

Herramientas Informáticas de las Matemáticas en Ingeniería

URL: <http://matematicas.uclm.es/ind-cr/him/>

Curso de L^AT_EX

Ernesto Aranda

Departamento de Matemáticas

E.T.S. Ingenieros Industriales

Universidad de Castilla - La Mancha

✉ Ernesto.Aranda@uclm.es

☎ 926 295 457

Estas notas están basadas en el *Tutorial on L^AT_EX* creado por el *Indian T_EX Users Group* bajo licencia L^AT_EX Project Public License que puede encontrarse en <http://www.tug.org.in/tutorials.html>



1 Introducción a L^AT_EX

1.1. ¿Qué es L^AT_EX?

¿Qué es T_EX?

- Sistema de composición de texto orientado a la creación de documentos científicos
- T_EX no es un editor de texto tipo **WYSIWYG** (*What You See Is What You Get*)
- T_EX compone un texto como lo haría un tipógrafo
- Tratamiento global del documento → facilidad para realizar tareas automáticas

Ejemplo: comandos T_EX

$$\int_a^b$$

```
\int_a^b
```

1.2. Un poco de historia



Donald E. Knuth

T_EX (= tau epsilon chi) fue diseñado por Donald E. Knuth (Universidad de Stanford) entre 1977–1978.

Objetivos

- obtener la más alta calidad, con independencia de los avances tecnológicos
- sistema para ser usado por los propios autores
- independiente de la plataforma en la que se use (la salida es la misma en todos los sistemas)
- ¡ es gratis !

¿Inconvenientes?

- No es un editor WYSIWYG
- Debemos proporcionar a T_EX la información sobre las características tipográficas del texto (márgenes, tipos de letra, ...)
- Filosofía diferente: estructura global del texto

Entonces, ¿qué es L^AT_EX?

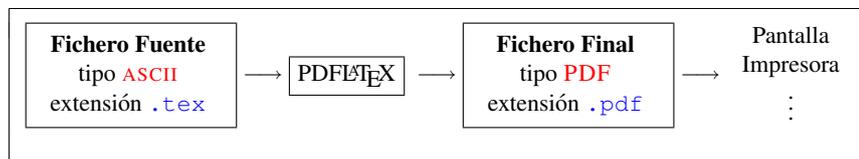
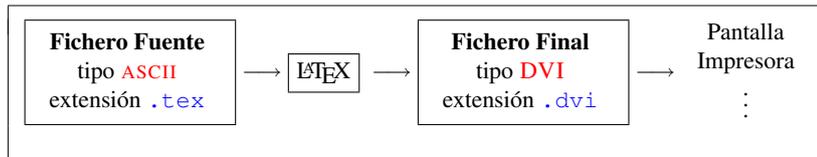
- Conjunto de macros escritos en T_EX por Leslie Lamport
- Permite al autor no tener que preocuparse de los detalles tipográficos
- Posee todas las características avanzadas de T_EX

1.3. Mi primer documento \LaTeX

Ingredientes

- El compilador de \LaTeX / $\text{PDF}\text{\LaTeX}$ → $\text{MiK}\text{\TeX}$
- Un editor de texto ASCII → \TeX Maker
- Un visualizador de DVI / PDF → Yap / Acrobat

Descripción del proceso de compilación



Esquema básico de funcionamiento de \LaTeX / $\text{PDF}\text{\LaTeX}$

¿Cómo funciona?

- Creación del fichero fuente: abrimos \TeX Maker y escribimos

```

\documentclass{article}

\begin{document}
Hola mundo!
\end{document}
  
```

Salvamos el fichero con extensión `.tex`

- Compilación:



Pinchamos en:

- \LaTeX
- $\text{PDF}\text{\LaTeX}$

Observar la ventana de mensaje: `Process exited normally`

- Visionado: Pinchar en visor DVI ó PDF , en función de lo que hayamos seleccionado.

El proceso de Compilación + Visionado se puede abreviar con *Quick Build*

1.4. ¿ \LaTeX ó $\text{PDF}\text{\LaTeX}$?

\LaTeX produce exactamente lo mismo que $\text{PDF}\text{\LaTeX}$ pero tiene algunas diferencias que es importante tener en cuenta.

Manejo de archivos gráficos \LaTeX y $\text{PDF}\text{\LaTeX}$ manejan distintos formatos de ficheros gráficos que son **incompatibles entre sí**, de manera que cuando insertamos ficheros gráficos en un documento, sólo será posible usar uno de los dos programas, en función del formato de gráfico elegido.

Formatos de $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$: [PS](#), [EPS](#)

Formatos de PDF $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$: [PDF](#), [JPG](#), [PNG](#), [GIF](#), ...

