

Automatización con Ant

Índice

1 Ant y Make.....	2
2 Estructura de un fichero build.xml.....	3
2.1 Propiedades.....	4
2.2 Declaración de tareas.....	5
2.3 Objetivos.....	6
3 Definición del classpath.....	7
3.1 Elementos individuales.....	8
3.2 Conjuntos.....	8
4 Tareas básicas.....	10
4.1 Compilación.....	10
4.2 Documentación.....	12
4.3 Empaquetamiento.....	12
4.4 Ejecución.....	13
4.5 Sistema de ficheros.....	14
4.6 Comandos externos.....	15
4.7 Impresión de texto.....	16
5 Integración con Eclipse.....	16
5.1 Configuración.....	16
5.2 Ejecución de tareas.....	17

Al desarrollar aplicaciones Java medianamente complejas, una vez escrito el código fuente, para construir la aplicación normalmente tendremos que utilizar varias herramientas (`javac`, `jar`, `rmic`, `java`, etc). Además será conveniente crear una estructura de directorios donde tengamos por separado los ficheros fuente, las clases compiladas, las librerías y cualquier otro tipo de recursos, como por ejemplo el siguiente:

```
bin
src
lib
resources
```

Esto nos obligará, cada vez que queramos construir la aplicación para probarla, a compilar las clases en el directorio adecuado, estableciendo la variable `CLASSPATH` para que incluya las librerías necesarias para compilar, copiar todos los recursos al directorio donde se haya construido la aplicación, realizar algún procesamiento adicional a los ficheros de código en caso de que sea necesario, empaquetar la aplicación y cualquier otra tarea que pueda ser necesaria.

Para facilitar la tarea de desarrollo de aplicaciones, podemos utilizar la herramienta *Ant* para automatizar todo este proceso.

1. Ant y Make

Ant es una herramienta basada en Java, similar a la herramienta *make*, pero más adecuada para el desarrollo de aplicaciones Java. *Make* tiene el inconveniente de ser dependiente del *shell* que utilicemos, ya que ejecuta comandos de éste, lo cual complicaría la portabilidad de nuestras aplicaciones a distintas plataformas. Uno de los objetivos que se han buscado desde el principio con las tecnologías Java es la independencia de la plataforma, por lo que será conveniente contar con un sistema de construcción de aplicaciones que cumpla este objetivo para que la portabilidad no se vea dañada.

Ant utiliza ficheros de configuración basados en XML, donde definiremos las tareas a realizar. Para realizar estas tareas se utilizarán clases Java, en lugar de comandos del *shell*, lo cual lo hará independiente de la plataforma. Podremos realizar un gran número de diferentes tareas con esta herramienta, de las que veremos las principales, y además es extensible, permitiéndonos añadir nuestras propias tareas que podremos implementar utilizando clases Java.

Estas tareas son las acciones que se ejecutarán desde dentro del fichero de configuración, y se definen en él como etiquetas en XML:

```
<mkdir dir="bin"/>
<javac srcdir="src" destdir="bin"/>
```

De esta forma, en este ejemplo estaremos creando un directorio `bin` y a continuación

estamos compilando todos los fuentes que tengamos en `src` guardando las clases compiladas en `bin`. Al definir estas acciones con este formato estándar, serán independientes de la plataforma.

El fichero de configuración, llamado `build.xml`, es bastante más complejo que un `Makefile`, pero podremos parametrizarlo, permitiéndonos reutilizar una misma plantilla genérica para distintas aplicaciones. Además, este fichero `build.xml` al utilizar una gramática de más alto nivel no tendrá el inconveniente de los tabuladores que encontramos en los `Makefile` (si en lugar de tabuladores usamos espacios no funcionan correctamente).

Para ejecutar este fichero `build.xml` deberemos ejecutar `ant` desde el directorio donde se encuentre este fichero

```
ant [objetivo]
```

Para que funcione correctamente deberemos establecer las variables de entorno `ANT_HOME` y `JAVA_HOME` apuntando a los directorios donde tengamos instalado *Ant* y *Java 2 SDK* respectivamente. Además para poder ejecutar el comando `ant` la variable `PATH` deberá apuntar al directorio de binarios de *Ant*:

```
PATH=${PATH}:${JAVA_HOME}/bin:${ANT_HOME}/bin
```

A continuación veremos cómo crear estos ficheros de configuración `build.xml` para trabajar con la herramienta *Ant*.

