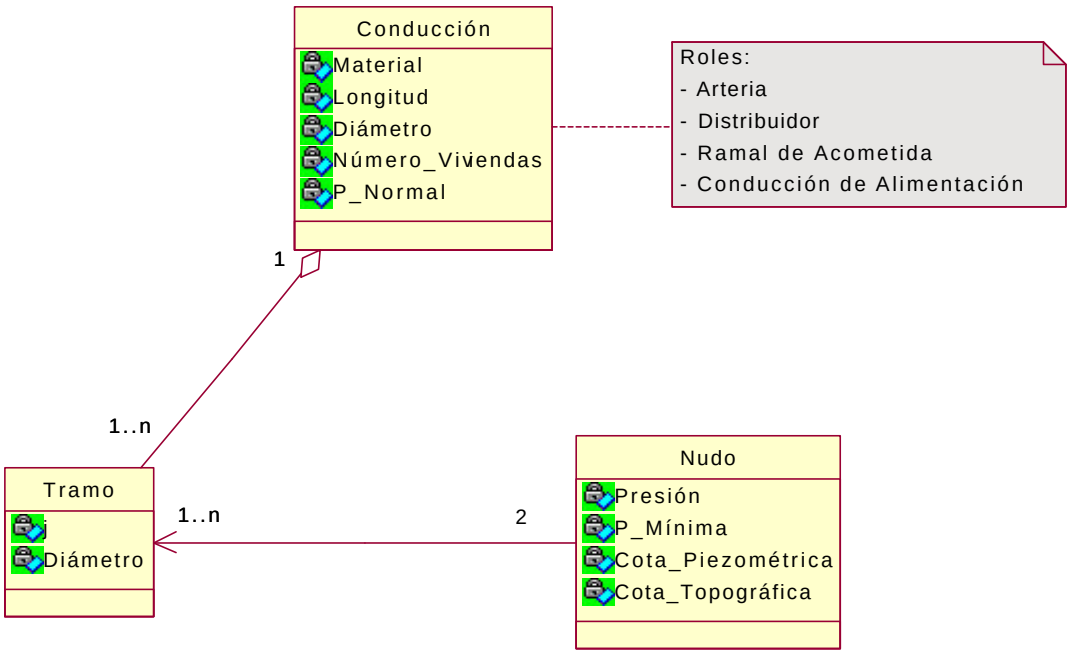


Fig. 3.5. Diagrama de Clases del Paquete Conducción

3.2.3 Elemento de Control de Flujo

En este paquete *de Elemento de Control de Flujo* recogeremos aquellas clases cuya misión reside en el control del flujo de agua. Nos encontramos con las siguientes clases:

Llave

Representa el dispositivo que permite abrir o cortar el paso de fluido a través de él.

Posee los siguientes atributos:

- *Diámetro*: Define el diámetro de la llave.

Llave_de_Paso

Representa el dispositivo que permite abrir o cortar el paso de fluido de un tramo a otro de la conducción.

La relación entre *Llave_de_Paso* y *Llave* es de generalización: *Llave* es una generalización de *Llave_de_Paso*, por lo que esta última actúa como hijo, y hereda del padre estructura y comportamiento.

Llave_de_Paso_tipo_D_Compuerta

Se distingue de la clase *Llave_de_Paso* en que en esta clase está definido el mecanismo de cierre como mecanismo de tipo compuerta.

Así pues, está relacionada mediante generalización con la clase *Llave_de_Paso*, es decir, la clase hijo *(Llave_de_Paso_tipo_D_Compuerta*) hereda del padre (*Llave_de_Paso*) comportamiento y estructura.

Llave_de_Paso_tipo_D_Mariposa

Se distingue de la clase *Llave_de_Paso* en que aquí está definido el mecanismo de cierre como tipo mariposa.

Está pues relacionada con la clase *Llave_de_Paso* mediante generalización, por lo que hereda de ésta su estructura y comportamiento.

Llave_de_Desagüe

Representa la *Llave* cuya misión es la del desagüe del tramo indicado.

La clase *Llave_de_Desagüe* está relacionada *mediante* generalización con la clase *Llave*, así la clase *Llave_de_Desagüe* hereda de la clase padre *Llave* su estructura y su comportamiento.

Llave_de_Paso_con_Desagüe

Representa una *Llave_de_Paso* con la peculiaridad que además permite el desagüe del tramo.

Por lo tanto, la clase *Llave_de_Paso_con_Desagüe* asume el papel de hijo frente a la clase *Llave_de_Paso*, que asume el papel de padre.

Válvula

Representa el dispositivo que permite regular el caudal de paso de fluido por la conducción.

Cómo atributo, señalamos:

- *Diámetro.*

Válvula_Reductora_P

Representa el dispositivo de sección de paso variable, el cual se autorregula de modo que la presión a la salida tome un valor prefijado de antemano.

La relación que mantiene con la clase *Válvula* es de generalización, así la clase *Válvula* actúa como padre y la clase *Válvula_Reductora_P* actúa como hijo, heredando de la clase padre el comportamiento y la estructura.

Como atributos de esta clase tenemos:

- *Pmax_entrada*: Presión Máxima a la entrada de la válvula reductora de presión.
- *Pmin_salida*: Presión Mínima a la salida de la válvula reductora de presión.

Válvula_de_Retención

Representa el dispositivo unidireccional que sólo permite el paso del fluido en un sentido.

Mantiene una relación de generalización con la clase *Válvula*, actuando esta última como padre frente a *Válvula_de_Retención*, que adopta el papel de hijo.