1.5. Preparación del entorno USB $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$

La primera vez

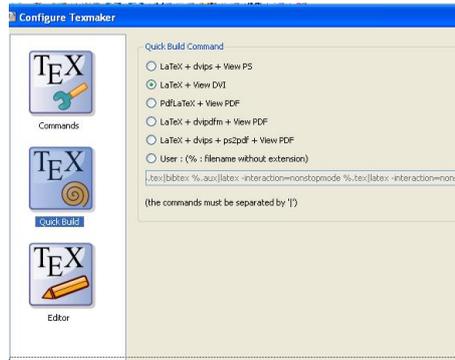
- Ejecutar el programa USB $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ → Creación de la carpeta USB $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -1.0.0

Todas las veces

- Para iniciar: ejecutar `demarrer`
- Para terminar: ejecutar `arreter`

Configuración de $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ Maker

En *Opciones* → *Quick Build*



1.5.1. Configuración de USB $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$

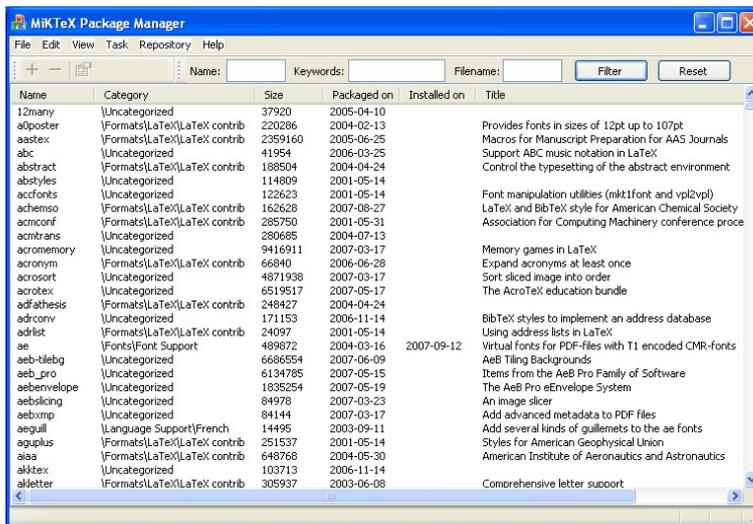
Ejecutar `MikTeX.Options`:

- La pestaña *Languages* determina los lenguajes con los que trabajará el compilador. Es suficiente con marcar *spanish*, *dumylang* y *nohyphenation*, aunque se recomienda marcar también *english*.
- La carpeta *Packages* muestra el estado de instalación de todos los paquetes existentes así como el sitio FTP desde el que se hace la descarga. Se recomienda el sitio:

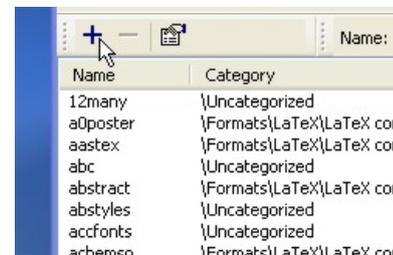
`ftp://ftp.rediris.es/mirror/tex-archive/systems/win32/miktex/tm/packages/`

1.5.2. MiK $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ Package Manager

Desde la pestaña *Packages*, pinchar en *Start Package Manager*. Este programa permite instalar cualquier paquete, para lo cual es necesario establecer el lugar desde el que los instalaremos (lo que se conoce como *Repository*), que puede hacerse desde *Internet*, o desde un CDROM o disco duro en el que se encuentre la distribución MiK $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$.



En dicho programa encontramos el estado del paquete, la versión, etc. Para la instalación de paquetes simplemente seleccionar el paquete y pulsar el icono correspondiente.



1.5.3. Programas auxiliares

Visor de archivos PDF: por defecto viene instalado Sumatra. Si se quiere usar Acrobat hay que cambiar la configuración de T_EXMaker

dvips: Programa que permite convertir los archivos DVI en PS .

Este programa tenían su interés cuando los visores de los archivos DVI no eran capaces de imprimir o de visualizar correctamente los archivos que contenían gráficos. En la actualidad ha caído casi en desuso, aunque puede ser útil para trabajar con tamaños de papel no estándar.

Por ejemplo, si usamos la opción **landscape** en el documento, veremos que el visor *Yap* muestra correctamente el resultado, pero al enviarlo a la impresora (directamente o vía DVIPS) la impresión es errónea.