2. Estructura de un fichero build.xml

El elemento principal de un fichero `build.xml` es la etiqueta `project` que engloba todo el proyecto. Todo el contenido del fichero se encontrará dentro de esta etiqueta:

```
<project name="MiProyecto" default="run" basedir=". ">
  <description>
    Ejemplo de fichero build.xml
  </description>

  <!-- Propiedades -->
  ...

  <!-- Declaración de tareas -->
  ...

  <!-- Objetivos -->
  ...

</project>
```

Dentro del proyecto encontramos los siguientes elementos:

- **Propiedades:** Nos permiten parametrizar el fichero *build.xml*. Podemos asignar valor a

- una serie de propiedades (atributos) que luego podremos utilizar dentro de este fichero.
- **Declaración de tareas:** Si queremos utilizar tareas adicionales, que no son propias de *Ant*, deberemos declararlas.
- **Objetivos:** Podemos definir una serie de objetivos (*targets*) para construir la aplicación, al igual que hacíamos en el `Makefile`. Para cada objetivo se definirán las tareas que se ejecutarán para cumplirlo, pudiendo establecer una dependencia entre los diferentes objetivos definidos.

En la etiqueta `project` indicaremos el nombre del proyecto al que corresponde este fichero `build.xml`, y además podremos establecer cuál será el objetivo a cumplir por defecto, si en la línea de comandos no se ha especificado ninguno.

2.1. Propiedades

Podemos definir una serie de propiedades para parametrizar estos ficheros de configuración de *Ant*. Estas propiedades son parejas `<nombre, valor>` donde normalmente el nombre se compone de una serie de palabras separadas por puntos y pueden tomar cualquier cadena como valor.

Podemos definir todas las propiedades que queramos, definiéndolas con nombres de este tipo, y asignarles un valor a cada una. Por ejemplo, podríamos definir una propiedad de nombre `bin.home` que contenga el nombre del directorio donde se guardará la aplicación compilada:

```
bin.home=bin
```

Posteriormente, podremos utilizar esta propiedad dentro del código de **Ant**. Para acceder al valor de la propiedad pondremos el nombre de ésta entre llaves precedido por el signo '\$', de la forma `${nombre.propiedad}`. Por ejemplo, cuando necesitemos crear el directorio para guardar la aplicación haremos:

```
<mkdir dir="${bin.home}"/>
```

De esta forma siempre que necesitemos especificar este directorio donde se va a construir la aplicación, en lugar de especificar directamente el nombre del directorio podemos utilizar la propiedad. De esta forma si queremos cambiar esto más adelante, será suficiente con modificar el valor de la propiedad, sin tener que ir cambiando este valor en cada lugar del fichero de configuración que aparezca.

Tenemos varias opciones para definir las propiedades y sus valores:

- **En el fichero `build.xml`.** Al comienzo del fichero `build.xml`, dentro del bloque `project`, podemos definir estas propiedades de la siguiente forma:

```
<property name="bin.home" value="bin">
```
- **En un fichero independiente.** También podemos definir las propiedades en un fichero

de propiedades, sin mezclarlas con el contenido del fichero `build.xml`, de forma que si alguien quiere cambiarlas no tenga que editar el código del `build.xml`. El fichero de propiedades definirá en cada línea una propiedad, asignándole su valor mediante el símbolo '='. Por ejemplo, podemos llamar a este fichero `build.properties`, y en él podemos tener el siguiente contenido:

```
bin.home=bin
```

Para que las propiedades aquí definidas puedan ser utilizadas dentro del fichero `build.xml`, deberemos importar el fichero de propiedades desde este fichero. Esto lo haremos mediante la siguiente etiqueta de definición de propiedades:

```
<property file="build.properties"/>
```

- **En la línea de comando.** También podremos establecer estas propiedades directamente desde la línea de comando al invocar `ant`. Esto lo haremos mediante el parámetro `-D`, con el que especificaremos nombre de la propiedad y valor:

```
ant -Dbin.home=bin
```

Si especificamos una propiedad en línea de comando, este valor tendrá preferencia sobre el valor que se haya definido dentro del fichero `build.xml`, si se ha definido alguno.

2.2. Declaración de tareas

`Ant` soporta un amplio conjunto de tareas predefinidas, que normalmente nos permitirán realizar todos los pasos necesarios para construir nuestra aplicación: compilar, copiar ficheros, empaquetar, ejecutar, etc.

Sin embargo, puede que necesitemos realizar alguna función que no venga implementada como tarea de `Ant`. Esto no será una limitación, ya que podremos añadir tareas adicionales que nos permitan realizar estas funciones. Estas tareas se implementarán en clases Java, que podremos desarrollar nosotros mismos, o bien obtener librerías de tareas proporcionadas por terceros.