Se presenta a continuación el diagrama de clases del paquete *Elemento de Control de Flujo.*

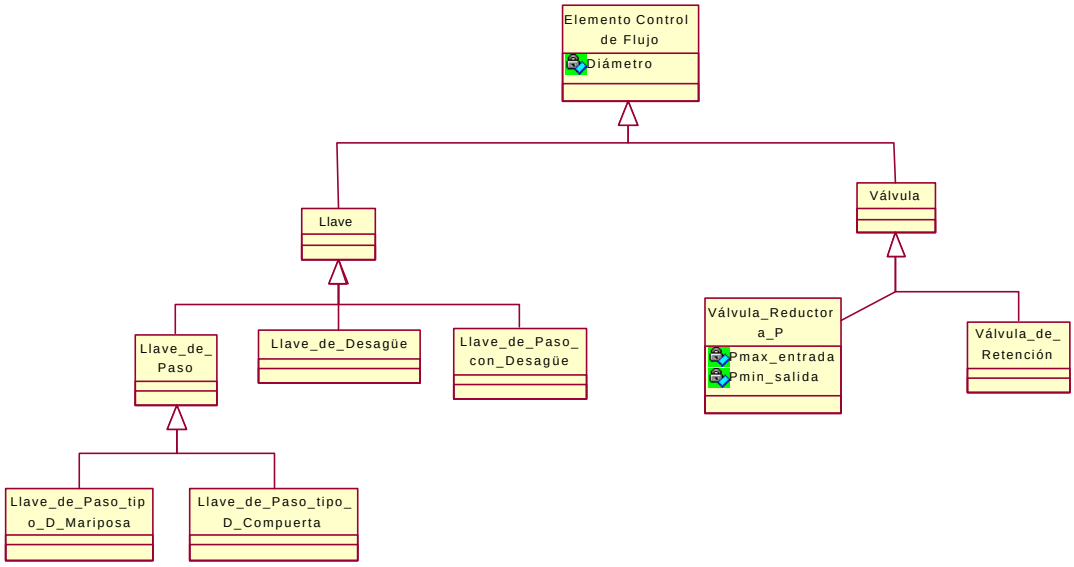


Fig. 3.6. Diagrama de Clases del Paquete Elemento de Control de Flujo

3.2.4 Equipo de Flujo

En este paquete se recogen las clases correspondientes a los equipos de almacenamiento e impulsión del agua a los que se refiere la norma.

Depósito

Esta clase representa al elemento destinado al almacenamiento del agua que posteriormente se suministra a la instalación.

Como atributo de *Depósito* señalamos:

- *Altura*: Recoge la altura mínima que tiene el agua en el depósito.

Depósito_Regulador

Representa al elemento *Depósito* cuya misión reside, además de en el almacenamiento de agua, en dotar a la toma de la presión requerida.

Esta clase se relaciona con la clase Depósito mediante generalización. Así la clase *Depósito_Regulador* actúa como hijo, y hereda de la clase padre *Depósito* su comportamiento y su estructura.

Grupo_de_Presión

Representa el equipo mecánico cuya misión reside en proporcionar la presión adecuada al sistema.

Como atributos de esta clase, señalamos los siguientes:

- *Presión_In*: Representa la presión que hay a la entrada del grupo de presión.
- *Presión_Out*: Representa la presión que hay a la salida del grupo.

Grupo_Hidroneumático_Presión

Clase relacionada con la clase *Grupo_de_Presión* mediante generalización, es decir, la clase hija –*Grupo_Hidroneumático_Presión*- hereda de la clase padre –*Grupo_de_Presión*- su estructura y su comportamiento.

La diferencia entre ambas clases reside en que en la clase Grupo_Hidroneumático_Presión está definido el mecanismo físico empleado para proporcionar esta presión al sistema.

Se muestra seguidamente el diagrama de clases del paquete **Equipo de Flujo:**

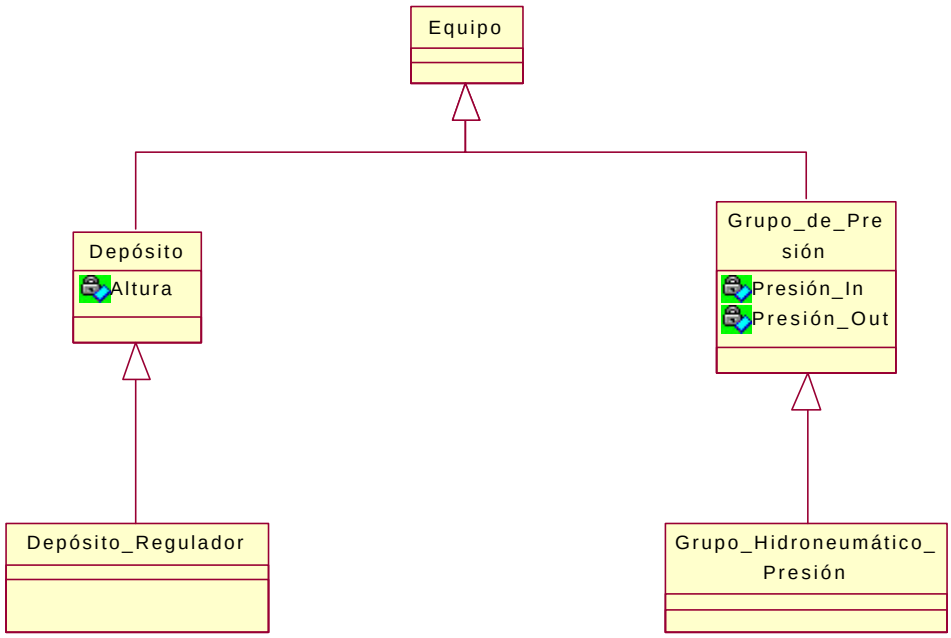


Fig. 3.7. Diagrama de Clases del Paquete Equipo de Flujo

3.2.5 Elemento Terminal

Como hemos comentado anteriormente, recogeremos en este paquete a los distintos elementos terminales de nuestro sistema, es decir aquellos elementos o puntos de la red que suponen un punto de salida (podríamos decir de consumo) o puntos finales de nuestra instalación.

Acometida

Representa la toma de agua a la red de distribución.

La relaciones de la clase *Acometida* con otras instancias del paquete Elemento Terminal son las siguientes:

La clase *Acometida* mantiene una relación de generalización con *Acometida_Real*. Una instancia *Acometida_Real* –clase hijo- hereda de la instancia *Acometida* –clase padre- su comportamiento y su estructura.

A su vez la clase *Acometida* mantiene una relación de generalización con *Acometida_Virtual_Equivalente*, de tal manera que esta última actúa como hija de la clase *Acometida*.

La clase *Acometida*, como hemos dicho, representa la toma de agua a la instalación. El destino que tiene esta agua proporciona distintas relaciones de asociación que mantiene la clase *Acometida* con otras clases. Así cada *Acometida* tiene asociada ninguna o varias *Vivienda*, ningún o varios *Punto_Consumo_Aislado*, ningún o varios *Fondo_de_Saco*, y ninguna o varias *Boca_de_Incendio*.

La clase *Acometida* presenta los siguientes atributos:

- *Número_Viviendas_Acometida*: Representa el número de viviendas servidas por la acometida.

