Componentes básicos de un esquema XSD

Los componentes imprescindibles para construir un esquema XSD son los siguientes:

- xs:element
- xs:attribute

xs:element

Este componente permite declarar los elementos del documento XML. Entre otros, los principales atributos que podemos utilizar en la declaración son los siguientes:

- *name*: Indica el nombre del elemento. Obligatorio si el elemento padre es <*xs:schema*>.
- *ref*: Indica que la declaración del elemento se encuentra en otro lugar del esquema. No se puede usar si el elemento padre es <*xs:schema*>. No puede aparecer junto con *name*.
- *type*: Indica el tipo de dato que almacenará el elemento. No puede aparecer junto con *ref*.
- *default*: Es el valor que tomará el elemento al ser procesado si en el documento XML no ha recibido ningún valor. Sólo se puede usar con tipo de dato textual.
- *fixed*: Indica el único valor que puede contener el elemento en el documento XML. Sólo se puede usar con tipo de dato textual.
- *minOccurs*: Indica el mínimo número de ocurrencias que deben aparecer de ese elemento en el documento XML. No se puede usar si el elemento padre es <*xs:schema*>. Va desde 0 hasta ilimitado (*unbounded*). Por defecto 1.
- *maxOccurs*: Indica el máximo número de ocurrencias que pueden aparecer de ese elemento en el documento XML. No se puede usar si el elemento padre es <*xs:schema*>. Va desde 0 hasta ilimitado (*unbounded*). Por defecto 1.

```
<xs:element name="nombre" type="xs:string" default="TicArte" minOccurs="1"
maxOccurs="unbounded" />
<xs:element ref="contacto" minOccurs="1" maxOccurs="unbounded" />
```

xs:attribute

Este componente permite declarar los atributos de los elementos del documento XML. Entre otros, los principales atributos que podemos utilizar en la declaración son los siguientes:

- *name*: Indica el nombre del atributo.
- *ref*: Indica que la declaración del atributo se encuentra en otro lugar del esquema. No puede aparecer junto con *name*.
- *type*: Indica el tipo de dato que almacenará el atributo. No puede aparecer junto con *ref*.
- *use*: Indica si la existencia del atributo es opcional (*optional*), obligatoria (*required*) o prohibida (*prohibited*). Por defecto opcional.
- *default*: Es el valor que tomará el elemento al ser procesado si en el documento XML no ha recibido ningún valor. Sólo se puede usar con tipo de dato textual.
- *fixed*: Indica el único valor que puede contener el elemento en el documento XML. Sólo se puede usar con tipo de dato textual.

```
<xs:attribute name="moneda" type="xs:string" default="euro" use="required" />
<xs:attribute ref="moneda" use="required" />
```

Tipos de datos

Tipos de datos simples y complejos

Existe dos grandes grupos de tipos de datos que se pueden utilizar en los esquemas XSD:

- **Tipos de datos simples** (*xs:simpleType*): Se dividen en los siguientes.
  - Tipos de datos predefinidos.
  - Tipos de datos construidos con nuestras propias restricciones y basados en los tipos de datos predefinidos.
- **Tipos de datos complejos** (*xs:complexType*): Se dividen en los siguientes.
  - Elementos dentro de otros elementos.
  - Elementos que tienen atributos.
  - Elementos mixtos que tienen datos y otros elementos.
  - Elementos vacíos.