Estas librerías de tareas consistirán normalmente en un fichero JAR que contenga todas las clases que implementan estas tareas que vamos a añadir. Para que `Ant` pueda localizar estas clases deberemos incluir esta librería en el `CLASSPATH` o bien copiarla al directorio `${ANT_HOME}/lib`.

Una vez tenemos la librería de tareas localizable, para poder usarlas deberemos declararlas, indicando cuál es la clase principal que implementa cada tarea, y asignándole un nombre de dicha tarea. Declararemos estas tareas dentro del fichero `build.xml` donde vayamos a usarlas de la siguiente forma:

```
<taskdef name="mitarea" classname="es.ua.j2ee.tareas.MiTarea"/>
```

Posteriormente, en el fichero `build.xml` podremos ejecutar esta tarea como cualquier otra tarea definida en *Ant*:

```
<mitarea <atributos>/>
```

2.3. Objetivos

En el fichero `build.xml` podremos definir una serie de objetivos, y dentro de cada uno especificar las tareas que se deben realizar para cumplir dicho objetivo. Podremos definir tantos objetivos como queramos, y establecer dependencias entre ellos. Por ejemplo podemos crear dos objetivos: `compile` para compilar la aplicación, y `run` para ejecutarla. Dado que para poder ejecutarla es necesario haberla compilado previamente, podemos establecer que el objetivo `run` depende de `compile`.

Estos objetivos se especifican dentro de una etiqueta `target`, que podrá contener como elementos internos tantas tareas como sea necesario. Por ejemplo, podemos definir el objetivo de compilación de la siguiente forma:

```
<target name="compile">
  <mkdir dir="{bin.home}">
  <javac srcdir="{src.home}"
    destdir="{bin.home}">
  </javac>
</target>
```

Con esta tarea estaremos creando el directorio destino, y compilando las clases del directorio de fuentes en este directorio destino.

Podemos definir un objetivo `run` que dependa de este objetivo anterior de la siguiente forma:

```
<target name="run" depends="compile">
  <java classname="es.ua.j2ee.prueba.Principal"/>
</target>
```

Cuando ejecutemos este objetivo primero se llamará al objetivo `compile` para que realice todas las tareas necesarias para compilar la aplicación, y una vez hecho esto se ejecutará la clase principal de la aplicación.

Podemos ver un ejemplo completo de fichero `build.xml` a continuación:

```
<project name="MiProyecto" default="run" basedir=".">
  <description>
    Ejemplo de fichero build.xml
  </description>

  <!-- Propiedades -->
  <property name="src.home" value="src"/>
  <property name="bin.home" value="bin"/>
```

```
<!-- Declaración de tareas -->
<taskdef name="mitarea" classname="es.ua.j2ee.tareas.MiTarea"/>

<!-- Objetivos -->
<target name="compile">
  <mkdir dir="${bin.home}"/>
  <javac srcdir="${src.home}"
    destdir="${bin.home}"/>
</target>

<target name="run" depends="compile">
  <java classname="es.ua.j2ee.prueba.Principal"
    classpath="${bin.home}"/>
</target>

<target name="clean">
  <delete dir="${bin.home}"/>
</target>

</project>
```

En este proyecto el objetivo por defecto es `run`, por lo que si en la línea de comando escribimos `ant` sin proporcionar ningún parámetro este será el objetivo que se ejecutará, para lo cual antes deberá ejecutar antes `compile` ya que depende de él.

Si escribimos `ant compile`, ejecutará sólo el objetivo de compilación.

3. Definición del classpath

Para tareas como la compilación y la ejecución de clases Java deberemos establecer el *classpath* que vamos a utilizar. Cuando desarrollamos aplicaciones J2EE es muchas ocasiones necesitaremos establecer un *classpath* bastante complejo, en el que se incluyan un gran número de librerías (JAR) distribuidas a lo largo de una serie de directorios.

Ant nos facilitará la tarea de establecimiento del *classpath*, ya que no será necesario incluir las diferentes librerías una a una, sino que podremos incluir en una misma etiqueta un gran conjunto de librerías.

Podremos crear un *classpath* global, que pueda ser reutilizado por diferentes tareas. Este elemento se encontrará al mismo nivel que los objetivos en el fichero `build.xml`, y de esta forma podremos hacer referencia a él desde distintas tareas que tengamos dentro de diferentes objetivos.

Definiremos esta estructura de *classpath* con una etiqueta `path`, a la que deberemos proporcionar un identificador de forma que podamos referenciarla desde diferentes tareas para utilizar este *classpath* desde ellas.

```
<path id="path.compilacion">
  <!-- Elementos del path -->
  ...
</path>
```

Dentro de esta etiqueta deberemos indicar qué elementos van a formar parte de este *classpath*. Podemos añadir elementos individualmente, especificando uno a uno los nombres de los directorios y ficheros a incluir en el *path*, o bien incluir conjuntos de ficheros o directorios.