Acometida_Virtual_Equivalente

Cuando las acometidas domiciliarias se encuentran muy próximas entre sí, su conjunto se puede sustituir a efectos de Calculo por una acometida virtual equivalente, recogida en la clase *Acometida_Virtual_Equivalente*.

Así pues, la instancia *Acometida_Virtual_Equivalente* hereda de la instancia *Acometida* su estructura y su comportamiento, actuando la primera como hija y la segunda como padre.

Por otra parte, está relacionada de manera agregada con *Acometida_Real*. Así, una *Acometida_Virtual_Equivalente* está formada por una o más instancias *Acometida_Real*, mientras que una instancia *Acometida_Real* pertenece a una o ninguna *Acometida_Virtual_Equivalente.*

Acometida_Real

A diferencia de *Acometida_Virtual_Equivalente*, la clase *Acometida_Real* representa una acometida que existe físicamente como tal.

La clase *Acometida_Real* está relacionada mediante generalización con la clase *Acometida*. Así, *Acometida_Real* actúa como instancia hijo heredando de *Acometida* su estructura y comportamiento.

Por otra parte, una o más instancias *Acometida_Real* están asociadas a una instancia *Acometida_Virtual_Equivalente*, mientras que cada *Acometida_Real* está asociada a una o a ninguna instancia *Acometida_Virtual_Equivalente*.

Punto_Consumo_Aislado

La clase *Punto_Consumo_Aislado* representa, como su propio nombre indica, aquellos puntos de consumo de agua singulares.

Mantiene una relación de asociación con la clase *Acometida*, de tal manera que cada *Punto_Consumo_Aislado* está asociado a una única *Acometida*, mientras que una instancia *Acometida* puede tener asociadas ninguna o varias instancias *Punto_Consumo_Aislado*.

Fondo_de_Saco

Representa aquellos puntos de la instalación que recogen el final de una conducción mediante la colocación de un accesorio de tipo Tapón.

Boca_Incendio

Representa el elemento que permite obtener agua de la instalación para su uso en labores contra incendios.

Mantiene una relación de asociación con la *Acometida*, en el sentido de que una *Boca_Incendio* está asociada a una única *Acometida*, que es la que le proporciona el caudal de agua, mientras que una instancia *Acometida* puede tener asociadas a ella ninguna o varias instancias *Boca_Incendio.*

Por otra parte, mantiene una relación de generalización con *Boca_Incendio_Columna_DFG*, en el sentido que está última hereda estructura y comportamiento de *Boca_Incendio*.

Boca_Incendio_Columna_DFG

Se diferencia de Boca_Incendio en que aquí está definida físicamente el tipo de boca de que se trata, quedando definidos sus diámetros de entrada y salida, como se puede observar en los atributos de esta clase.

La clase *Boca_Incendio* mantiene una relación de generalización con *Boca_Incendio_Columna_DFG*, en la que esta última actúa como padre, mientras que *Boca_Incendio_Columna_DFG* actúa como hija, heredando comportamiento y estructura de *Boca_de_Incendio.*

Los atributos de *Boca_Incendio_Columna_DFG* son los siguientes:

- *D:* Representa el diámetro de entrada D.
- *F*: Representa el diámetro de salida F.
- *G:* Representa el diámetro de salida G.

Vivienda

Representa la unidad básica de consumo que entiende la norma, considerando una medida familiar de 4,2 individuos por vivienda.

En cuanto a las relaciones que mantiene la clase *Vivienda* con otras clases, señalemos en primer lugar que mantiene una relación de asociación con *Acometida*. Así, una instancia *Vivienda* está asociada a una instancia *Acometida*. Dicho de otro modo, cada *Vivienda* está asociada a la *Acometida* que le proporciona el caudal de agua. En cuanto a multiplicidad, una instancia *Vivienda* está asociada a una única instancia *Acometida*, y una instancia de este último tipo puede tener asociadas ninguna o varias instancias *Vivienda*.

La clase *Vivienda* se relaciona mediante generalización con otras dos clases. En primer lugar, mantiene una relación de generalización con *Vivienda_Real*, actuando esta última como clase hijo frente a la clase Vivienda, que actúa como padre. Por otro lado, mantiene también una relación de generalización con *Vivienda_Equivalente*, heredando esta última la estructura y el comportamiento de la clase *Vivienda*.

Además, *Vivienda* mantiene una relación de agregación con la clase *Edificio*. Así un conjunto de instancias *Vivienda* forman una instancia *Edificio*. La relación de agregación entre *Vivienda* y *Edificio* se lee como sigue: Una instancia *Vivienda* forma parte de una única instancia *Edificio*, mientras que una instancia *Edificio* está formada por una o más instancias *Vivienda*.

Vivienda_Equivalente

Representa las viviendas equivalentes a otros usos, tales como piscinas públicas, oficinas. La norma contempla los siguientes usos para determinar las viviendas equivalentes:

- *Bocas de incendio Tipo 100*
- *Bocas de incendio Tipo 80*
- *Piscinas Públicas*
- *Hoteles cada 100 plazas 4 y 5 estrellas*
- *Hoteles cada 100 plazas 3 estrellas*
- *Hoteles cada 100 plazas 1 y 2 estrellas*
- *Hospitales cada 100 camas*
- *Oficinas cada 1000 m2*
- *Centros comerciales cada 1000 m2*
- *Colegios cada 100 plazas*
- *Superficies ajardinadas cada 1000 m2*

Mantiene una relación de generalización con la clase *Vivienda*, en el sentido que *Vivienda_Equivalente* hereda estructura y comportamiento de la clase *Vivienda*.

Vivienda_Real

Representa las viviendas que existen físicamente a las que hay que dotar de suministro de agua, y por lo tanto, hay que tenerlas en cuenta a la hora de establecer la red.

Al igual que la clase anterior, mantiene una relación de simple generalización con *Vivienda*.

Edificio

Representa la construcción destinada a viviendas o a otros usos, tales como teatro, centros comerciales…

La clase *Edificio* mantiene relaciones de agregación con otras dos clases:

En primer lugar mantiene una relación de agregación con *Vivienda*, que se lee de la siguiente manera: una o varias instancias *Vivienda* forman una instancia *Edificio*, mientras que cada instancia *Vivienda* pertenece a un único *Edificio*.