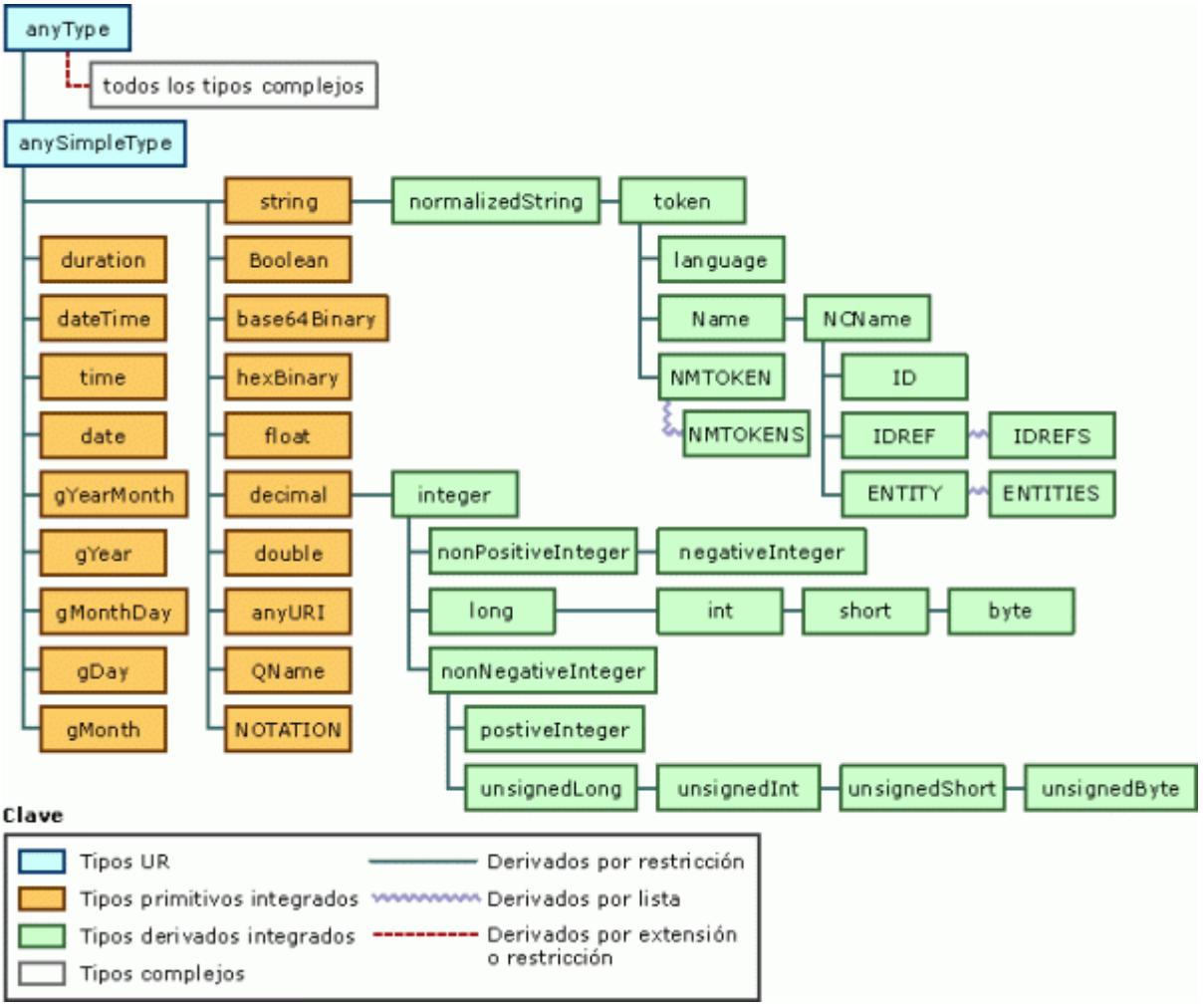
Tipos de datos predefinidos

Son 44 los tipos de datos que define el esquema XSD, clasificados de una manera jerárquica, en el que los elementos hijos poseen las mismas características del padre más alguna particularidad añadida que los distinga

El tipos de datos predefinido principal es *xs:anyType*, el más genérico y del cual derivan el resto de tipos de datos predefinidos como podemos ver en la siguiente imagen.

Los tipos de datos predefinidos los podemos dividir en:

- **Primitivos**: Descienden directamente de *xs:anySimpleType*.
- **No primitivos**: Descienden de alguno de los primitivos.