3.1. Elementos individuales

Podemos definir elementos del *path* individuales mediante etiquetas *pathelement*. Como atributo *location* de esta etiqueta indicaremos el directorio o fichero JAR que queremos incluir en el *path*:

```
<path id="path.compilacion">
  <pathelement location="classes"/>
  <pathelement location="lib/libreria.jar"/>
</path>
```

Mediante esta etiqueta también podemos especificar una lista de elementos del *path* en un mismo atributo, especificados como si se tratase del valor de la variable de entorno CLASSPATH.

```
<path id="path.compilacion">
  <pathelement path="/usr/aplic/classes;/usr/aplic/lib/libreria.jar"/>
</path>
```

Para separar los distintos elementos del *path* dentro de este atributo podremos utilizar tanto el carácter ':' como ';', *Ant* se encargará de adaptarlo a la plataforma sobre la que se esté ejecutando.

Será recomendable añadir cada elemento del *path* en una etiqueta distinta utilizando el atributo *location* como hemos visto en el primer caso. La segunda forma podremos utilizarla por ejemplo si queremos importar la variable de entorno CLASSPATH desde *Ant*:

```
<path id="path.compilacion">
  <pathelement path="{classpath}"/>
</path>
```

3.2. Conjuntos

Muchas veces deberemos incluir en el *classpath* un gran conjunto de librerías (ficheros JAR) que se encuentran bajo un mismo directorio. Añadir una a una estas librerías, además de ser una tarea tediosa, podrá producir que se nos olvide incluir algún elemento.

Para facilitar esta tarea *Ant* nos permitirá incluir todo un conjunto de ficheros en el *classpath* mediante una única etiqueta. Esto lo haremos con la etiqueta *fileset*:

```
<path id="path.compilacion">
  <fileset dir="lib">
    <include name="**/*.jar"/>
  </fileset>
</path>
```

Con esto estaremos indicando que se incluyan todos los ficheros JAR dentro del directorio `lib` y subdirectorios.

En el atributo `dir` estamos indicado el directorio bajo el cual están los ficheros a añadir. Podemos añadir varios elementos `include`, especificando en ellos los patrones de los ficheros que queramos incluir dentro de este directorio indicado en `dir`. De la misma forma podemos especificar una serie de elementos `exclude` que indiquen los ficheros que queramos excluir.

Por ejemplo, si queremos añadir todas las librerías JAR y ZIP que se encuentran bajo el directorio `lib`, pero no queremos incluir aquellas librerías de *debug*, podemos utilizar el siguiente conjunto de ficheros:

```
<path id="path.compilacion">
  <fileset dir="lib">
    <include name="**/*.jar"/>
    <include name="**/*.zip"/>
    <exclude name="**/*debug*" />
  </fileset>
</path>
```

También podemos incluir conjuntos de directorios, en el caso en que en lugar de una serie de librerías JAR queramos incluir varios directorios donde tenemos clases compiladas sin empaquetar. Por ejemplo, si sabemos que dentro de nuestra estructura de directorios tenemos varios directorios con clases compiladas, y todos estos directorios tienen el nombre `classes`, podremos incluirlos todos con la etiqueta `dirset`:

```
<path id="path.compilacion">
  <dirset dir="${tomcat.home}">
    <include name="**/classes"/>
  </dirset>
</path>
```

De esta forma se incluirán en el *classpath* todos los directorios `classes` que se encuentren dentro del directorio del Tomcat. Por ejemplo, si tenemos los directorios `server/classes`, `common/classes` y `shared/classes`, todos ellos serán incluidos en el *classpath*.

Normalmente combinaremos varios de los elementos vistos anteriormente para establecer el *classpath*. Si nuestra aplicación tiene un directorio `lib` con todas las librerías necesarias, y un directorio `classes` con las clases compiladas, podremos establecer el *classpath* necesario para ejecutarla con:

```
<path id="path.compilacion">
```

```
<pathelement location="classes"/>
<fileset dir="lib">
  <include name="**/*.jar"/>
</fileset>
</path>
```

De esta forma hemos visto cómo se pueden construir estructuras de *path* en *Ant*. Este tipo de estructuras se utilizará en un gran número de elementos como por ejemplo los distintos tipos de *classpath* que se utilizarán para compilar y para ejecutar nuestras aplicaciones. Todos estos elementos se definirán de la forma que hemos visto en este apartado.