Por otra parte, *Edificio* mantiene a su vez una relación de agregación con la clase *Zona*, en el sentido que una instancia *Zona* está formada por la agregación de una o varias instancias *Edificio*, mientras que un *Edificio* esta adscrito a una única *Zona*.

Los atributos de *Edificio* son los que se señalan:

- *Instalación_Contrafuego*: Indica si el *Edificio* posee o no *instalación* de protección contra el fuego.
- *Número_Plantas*: Indica el *número* de plantas del *Edificio*.

Zona

Representa una parte del núcleo residencial con unas características definidas respecto al resto del núcleo.

La clase se relaciona con *Edificio* mediante agregación. Así una instancia *Zona* está formada por la agregación de una o varias instancias *Edificio*, mientras que cada una de estas instancias *Edificio* pertenece a una única *Zona*.

Además se relaciona con la clase *Núcleo_Urbano* también mediante agregación: Una *Zona* pertenece a un único *Núcleo_Urbano*, mientras que cada instancia *Núcleo_Urbano* está formado por una o varias instancias *Zona*.

Los atributos de la clase *Zona* son los siguientes:

- *Número_Plantas : Recoge el número máximo de plantas permitidas en los edificios de la zona.*
- *Distancia_Media_Toma_Acometida : Recoge la distancia media entre la toma en la red y la acometida interior del edificio.*
- *Densidad Edificios de la zona*

Núcleo_Urbano

Representa el núcleo residencial a considerar y al que vamos a aplicar la norma.

Mantiene una relación de agregación con la clase *Zona*, que se lee tal como sigue: una instancia *Núcleo_Urbano* está formado por la agregación de una o varias instancias *Zona*, mientras que cada una de estas instancias pertenece a un único *Núcleo_Urbano.*

La clase *Núcleo_Urbano* posee los siguientes atributos:

- *Número _Habitantes*: Representa el número de habitantes del núcleo urbano que estamos considerando. Recordemos que la norma en cuestión que estamos tratando tiene un ámbito de aplicación de núcleos residenciales de hasta 12.000 habitantes.
- *Dotación*: Representa el caudal medio consumido por vivienda y día del núcleo urbano a considerar. Las unidades es de l/(viv*dia).

Se presenta a continuación el diagrama de clases del paquete Elemento Terminal:

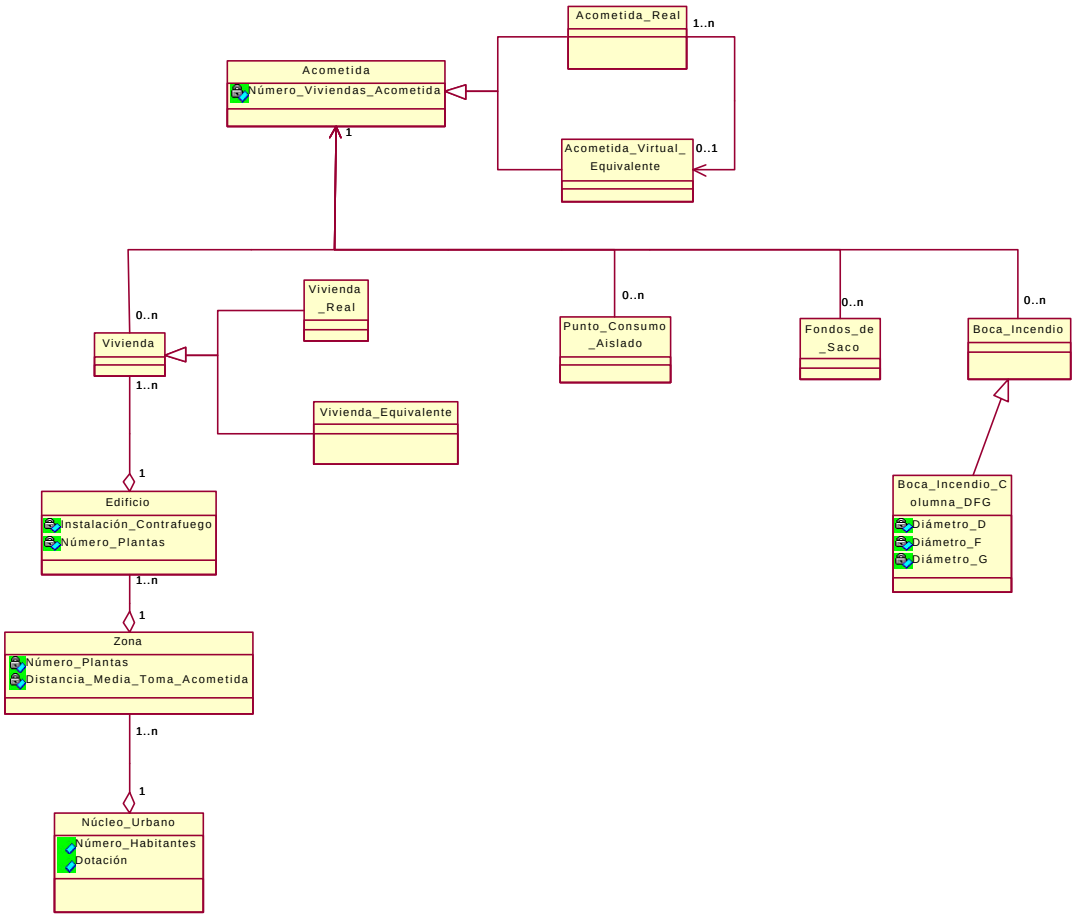


Fig. 3.8. Diagrama de Clases del Paquete Elemento Terminal

3.2.6 Accesorio de Flujo

Dentro del paquete Accesorio de Flujo se incluyen todas aquellas piezas especiales y uniones que hacen posible adecuar las conducciones para un correcto transporte del agua.

Vamos a ver las clases que recoge este paquete Accesorio de Flujo:

Ventosa

La clase Ventosa recoge el dispositivo que permite la entrada o salida de aire de la conducción en función de las presiones interiores de la tubería.

Los atributos de dicha clase son los siguientes:

- *Diámetro*: Diámetro de la Ventosa.

- *Material*: Refleja el material del cual está constituido la Ventosa.
- *Presión de Tarado*

Pieza_de_Toma_D

Reflejamos en la clase *Pieza_Toma_D* aquel elemento que permite realizar una toma en la conducción.