Tipos de datos predefinidos (imagen extraída de Microsoft)

Tipos de datos construidos

Los tipos de datos construidos son generados por el usuario a partir de un tipo de dato predefinido y aplicándoles restricciones si se desea (estas restricciones se explicarán más adelante). Se pueden diseñar de dos maneras.

- Pueden usarse **directamente en la definición de un elemento**, en lugar de usar el atributo *type*:

```
<xs:element name="edad" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:integer">
      <xs:minInclusive value="0"/>
      <xs:maxInclusive value="100"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

- También pueden **definirse asignándoles un nombre** y pudiéndose usar en cualquier elemento del documento mediante el atributo *type*. Esta sección es indiferente colocarla antes o después de la definición del elemento raíz:

```
<xs:simpleType name="longitudMaxima">
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:minLength value="0"/>
    <xs:maxLength value="10"/>
  </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:element name="nombre" type="longitudMaxima"/>
```

- Y se pueden construir **tipos de datos extendiendo** otros tipos de datos ya existentes.

```
<xs:complexType name="infoPersona">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="nombre" type="xs:string"/>
    <xs:element name="edad" type="xs:integer"/>
  </xs:sequence>
  <xs:attribute name="numero" type="xs:integer"/>
</xs:complexType>

<xs:complexType name="infoPersonaAmpliada">
  <xs:complexContent>
    <xs:extension base="infoPersona">
      <xs:sequence>
        <xs:element name="ciudad" type="xs:string"/>
        <xs:element name="pais" type="xs:string"/>
      </xs:sequence>
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>

<xs:element name="persona" type="infoPersonaAmpliada" />
```

Contenido simple y complejo

Dentro de los *tipos de datos complejos*, podemos definir dos tipos de contenidos que pueden ir entre las etiquetas de apertura y cierre de los elementos:

- **Contenido simple** (*xs:simpleContent*): Cuando el elemento declarado sólo tienen contenido textual, sin elementos descendientes.
- **Contenido complejo** (*xs:complexContent*): Cuando el elemento declarado tiene elementos descendientes, pudiendo tener o no contenido textual.

Indicadores

Permiten establecer las características de los elementos que van a utilizarse dentro de otro elemento, por tanto dentro del Contenido complejo.

Indicadores de orden: Asignan el orden de aparición de los elementos descendientes se pueden utilizar las siguientes opciones, tanto individualmente como combinados.

- **Secuencia** (*xs:sequence*): Define el orden exacto de aparición de los elementos.
- **Alternativa** (*xs:choice*): Define una serie de elementos entre los cuales sólo se puede elegir uno de ellos.
- **Todos** (*xs:all*): Define una serie de elementos que pueden aparecer en cualquier orden.

Indicadores de ocurrencia: Asignan cuántas veces puede aparecer dicho elemento.

- **Mínimo** *(minOccurs)*: Indica el mínimo número de ocurrencias que deben aparecer de ese elemento en el documento XML. No se puede usar si el elemento padre es <*xs:schema*>. Va desde 0 hasta ilimitado (*unbounded*). Por defecto 1.
- **Máximo** *(maxOccurs)*: Indica el máximo número de ocurrencias que pueden aparecer de ese elemento en el documento XML. No se puede usar si el elemento padre es <*xs:schema*>. Va desde 0 hasta ilimitado (*unbounded*). Por defecto 1.

Indicadores de grupo: Agrupan un conjunto de elementos o de atributos.

- **Grupo de elementos** (xs:group): Sirve para agrupar un conjunto de declaraciones de elementos relacionados.
- **Grupo de atributos** (xs:attributeGroup): sirve para agrupar un conjunto de declaraciones de atributos relacionados.