4. Tareas básicas

Vamos a ver ahora las tareas básicas que tenemos disponibles en *Ant*. El número de tareas incluidas en el núcleo de *Ant* es muy extenso, pero nos centraremos en las principales.

4.1. Compilación

Una tarea fundamental en la construcción de la aplicación es la compilación de los fuentes. Para compilar desde *Ant* utilizaremos la tarea `javac`, que podrá utilizar de forma interna distintos compiladores, entre ellos JDK.

En esta tarea especificaremos como atributos `srcdir` y `destdir` los directorios de donde cogeremos los fuentes y donde generaremos las clases compiladas respectivamente. Podemos invocar esta tarea de forma sencilla de la siguiente forma:

```
<javac srcdir="${src.home}"
      destdir="${bin.home}">
</javac>
```

Es posible que nuestros fuentes estén utilizando alguna librería externa, por lo que deberemos incluir estas librerías en el *classpath* al compilar. Para especificar el *classpath* utilizaremos la etiqueta interna `classpath`:

```
<javac srcdir="${src.home}" destdir="${bin.home}">
  <classpath>
    <fileset dir="lib">
      <include name="**/*.jar"/>
    </fileset>
  </classpath>
</javac>
```

De esta forma especificamos el *classpath* internamente en la tarea `javac`. Puede resultar más conveniente utilizar un *classpath* definido externamente, como hemos visto anteriormente, para poder de esta forma reutilizarlo en diferentes tareas. Para ello haremos referencia a su identificador de la siguiente forma:

```
<javac srcdir="${src.home}" destdir="${bin.home}">
```

```
<classpath refid="path.compilacion"/>
</javac>
```

Vimos que Java realiza la búsqueda de clases en tres niveles. Empieza buscando entre las clases del núcleo de Java, conocidas como *bootstrap classes*, continua con el directorio de extensiones instaladas, y finaliza buscando en el *classpath*. Podemos establecer la localización de estos tres elementos al compilar desde *Ant*. Todos ellos se definirán como estructuras de *path* donde tendremos los directorios y ficheros correspondientes a cada uno, de la misma forma que en el caso del *classpath* que acabamos de ver.

bootclasspath	Ruta de las clases del núcleo de Java
extdirs	Ruta de los directorios de extensiones
classpath	Ruta del <i>classpath</i>

Podremos definir todos estos elementos como etiquetas internas a `javac`, igual que hacíamos en el caso del *classpath*.

```
<javac srcdir="${src.home}" destdir="${bin.home}">
  <classpath refid="path.compilacion"/>
  <extdirs refid="directorios.ext"/>
  <bootclasspath refid="path.nucleo"/>
</javac>
```

Podemos especificar con más detalle los fuentes que queremos compilar. La tarea `javac` se comporta implícitamente como un elemento `fileset`, de forma que podremos definir mediante las etiquetas `include` y `exclude` los ficheros fuente dentro del directorio `srcdir` que queremos incluir o excluir respectivamente.

```
<javac srcdir="${src.home}" destdir="${bin.home}">
  <include name="es/ua/j2ee/aplic1/**"/>
  <include name="es/ua/j2ee/aplic2/**"/>
  <exclude name="es/ua/j2ee/aplic1/prueba/**"/>
  <classpath refid="path.compilacion"/>
</javac>
```

De esta forma estaremos incluyendo todos los fuentes de los paquetes `es.ua.j2ee.aplic1` y `es.ua.j2ee.aplic2`, excepto aquellos que estén en `es.ua.j2ee.aplic1.prueba`. Puede que queramos tomar los fuentes de dos directorios distintos. Esto podremos hacerlo especificando varios elementos `src`:

```
<javac destdir="${bin.home}">
  <src path="${src}"/>
  <src path="${src2}"/>
  <classpath refid="path.compilacion"/>
</javac>
```

NOTA: Cada directorio de fuentes debe contener una estructura de directorios correspondiente a la estructura de paquetes de las clases que contiene.