En *Pieza_de_Toma_D* señalamos el siguiente atributo:

- *Diámetro*: Refleja el diámetro de la pieza de toma.

Pieza_Especial

Representa aquel elemento encargado de dar continuidad a la conducción, permitiendo cambios de sección y dirección, derivaciones y empalmes con otros elementos. Su presión nominal de trabajo será la misma que la de la conducción a la cual está unida.

Dicha clase *Pieza_Especial* también mantiene una relación de generalización en la que asume un papel de padre con varias clases que son las siguientes:

- Te.
- Carrete.
- Brida.
- Tapón.
- Manguito.
- Codo.
- Reducción.
- Junta Gibault.

Este conjunto de clases actúan como hijos frente a la clase *Pieza_Especial*, que como hemos dicho antes asume el papel de padre.

En cuanto a los atributos, *Pieza_Especial* posee como atributos:

- *Diámetro*: Marca el diámetro exterior de la pieza especial a considerar.
- *Material*

Te

Representa la pieza especial que lleva el mismo nombre y que sirve para derivar una conducción.

Se relaciona mediante generalización con la clase *Pieza_Especial*, en el sentido que adopta el papel de hijo frente a la clase padre –*Pieza_Especial*-.

Carrete

Representa la pieza especial del mismo nombre.

Dicha clase mantiene una relación de generalización con la clase *Pieza_Especial*, de tal manera que adopta el papel de hijo mientras que la clase *Pieza_Especial* actúa como padre.

A su vez, la clase *Carrete* asume al papel de padre en la relación de generalización que mantiene con las clases *Carrete-Brida* y *Carrete_Nervado*.

Carrete-Brida

En esta clase recogemos el elemento pieza especial del mismo nombre.

Dicha clase se relaciona mediante una simple generalización con la clase Carrete.

Carrete_Nervado

Representa la pieza especial del mismo nombre.

La clase *Carrete_Nervado* se relaciona mediante simple generalización con la clase *Carrete*.

Brida

Representa el accesorio de la conducción que ensamblado a otra pieza semejante permite la unión de dos conducciones por sus extremos.

La clase *Brida* mantiene una relación de generalización con la clase *Pieza_Especial*, de esta manera hereda la estructura y el comportamiento de la clase *Pieza_EspecialP* –clase padre –.

Por otra parte, la clase *Brida* se relaciona también mediante generalización con otras dos clases: *Brida_Enchufe* y *Brida_Cordón*. Estas últimas clases adoptan el papel de hijo frente al papel de padre adoptado por la clase Brida.

Brida_Enchufe

Representa la brida que recibe el mismo nombre en la realidad.

La clase *Brida_Enchufe* se relaciona con la clase *Brida* mediante simple generalización. Adopta por lo tanto la estructura y comportamiento de la clase *Brida*.

Brida_Cordón

Representa la brida que recibe el mismo nombre en la realidad.

La clase *Brida_Cordón* mantiene una relación de generalización con la clase *Brida* análoga a la que mantiene la clase anterior *Brida_Enchufe*.

Tapón

Representa el elemento que sirve para tapar el extremo de una conducción.

Se relaciona mediante generalización con las clase *Pieza_Especial*, heredando de esta su estructura y comportaniento.*e*.

Manguito

Esta clase recoge la pieza cilíndrica hueca que permite unir mediante rosca y contratuercas, los extremos de dos conducciones.

Mantiene una relación de generalización con la clase *Pieza_Especial* análoga a la vista anteriormente con otras clases.

Codo

Representa el accesorio que permite variar la dirección de las conducciones.

Análogamente a las clases anteriores, se relaciona con las clases *Pieza_Especial* mediante generalización.

Para la clase codo, señalamos además de los atributos heredados, el siguiente atributo:

- *Ángulo*: Representa el ángulo en el que el *Codo* permite variar la dirección de las conducciones.

Reducción

Recoge el accesorio que permite unir por los extremos dos conducciones de diferente diámetro.

Al igual que hemos comentado para otras clases, la clase Red*uc*ción se relaciona mediante generalización con la clases *Pieza_Especial*, heredando de esta su estructura y comportamiento..

Collarín

Representa el accesorio en forma de abrazadera que se ajusta a un tubo para poder sacar una toma de agua.

Mantiene una relación de generalización con las clase *Pieza_Especial* análoga a la vista anteriormente con otras clases.

Junta_Gibault

Representa el accesorio que recibe el mismo nombre en la realidad y que sirve para la unión de dos conducciones por sus extremos.

Se relaciona con la clase *Pieza_Especial* mediante generalización análogamente a como lo hacen otras clases anteriormente mencionadas.

Unión_Gibault_Derivación

Representa la unión Gibault con derivación que recoge la norma y que sirve para la unión de distintas conducciones.

Se relaciona con la clase *Junta_Gibault* mediante generalización, heredando de esta estructura y comportamiento.

Se presenta a continuación el diagrama de clases del paquete Accesorio de Flujo.

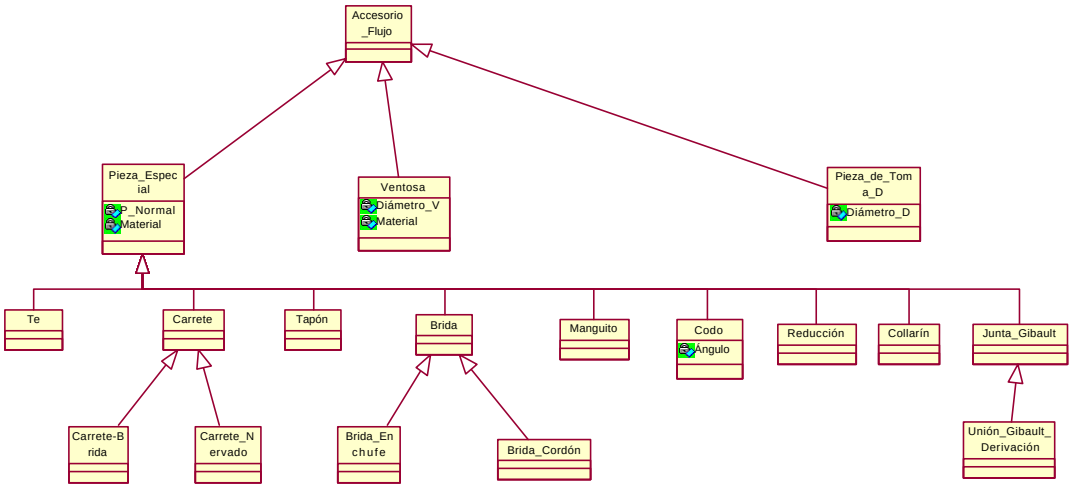


Fig. 3.9. Diagrama de Clases del Paquete Accesorio de Flujo

3.2.7 Producto

Recogemos en el paquete Producto aquellos elementos ifa de los que la norma detalla su especificación.