```
<xs:element name="alumno" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="nif" type="xs:string" />
      <xs:choice minOccurs="1" maxOccurs="1">
        <xs:element name="nombre" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1" />
        <xs:element name="nombre_compuesto" type="xs:string" minOccurs="1"
maxOccurs="1" />
      </xs:choice>
      <xs:element name="apellido" type="xs:string" minOccurs="2" maxOccurs="2" />
      <xs:group ref="direccion" minOccurs="1" maxOccurs="1" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>

<xs:group name="direccion">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="calle" type="xs:string"/>
    <xs:element name="localidad" type="xs:string"/>
    <xs:element name="provincia" type="xs:string"/>
  </xs:sequence>
</xs:group>
```

Restricciones

Permiten establecer restricciones (o también llamadas facetas) a los Contenidos simples.

- **Rango de números**: Se utiliza en los tipos de datos numéricos y de fecha/hora. Define el mínimo y máximo, tanto inclusive como exclusive, de los números permitidos.

```
<xs:element name="edad" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:integer">
      <xs:minInclusive value="0"/>
      <xs:maxInclusive value="100"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="edad" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:integer">
      <xs:minExclusive value="0"/>
      <xs:maxExclusive value="100"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

- **Dígitos**: Se utiliza en los tipos de datos numéricos. Define el número máximo de dígitos permitidos.

```
<xs:element name="telefono" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:integer">
      <xs:totalDigits value="9"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

- **Lista de valores**: Se utiliza en todos los tipos de datos. Define una lista de valores permitidos en el elemento.

```
<xs:element name="coche" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:enumeration value="Audi"/>
      <xs:enumeration value="Golf"/>
      <xs:enumeration value="BMW"/>
      <xs:enumeration value=""/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

- **Longitud**: Se utiliza en tipos de datos de texto. Define el número exacto de caracteres permitidos, o el mínimo y máximo de ellos.

```
<xs:element name="clave" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:length value="5"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
<xs:element name="clave" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:minLength value="5"/>
      <xs:maxLength value="8"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

- **Plantilla de caracteres**: Se utiliza en tipos de datos de texto. Especifica un patrón o expresión regular que debe cumplir el contenido del elemento (leer más sobre Expresiones regulares).

```
<xs:element name="iniciales" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:pattern value="[A-Z][A-Za-z][A-Za-z]"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

- **Tratamiento de espacios en blanco**: Se utiliza en tipos de datos de texto. Especifica cómo se tratan los espacios en blanco (que incluyen también saltos de línea y tabuladores). Los puede respetar (*preserve*), los puede reducir a uno (*collapse*) y los puede reemplazar (*replace*).

```
<xs:element name="direccion" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
      <xs:whiteSpace value="preserve"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

Declaración de elementos

En la siguiente tabla podemos observar todas las combinaciones posibles sobre declaraciones de elementos en esquemas XSD (si contienen contenido textual, elementos descendientes o atributos), y que vamos a ir explicando a continuación en los siguientes subapartados.

Simple	Simple	X		1. Elementos con contenido textual 2. Elementos con contenido textual restringido
Complejo	Simple	X	X	7. Elementos con contenido textual y atributos

					8. Elementos con contenido textual y atributos restringidos
					9. Elementos con contenido textual restringido y atributos
					10. Elementos con contenido textual restringido y atributos restringidos
Complejo	Complejo				3. Elementos vacíos
Complejo	Complejo			X	6. Elementos vacíos con atributos (con y sin restringir)
Complejo	Complejo		X		4. Elementos que contienen sólo elementos
Complejo	Complejo		X	X	5. Elementos que contienen sólo elementos y atributos (con y sin restringir)
Complejo	Complejo mixto	X	X		
Complejo	Complejo mixto	X	X	X	

Elementos con contenido textual

Se trata de elementos de tipo de dato simple y contenido simple. Su definición es la más simple. Permite utilizar cualquier tipo de datos predefinido.