Esta tarea además puede tomar una serie de atributos que indiquen la forma en la que se va a compilar el código, como vemos en el siguiente ejemplo:

```
<javac srcdir="${src.home}"
      destdir="${bin.home}"
      debug="off"
      optimize="on"
      deprecation="off">
  <classpath refid="path.compilacion"/>
</javac>
```

Algunos de estos atributos son:

debug	Genera información para la depuración del código (on ó off)
optimize	Genera código optimizado (on ó off)
deprecation	Muestra errores si se utiliza código desaprobado (on ó off)
nowarn	No muestra advertencias (on ó off)
target	Máquina virtual para la cuál se compila (1.1, 1.2, etc)
fork	Compilar utilizando un compilador externo (yes ó no)

4.2. Documentación

Podemos utilizar tareas *Ant* para generar la documentación de nuestra aplicación en formato Javadoc. Utilizaremos la tarea `javadoc` de la siguiente forma:

```
<javadoc sourcepath="${src.home}"
        destdir="${docs.home}"
        packagenames="*">
  <classpath refid="path.compilacion"/>
</javadoc>
```

En ella especificamos el directorio donde tenemos los fuentes de donde se extraerá la información (`sourcepath`) y el directorio donde guardaremos los documentos generados (`destdir`). Además especificamos los paquetes de los cuales se quiere generar documentación (con `*` indicamos todos los paquetes). Definiremos el `classpath` de la misma forma en que lo hemos definido para la tarea de compilación.

4.3. Empaquetamiento

Para distribuir la aplicación normalmente la empaquetaremos en un fichero JAR. Este paso lo podremos hacer desde *Ant* con la tarea `jar`.

```
<jar destfile="${dist.home}/aplic.jar">
```

```
basedir="${bin.home}"/>
```

En `basedir` especificamos el directorio que contiene los ficheros que queremos empaquetar, y `destfile` será el nombre del fichero JAR que vamos a crear.

Esta tarea se puede comportar de forma similar a un `fileset`, permitiéndonos controlar los ficheros que se incluyen y se excluyen mediante los elementos `include` y `exclude`.

```
<jar destfile="${dist.home}/aplic.jar"
  basedir="${bin.home}">
  <include name="build/**/*.class"/>
  <include name="build/**/*.gif"/>
  <exclude name="build/prueba/**"/>
</jar>
```

En los ficheros JAR existe un fichero `MANIFEST.MF` en el que podemos incluir información de configuración sobre el paquete. Podremos incluir esta información directamente desde *Ant* utilizando la etiqueta interna `manifest`:

```
<jar destfile="${dist.home}/aplic.jar"
  basedir="${bin.home}">
  <manifest>
    <attribute name="Main-Class" value="es.ua.j2ee.prueba.Principal"/>
  </manifest>
</jar>
```

Dentro de este elemento `manifest` podremos incluir tanto atributos como queramos, cada uno de ellos mediante una etiqueta `attribute`. Estos serán los atributos que se incluyan en el fichero `MANIFEST.MF`.

4.4. Ejecución

Una vez compilada la ejecución podremos ejecutarla para probarla. Podemos utilizar el mismo fichero de *Ant* para ejecutar la aplicación mediante la tarea `java`, que ejecutará la aplicación en una máquina virtual Java.

```
<java classname="es.ua.j2ee.prueba.Principal">
  <classpath>
    <pathelement location="${bin.home}"/>
  </classpath>
</java>
```

Podremos especificar el `classpath` con el que ejecutamos de la misma forma en que especificábamos el `classpath` al compilar. Normalmente como `classpath` deberemos especificar al menos el directorio donde tengamos las clases compiladas, para que sea capaz de ejecutarlas.

Muchas veces al ejecutar una aplicación Java tenemos que proporcionar parámetros en la línea de comando. Podremos incluir estos parámetros mediante etiquetas `arg` dentro de `java`.

```
<java classname="es.ua.j2ee.prueba.Principal">
  <arg value="-f"/>
  <arg value="datos.txt"/>
  <classpath>
    <pathelement location="${bin.home}"/>
  </classpath>
</java>
```

Podemos establecer una serie de atributos en la etiqueta `java` para controlar la forma en la que se ejecuta la aplicación:

<code>fork</code>	Ejecuta la aplicación en una nueva máquina virtual (<code>true</code> ó <code>false</code>)
<code>failonerror</code>	Si la aplicación sale con código de error (es decir, distinto de 0) se detendrá el proceso de construcción de <i>Ant</i> (<code>true</code> ó <code>false</code>)
<code>maxmemory</code>	Memoria máxima que se le asignará a la máquina virtual para la ejecución de la aplicación. Por ejemplo, con <code>"128m"</code> especificamos 128 MB.