Estos productos ifa se recogen en dos clases, tal y como muestra el diagrama de clases del paquete Producto.

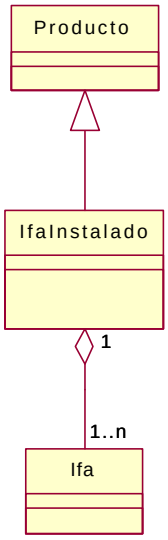


Fig. 3.10 Diagrama de Clases del Paquete Producto

IfaInstalado

Representa aquellas especificaciones de la norma que recogen productos finales compuestos, formados por agregación de otras especificaciones –clase Ifa-.

Los productos recogidos en este paquete son los siguientes:

- Ifa 11- Conducción Tipo D·P·S·Z
- Ifa 12- Conducción reforzada Tipo D·P·S·L·Z
- Ifa 13- Conducción de polietileno- D
- Ifa 14- Reducción colocada Tipo D·P·A·B·C
- Ifa 15- Codo de 45º colocado Tipo D·P·A·B·C
- Ifa 16- Codo de 90º colocado Tipo D·P·A·B·C
- Ifa 17- Pieza en T colocada Tipo D·P·A·B·C·E·nϕ
- Ifa 18- Tapón colocado Tipo D·P·A
- Ifa 19- Llave de paso colocada Tipo D·N·A·B·C·E·nϕ
- Ifa 20- Llave de paso con desagüe colocada Tipo D·P·N·A·B·C·nϕ
- Ifa 21- Válvula reductora de presión colocada Tipo D·M·R·H·T·A·B·C·E
- Ifa 22- Llave de desagüe colocada Tipo D·P·N
- Ifa 23- Ventosa colocada Tipo D·P·N·V
- Ifa 24-Arqueta de acometida Tipo D
- Ifa 25- Toma de tubería en carga Tipo D
- Ifa 26 Boca de incendio en columna colocada D·F·G

Como se ha comentado anteriormente, la clase *IfaInstalado* mantiene una relación de agregación con la clase *Ifa*, de tal forma que un *IfaInstalado* está compuesto por al menos un *Ifa*, mientras que un *Ifa* compone a una única instancia *IfaInstalado*.

Ifa

Recoge aquellas especificaciones de productos recogidas por la norma que son utilizadas para la composición de los productos finales colocados –*IfaInstalado*-.

Estas Especificaciones son las siguientes:

- Ifa1- Tubo y piezas especiales Tipo D·P

- Ifa 2- Tubo y piezas especiales de polietileno D
- Ifa 3- Llave de paso
- Ifa 4- Pieza de toma D
- Ifa 5- Ventosa V
- Ifa 6- Válvula reductora de presión R
- Ifa 7- Boca de incendio en columna D·F·G
- Ifa 8- Tapa para arqueta de registro N
- Ifa 9- Tapa para arqueta de acometida
- Ifa 10- Tapa para arqueta de válvula reductora de presión M
- Efh 2- Áridos
- Efh 5- Armadura de acero
- Efh 7- Hormigones
- Adz 13- Relleno de tierra con apisonado
- Rss3- Solera para instalaciones
- Rpe 5- Enfoscado sin maestrear de paredes
- Efl 6- Muro aparejado de ladrillo

La clase *Ifa* mantiene con la clase *IfaInstalado* una relación de agregación, de manera que una instancia *IfaInstalado* está compuesta por una o varias instancias *Ifa*, mientras que una instancia *Ifa* pertenece a una única instancia *IfaInstalado*.

Las relaciones detalladas entre los elementos antes relacionados que constituyen el paquete Productos se encuentran precisadas como anexo del presente documento. Dicho anexo corresponde a las especificaciones que recoge la norma.

3.2.8 Elemento de Construcción

Como hemos comentado al principio del capítulo, representaremos en este paquete aquellos elementos recogidos en la norma que actúan como elementos constructivos para distintos elementos, como por ejemplo pueden ser anclajes y arquetas.

Vamos a ver cada una de las clases que se han agrupado en este paquete:

Armadura

Representa los redondos de acero que se colocan en el hormigón para mejorar sus características resistentes.

Como atributos, señalamos los siguientes:

- Posición: Refleja la posición relativa de los redondos que forman la armadura.
- Número: Recoge el número de redondos de la armadura.
- Diámetro: Recoge el diámetro de los redondos.

Anclaje

La clase *Anclaje* recoge los redondos cuya misión son el anclaje del elemento considerado al hormigón de construcción.

Posee los siguientes atributos:

- *Dimensión_A*
- *Dimensión_B*
- *Dimensión_C*
- *Dimensión_E*

Arqueta

Representa el espacio que sirve de alojo a distintos accesorios de las construcciones.

Sus atributos son los siguientes:

- *Dimensión_H*
- *Dimensión_T*

Tapa

La clase tapa recoge el elemento que sirve para cerrar por la parte superior una arqueta.

Según la finalidad de esta arqueta, la clase *Tapa* puede adoptar diferentes roles, que se recogen a continuación:

- *Tapa de Arqueta de Registro*
- *Tapa para arqueta de Acometida*
- *Tapa para arqueta de válvula reductora de presión*

Como atributos de la clase tapa, tenemos los siguientes:

- *Ancho*
- *Alto*
- *Largo*
- *Peso*

Zanja

Representa la excavación que se realiza para alojar en ella las conducciones y accesorios que refleja la norma.

Relleno

Representa el material que se utiliza para el relleno de zanjas tras la colocación de la conducción o del accesorio en cuestión.

Mantiene una relación de generalización con otras dos instancias. Así la clase *Relleno* es una generalización de la clase *Áridos,* donde esta última hereda la estructura y comportamiento de la primera.

La clase *Relleno* se relaciona con la clase *Relleno_Tierra* de manera análoga a como se relaciona con la clase *Áridos*.

Áridos

Recoge la especificación de áridos EFH – 2 que recoge la norma.