```
<xs:element name="color" type="xs:string" default="rojo" minOccurs="1"
maxOccurs="1" />
```

Elementos con contenido textual restringido

Se trata de elementos de tipo de dato simple y contenido simple. Permite utilizar cualquier tipo de datos predefinido, pero sobre él se declara una **restricción** o faceta (facet) para reducir el rango de valores permitidos en el contenido del elemento.

```
<xs:element name="edad" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:integer">
      <xs:minInclusive value="0"/>
      <xs:maxInclusive value="100"/>
    </xs:restriction>
  </xs:simpleType>
</xs:element>
```

El anterior esquema validaría el siguiente documento XML:

```
<edad>56</edad>
```

Elementos vacíos

Se trata de elementos de tipo de dato complejo y contenido complejo. Estos elementos no podrán contener ninguna clase de contenido. Si nos fijamos no existe el atributo "type".

```
<xs:element name="h1" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:complexType />
</xs:element>
```

El anterior esquema validaría los siguientes elementos del documento XML:

```
<h1></h1>
<h1 />
```

Elementos que contienen sólo elementos

Se trata de elementos de tipo de dato complejo y contenido complejo. Estos elementos definen los elementos que pueden contener en su interior, así como el orden de ellos, su cardinalidad y su agrupamiento ya vistos anteriormente.

En el siguiente ejemplo, *alumno* debe contener de manera obligatoria y en este orden un *nombre* y dos *apellidos*. El número de veces que se repite *apellidos* lo conseguimos con la cardinalidad.

```
<xs:element name="alumno" minOccurs="1" maxOccurs="1">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="nombre" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
        <xs:element name="apellido" type="xs:string" minOccurs="2" maxOccurs="2"/>
      </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

El anterior esquema validaría el siguiente documento XML:

```
<alumno>
   <nombre>Juan</nombre>
   <apellido>Luque</apellido>
   <apellido>Ostos</apellido>
</alumno>
```

En el siguiente ejemplo combinamos los indicadores de orden para incluir dentro de una secuencia una alternativa entre dos elementos. En este caso, hay que elegir primero entre *nombre* o *nombre_compuesto*, y posteriormente aparecerán dos *apellido*.

```
<xs:element name="alumno" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:choice minOccurs="1" maxOccurs="1">
        <xs:element name="nombre" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1" />
        <xs:element name="nombre_compuesto" type="xs:string" minOccurs="1"
maxOccurs="1" />
      </xs:choice>
      <xs:element name="apellido" type="xs:string" minOccurs="2" maxOccurs="2" />
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

Elementos que contienen sólo elementos y atributos (con y sin restringir)

Se trata de elementos de tipo de dato complejo y contenido complejo. Estos elementos definen los elementos que pueden contener en su interior, así como el orden de ellos y su cardinalidad. Además pueden definir atributos.

```
<xs:element name="alumno" minOccurs="1" maxOccurs="1">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="nombre" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
        <xs:element name="apellido" type="xs:string" minOccurs="2" maxOccurs="2"/>
      </xs:sequence>
      <xs:attribute name="dni" type="xs:string" />
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

Y si queremos meter restricciones en el atributo:

```
<xs:element name="alumno" minOccurs="1" maxOccurs="1">
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="nombre" type="xs:string" minOccurs="1" maxOccurs="1"/>
        <xs:element name="apellido" type="xs:string" minOccurs="2" maxOccurs="2"/>
      </xs:sequence>
      <xs:attribute name="dni" use="optional">
        <xs:simpleType>
          <xs:restriction base="xs:string">
            <xs:pattern value="[0-9]{8}[A-Z]" />
          </xs:restriction>
        </xs:simpleType>
      </xs:attribute>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

Los anteriores esquemas validarían el siguiente documento XML:

```
<alumno dni="10203040A">
   <nombre>Juan</nombre>
   <apellido>Luque</apellido>
   <apellido>Ostos</apellido>
</alumno>
```

Elementos vacíos con atributos (con y sin restringir)

Se trata de elementos de tipo de dato complejo y contenido complejo. Estos elementos no podrán contener ninguna clase de contenido, pero sí tendrán atributos, que podrán tener o no restricciones.