Por ejemplo, podemos establecer estos atributos de la siguiente forma:

```
<java classname="es.ua.j2ee.prueba.Principal"
  fork="true"
  failonerror="true"
  maxmemory="128m">
  <classpath>
    <pathelement location="${bin.home}"/>
  </classpath>
</java>
```

Si tenemos un fichero JAR ejecutable, en el que hayamos definido una clase principal (Main-Class) dentro del MANIFEST, podemos ejecutar la aplicación directamente especificando este fichero JAR. En este caso deberemos especificar obligatoriamente `fork="true"`:

```
<java jar="${dist.home}/aplic.jar" fork="true"/>
```

NOTA: Al utilizar un JAR autoejecutable no se puede especificar ningún `classpath`. Sólo se tendrán en cuenta las clases dentro del JAR que estemos ejecutando y la información contenida en él. De esta forma, si queremos incluir alguna librería externa no podemos ejecutarlo de este modo. Para ejecutar una clase dentro de un JAR pudiendo especificar más elementos en el `classpath`, deberemos utilizar el método de ejecución anterior, en el que especificamos el nombre de la clase principal a ejecutar. En este caso, como `classpath` estableceremos el fichero JAR que contiene esta clase principal que vamos a ejecutar, y todos los demás elementos necesarios.

4.5. Sistema de ficheros

Para construir la aplicación es posible que necesitemos crear directorios y copiar ficheros de

un directorio a otro, para ir añadiendo todos los recursos necesarios a la aplicación final que vamos a distribuir. *Ant* nos permitirá hacer todas estas operaciones con el sistema de ficheros.

Podremos crear directorios con la tarea `mkdir`:

```
<mkdir dir="${bin.home}"/>
```

Con la tarea `copy` podremos copiar ficheros de un directorio a otro:

```
<copy todir="${bin.home}">  
  <fileset dir="${res.home}"/>  
</copy>
```

Debemos especificar en `todir` el directorio destino donde vamos a copiar los ficheros, y el conjunto de ficheros a copiar lo definiremos mediante una etiqueta de tipo `fileset`.

Muchas veces tendremos un objetivo `clean` que nos permita limpiar todo lo que se haya construido de la aplicación para poder volverla a construir desde cero. Para hacer esto deberemos borrar todos los ficheros que hayamos construido. Utilizaremos la tarea `delete`, que nos permitirá borrar tanto ficheros individuales como directorios:

```
<delete dir="${bin.home}"/>  
<delete file="${dist.home}/aplic.jar"/>
```

También podemos especificar un conjunto de ficheros para borrar, mediante un elemento `fileset`.

4.6. Comandos externos

En algún caso es posible que queramos invocar un comando externo del sistema. Esto no es recomendable, ya que perdemos la portabilidad, pero puede facilitarnos la tarea si queremos utilizar alguna herramienta externa cuya función no tenemos implementada como tarea.

Para invocar estos comandos utilizaremos la tarea `exec`:

```
<exec executable="genera.exe">  
  <arg line="-o datos.txt"/>  
</exec>
```

Podemos incluir como etiquetas `arg` internas los argumentos que queramos proporcionar en la línea de comandos.

Podemos añadir una serie de atributos que indiquen como se ejecutará este comando:

<code>failonerror</code>	Por defecto el código de salida de la aplicación es ignorado. Con este atributo a <code>true</code> en caso de salir con código distinto de 0 se interrumpirá el proceso de construcción de <i>Ant</i> (<code>true</code> ó <code>false</code>).
<code>dir</code>	Nos permite especificar el directorio desde donde se deberá ejecutar este comando.

os	Podemos definir aquí en que Sistemas Operativos podrá ejecutarse este comando. De esta manera podremos hacer que pueda adaptarse a diferentes plataformas, indicando el comando adecuado para cada sistema operativo.
----	---

Por ejemplo, podemos definir el siguiente comando para Windows 2000:

```
<exec executable="genera.exe"
  dir="${tools.home}"
  os="Windows 2000">
  <arg line="-o datos.txt"/>
</exec>
```

4.7. Impresión de texto

Podemos imprimir cadenas de texto dentro del fichero de *Ant* para por ejemplo mostrar detalles del proceso al usuario o instrucciones de uso con los posibles objetivos que podamos especificar.

Esto lo haremos con la etiqueta `echo`:

```
<echo message="Instrucciones de uso:"/>
```

Podemos indicar el nivel al que estamos mostrando este mensaje lo cual nos permitirá distinguir mensajes de error, de advertencia, de información, etc.

```
<echo message="Instrucciones de uso:" level="info"/>
```