Se relaciona con la clase *Relleno* mediante generalización, tal y como hemos visto antes.

Relleno_Tierra

Recoge la especificación de relleno de tierra con apisonado ADZ – 13 a la que se refiere la norma.

Se relaciona mediante generalización con la clase *Relleno*, heredando de ésta estructura y comportamiento.

Los atributos de la clase Relleno_Tierra son los siguientes:

- *Densidad:* Recoge la densidad seca obtenida en el ensayo Próctor Normal.
- *Espesor:* Recoge el espesor de la capa de áridos colocada.

Hormigón

Con la clase Hormigón se recoge la especificación del hormigón EFH – 7 a la que se refiere la norma.

Los atributos de esta clase son los siguientes:

- *Resistencia:* Especifica la resistencia característica del hormigón.
- *Espesor:* Refleja el espesor de la capa de hormigón.

Solera

Representa la clase que recoge la solera para instalaciones RSS – 3 que viene reflejada en la norma.

Los atributos de dicha clase son los siguientes:

- *Espesor:* Recoge el espesor de la solera.
- *Resistencia:* Especifica la resistencia del hormigón.

Enfoscado

Representa la capa de mortero con la que está guarnecida el muro en cuestión.

Como atributos, señalamos los siguientes:

- *Espesor:* Recoge el espesor de la capa de enfoscado.
- *Acabado:* Recoge el modo de acabado del enfoscado.

Muro

Representa el elemento constructivo del mismo nombre.

Los atributos de dicha clase son los que a continuación se enumeran:

- *Espesor*: Representa el espesor del muro.
- *Resistencia_Ladrillo*: Recoge la resistencia del ladrillo con el que se construye el muro.
- *Juntas*: *Representa* como deben ser las juntas del muro a considerar.

Se presenta a continuación el diagrama de clases del paquete Elementos de Construcción:

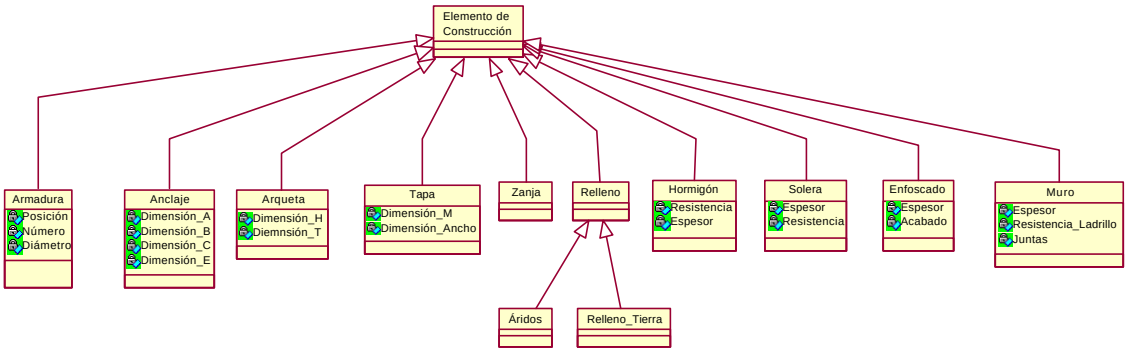


Fig. 3.11. Diagrama de Clases del Paquete Elemento de Construcción

3.3 Diagrama de Conjunto

A continuación se presenta el diagrama de conjunto del modelo del dominio que se ha establecido anteriormente.

Cada uno de los paquetes ha sido analizado con detalle en el apartado 3.1, por lo que ahora nos centraremos en las relaciones que existen entre los mismos.

Los paquetes en los que se dividió el modelo son, por una parte, *Elemento de Distribución*, y por otra, *Elemento de Conducción, Elemento de Control de Flujo, Equipo de Flujo, Elementos Terminales, Accesorio de Flujo, Producto* y *Elemento de Construcción.*

Las relaciones que existen entre los diferentes paquetes puede entenderse de una manera simplificada de la siguiente manera: en torno al paquete *Elemento de*

Distribución se agrupan, por una parte, los paquetes lógicos nacidos de una descomposición funcional -*Elemento de Conducción, Elemento de Control de Flujo, Equipo de Flujo, Elementos Terminales, Accesorio de Flujo*- y por otra, los paquetes lógicos nacidos de una descomposición en productos – *Producto y Elemento de Construcción* -, de tal forma que la clase *Instalación* –perteneciente al paquete *Elemento de Distribución*- está formada de manera agregada, además de por el resto de elementos que pertenecen a dicho paquete –*Punto_de_Toma, Conducción_de_Alimentación y Red_de_Distribución* -, por elementos pertenecientes a *Elemento de Conducción, Elemento de Control de Flujo, Equipo de Flujo, Elementos Terminales, Accesorio de Flujo* y *Producto*.

Esta agrupación de los paquetes en torno al paquete Elemento de Distribución se hace conforme a dos criterios lógicos. Por una parte, en torno a Elemento de Distribución.

Estas relaciones entre los distintos paquetes lógicos se refleja en el siguiente diagrama.