```
<xs:element name="producto" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:complexType>
    <xs:attribute name="prodid" type="xs:integer" use="required" />
    <xs:attribute name="dni" use="optional">
      <xs:simpleType>
        <xs:restriction base="xs:integer">
           <xs:minLength value="0"/>
           <xs:maxLength value="100"/>
        </xs:restriction>
      </xs:simpleType>
    </xs:attribute>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

El anterior esquema validaría el siguiente documento XML:

```
<producto prodid="132" catid="25" />
```

Elementos con contenido textual y atributos

Se trata de elementos de tipo de dato complejo y contenido simple. Estos elementos podrán contener sólo contenido textual. Se definen atributos para el elemento.

```
<xs:element name="producto" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:complexType>
    <xs:simpleContent>
      <xs:extension base="xs:string">
        <xs:attribute name="prodid" type="xs:integer" use="optional" />
      </xs:extension>
    </xs:simpleContent>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

El anterior esquema validaría el siguiente documento XML:

```
<producto prodid="132">Manzana</producto>
```

Elementos con contenido textual y atributos restringidos

Se trata de elementos de tipo de dato complejo y contenido simple. Estos elementos podrán contener sólo contenido textual. Los atributos que se definen poseen restricciones.

```
<xs:element name="producto" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:complexType>
    <xs:simpleContent>
      <xs:extension base="xs:string">
        <xs:attribute name="prodid" use="optional">
          <xs:simpleType>
            <xs:restriction base="xs:string">
              <xs:pattern value="[A-Z][0-9]+" />
            </xs:restriction>
           </xs:simpleType>
        </xs:attribute>
      </xs:extension>
    </xs:simpleContent>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

El anterior esquema validaría el siguiente documento XML:

```
<producto prodid="M032">Manzana</producto>
```

Elementos con contenido textual restringido y atributos

Se trata de elementos de tipo de dato complejo y contenido simple. Estos elementos tendrán contenido textual con restricciones. Los atributos se definen sin restricciones.

En este caso, utilizaremos un *tipo de dato construido* con su propio nombre para darle restricciones al contenido del elemento.

```
<!-- Esta sección irá antes o después del elemento raíz -->
<xs:simpleType name="longitudMaxima">
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:minLength value="0"/>
        <xs:maxLength value="10"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:element name="producto" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:complexType>
    <xs:simpleContent>
      <xs:extension base="longitudMaxima">
        <xs:attribute name="prodid" type="xs:string" use="optional" />
      </xs:extension>
    </xs:simpleContent>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

El anterior esquema validaría el siguiente documento XML:

```
<producto prodid="M0876">Manzana</producto>
```

Elementos con contenido textual restringido y atributos restringidos

Se trata de elementos de tipo de dato complejo y contenido simple. Estos elementos tendrán contenido textual con restricciones. Los atributos se definen con restricciones también.

En este caso, utilizaremos un *tipo de dato construido* con su propio nombre para darle restricciones al contenido del elemento.

```
<!-- Esta sección irá antes o después del elemento raíz -->
<xs:simpleType name="longitudMaxima">
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:minLength value="0"/>
        <xs:maxLength value="10"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
<xs:element name="producto" minOccurs="1" maxOccurs="1">
  <xs:complexType>
    <xs:simpleContent>
      <xs:extension base="longitudMaxima">
        <xs:attribute name="prodid" use="optional">
          <xs:simpleType>
            <xs:restriction base="xs:string">
              <xs:pattern value="[A-Z][0-9]+" />
            </xs:restriction>
           </xs:simpleType>
        </xs:attribute>
      </xs:extension>
    </xs:simpleContent>
  </xs:complexType>
</xs:element>
```

El anterior esquema validaría el siguiente documento XML:

```
<producto prodid="M0876">Manzana</producto>
```