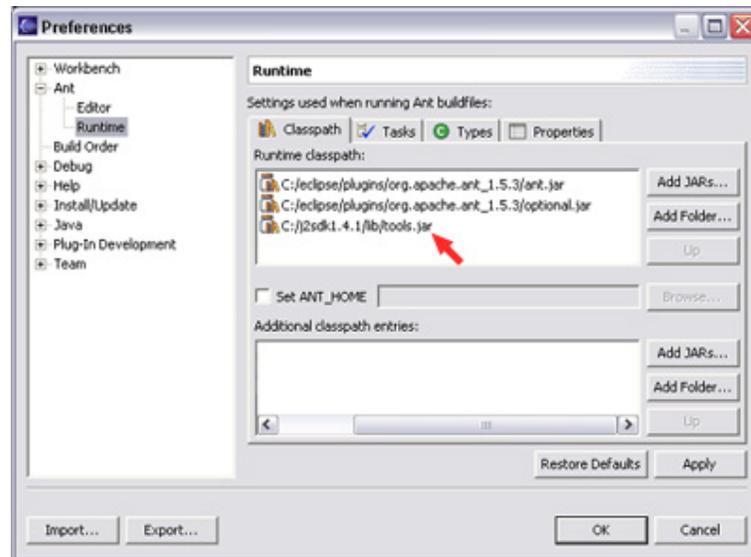
Los posibles niveles que podemos especificar son "error", "warning", "info", "verbose" y "debug".

5. Integración con Eclipse

El entorno de desarrollo Eclipse integra la herramienta *Ant*. Esto añade flexibilidad a este entorno, ya que desde él podremos ejecutar fácilmente cualquier tarea soportada por *Ant*, lo que nos permitirá personalizar la forma en la que se construyen las aplicaciones.

5.1. Configuración

Lo primero que deberemos hacer es configurar el *plugin* de *Ant* integrado en el entorno. Para ello iremos a la opción **Window > Preferences** y dentro de esta ventana al apartado **Ant > Runtime**. Veremos una ventana como la siguiente:



Configuración de Ant

En el cuadro de abajo (*Additional classpath entries*) deberemos añadir todas las librerías de tareas adicionales que queramos utilizar con *Ant*.

NOTA: Si cuando compilemos con *Ant* se produce un error que indique que no puede encontrar el compilador `javac`, nos deberemos asegurar de tener el fichero `tools.jar` en el cuadro de arriba de la ventana anterior (*Runtime classpath*). Podemos encontrar este fichero dentro del directorio `{JAVA_HOME}/lib`.

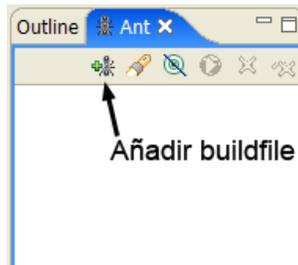
5.2. Ejecución de tareas

Una vez nos hemos asegurado de tener configurado correctamente el entorno para trabajar con *Ant*, vamos a ver como crear y utilizar ficheros de configuración de *Ant* desde Eclipse. Lo primero que deberemos hacer es crear el fichero de *Ant*. Para crear este fichero deberemos tener un proyecto abierto, para el cual vamos a crear este fichero. Si no tenemos ningún proyecto deberemos crear uno.

Una vez tengamos seleccionado el proyecto con el que vamos a trabajar, crearemos el fichero de configuración de *Ant* mediante la opción **New > File**, que nos permitirá crear un fichero genérico. Llamaremos al fichero `build.xml`, y escribiremos en él todo el código que queramos incluir en este fichero de configuración de *Ant*. Podremos editar el código de este fichero dentro del editor de Eclipse, pulsando sobre el nombre de este fichero en el explorador de paquetes. Una vez escrito este fichero lo grabaremos.

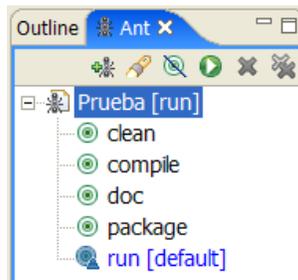
Ahora deberemos utilizar la ventana de *Ant*, desde la cual podremos trabajar con este fichero

de configuración. Para que esta ventana se muestre deberemos estar en la perspectiva de Java, y seleccionar **Window > Show View > Ant**. Con esto veremos una ventana como la siguiente:



Ventana de Ant

Pulsaremos sobre el primero de los botones que vemos en esta ventana para añadir un fichero `build.xml`, y seleccionaremos el fichero `build.xml` de nuestro proyecto. Una vez hecho esto, si todo está configurado correctamente y el fichero de configuración es correcto, en esta ventana se mostrarán los objetivos que se hayan definido dentro de este fichero `build.xml`:



Buildfiles agregados

Ahora podremos ejecutar cada uno de estos objetivos simplemente pulsando sobre ellos. De esta forma podremos ejecutar desde el entorno cualquier conjunto de tareas definidas en un fichero de *Ant* simplemente con una pulsación del ratón. El objetivo marcado en azul será el objetivo que hayamos definido como objetivo por defecto.