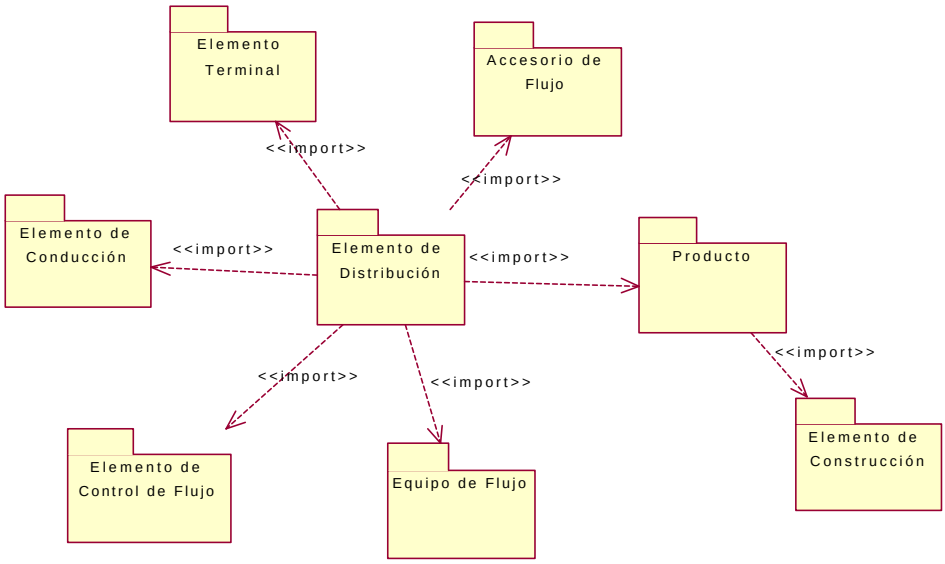
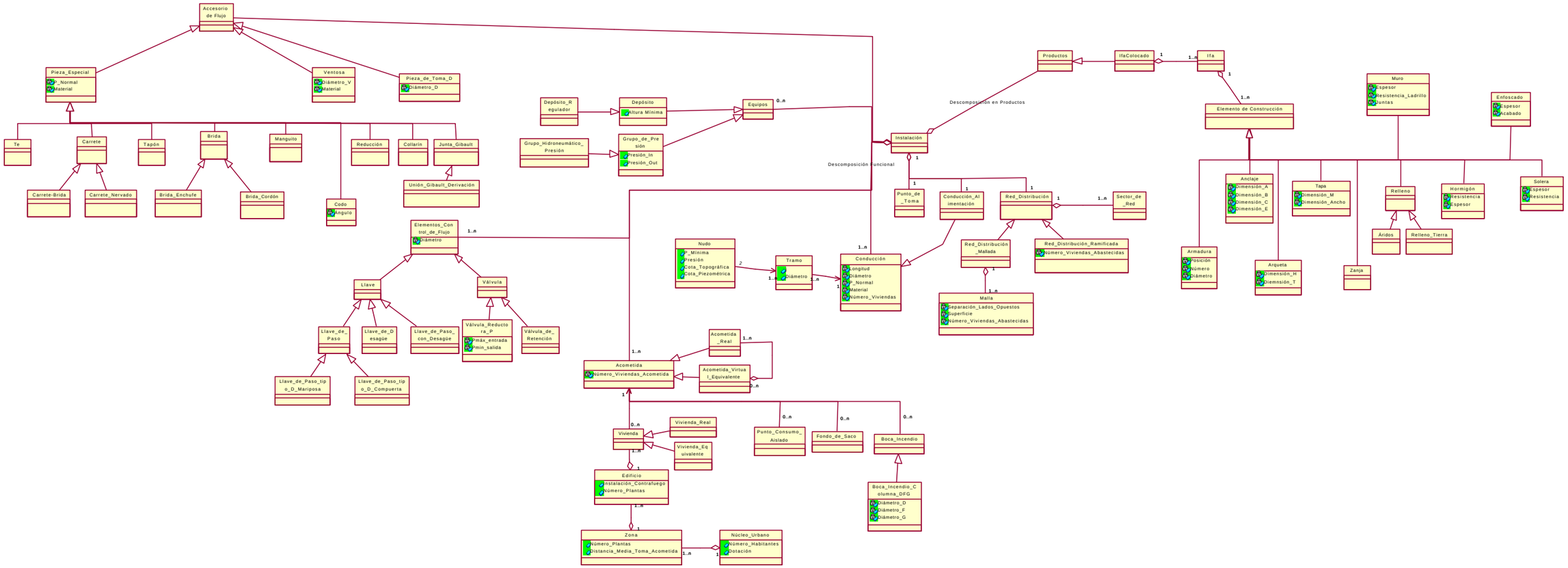


Fig. 3.12. Diagrama de Conjunto de los paquetes lógicos del Dominio

Se presenta a continuación el diagrama de conjunto del modelo del dominio de la norma.


Accesorio de Flujo
Pieza_Especial
P_Normal
Material
Ventosa
Diámetro_V
Material
Pieza_de_Toma_D
Diámetro_D
Te
Carrete
Tapón
Brida
Manguito
Reducción
Collarín
Junta_Gibault
Carrete-Brida
Carrete_Nervado
Brida_Enchufe
Brida_Cordón
Unión_Gibault_Derivación
Codo
Ángulo
Depósito_Regulador
Depósito
Altura Mínima
Equipos
0..n
Grupo_Hidroneumático_Presión
Grupo_de_Presión
Presión_In
Presión_Out
Descomposición Funcional
Descomposición en Productos
Instalación
1
Productos
IfaColocado
1
1..n
Ifa
1
1..n
Elemento de Construcción
Punto_de_Toma
Conducción_Alimentación
Red_Distribución
1
1..n
Sector_de_Red
Red_Distribución_Mallada
Red_Distribución_Ramificada
Número_Viviendas_Abastecidas
Malla
Separación_Lados_Opuestos
Superficie
Número_Viviendas_Abastecidas
Elementos_Control_de_Flujo
Diámetro
1..n
Nudo
P_Mínima
Presión
Cota_Topográfica
Cota_Piezométrica
Tramo
Diámetro
2
1..n
Conducción
Longitud
Diámetro
P_Normal
Material
Número_Viviendas
1..n
Llave
Válvula
Llave_de_Paso
Llave_de_Desagüe
Llave_de_Paso_con_Desagüe
Válvula_Reductora_P
Pmáx_entrada
Pmin_salida
Válvula_de_Retención
Llave_de_Paso_tipo_D_Mariposa
Llave_de_Paso_tipo_D_Compuerta
Acometida_Real
1..n
Acometida
Número_Viviendas_Acometida
Acometida_Virtual_Equivalente
0..n
1..n
Vivienda
Vivienda_Real
Vivienda_Equivalente
0..n
1..n
Punto_Consumo_Aislado
Fondo_de_Saco
Boca_Incendio
Boca_Incendio_Columna_DFG
Diámetro_D
Diámetro_F
Diámetro_G
Edificio
Instalación_Contrafuego
Número_Plantas
1..n
Zona
Número_Plantas
Distancia_Media_Toma_Acometida
1..n
Núcleo_Urbano
Número_Habitantes
Dotación
Armadura
Posición
Número
Diámetro
Anclaje
Dimensión_A
Dimensión_B
Dimensión_C
Dimensión_E
Arqueta
Dimensión_H
Diemnsión_T
Tapa
Dimensión_M
Dimensión_Ancho
Zanja
Muro
Espesor
Resistencia_Ladrillo
Juntas
Relleno
Áridos
Relleno_Tierra
Hormigón
Resistencia
Espesor
Enfoscado
Espesor
Acabado
Solera
Espesor
Resistencia