Para evitar esto debemos usar DVIPS con la opción siguiente

```
dvips -t landscape Fichero.dvi
```

Ghostscript y Ghostview Generación y visualización de ficheros PostScript (PS), que son el lenguaje natural de impresoras.

dvipdf y ps2pdf El sistema MiK_TE_X también lleva instalados programas para convertir directamente de DVI a PDF (el programa DVIPDF) o de PS a PDF (programa PS2PDF).

1.6. Analizando el primer ejemplo

Estructura del fichero fuente

La estructura de todo fichero L^AT_EX consta de dos partes:

- preámbulo
- documento

1.6.1. Preámbulo

Todo fichero que vaya a ser compilado con \LaTeX debe comenzar **obligatoriamente** con la declaración del *tipo de documento*:

```
\documentclass[<opciones>]{<clase>}
```

donde **clase** se refiere al estilo de documento que se va a usar, que en este caso corresponde al estilo `article`.

Las **opciones** permiten modificar algunos aspectos del formato final del texto. En este caso se ha determinado el tamaño de la fuente a 12pt. También podrían haberse usado las opciones 10pt ó 11pt.

Atención: El argumento **clase** debe ir entre llaves, mientras que las **opciones** deben ir entre corchetes

El preámbulo también puede contener la inclusión de **paquetes** adicionales.

```
\usepackage[<opciones>]{<paquete1>}
\usepackage[<opciones>]{<paquete2>}
:
\usepackage{<paquete3,paquete4,...>}
```

Los paquetes constituyen extensiones no estándar de \LaTeX que mejoran o implementan nuevas características.

En el preámbulo de nuestro documento hemos incluido:

```
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage{amsmath,amssymb}
```

1.6.2. Documento

El texto de nuestro documento debe venir **obligatoriamente** acotado por las órdenes:

```
\begin{document}
\end{document}
```

Cualquier cosa que siga a `\end{document}` será ignorada por el compilador.

1.6.3. Aspectos generales

En el documento `ejemplo01.tex` hemos incorporado un breve panorama de aspectos de \LaTeX que serán revisados durante el curso. Es importante hacer algunas observaciones previas:

- La **maquetación** del texto (esto es, tipos de letra para secciones, subsecciones, sangrado en las enumeraciones, etc.) son controladas por el compilador. Por ejemplo, las órdenes

```
\section*{Texto básico}
\subsection{Listas, matemáticas y otros}
```

son suficientes para que el compilador cambie el tipo de letra, sangrado, numeración, etc., sin intervención ninguna por nuestra parte.

- Los **espacios** en L^AT_EX no tienen el significado usual. Para escribir párrafos distintos debemos separarlos con una línea en blanco o con el comando `\par`. Obsérvese el resultado:

Por ejemplo,
 si se observa el texto fuente,
 se ha escrito este párrafo
 saltando líneas y
 dejando espacios
 entre palabras
 que el compilador ignora.

Sin embargo,
 si hay una
 línea en blanco entre medio, el
 compilador considera que se está
 cambiado
 de párrafo.

Por ejemplo, si se observa el texto fuente, se ha escrito este párrafo saltando líneas y dejando espacios entre palabras que el compilador ignora. Sin embargo, si hay una línea en blanco entre medio, el compilador considera que se está cambiado de párrafo.

- Uso de los **comandos**: en L^AT_EX podemos distinguir tres tipos de comandos:

- comandos sin argumento, e.g.

`\par, \bf, \alpha, ...`

- comandos con argumento, e.g.

`\section{<título>}, \usepackage{<paquete>}, ...`

- entornos, delimitados por

`\begin{<nombre del entorno>} \end{<nombre del entorno>}`

Además, los comandos con argumentos y los entornos, eventualmente pueden llevar *opciones* delimitadas por `[]`, e.g.,

`\usepackage[latin1]{inputenc}`

Atención: No olvidar poner los argumentos a los comandos que lo precisen.

Algunos comandos tienen un carácter **local**, es decir, afectan a la parte del texto en el que se encuentran inmersos. Para delimitar estas partes usamos **llaves**.

- L^AT_EX diferencia entre el **modo texto** y el **modo matemático**, con objeto de distinguir entre letras y símbolos matemáticos:

Las letras griegas `\alpha`, `\beta`, `\gamma`, `\dots` y las variables `\a`, `\b`, `\c` deben destacar en el resto del texto

Las letras griegas $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ y las variables a, b y c deben destacar en el resto del texto

1.7. Ejercicios

- ♣ *En los cuatro primeros párrafos del fichero `ejemplo01.tex` se han incluido diferentes tipos de letra. Identifica los comandos que las generan y añade un nuevo párrafo en el que uses todos los tipos que aparecen.*
- ♣ *Introduce el comando `\section{Otra sección}` en algún punto del texto. Observa qué sucede si en su lugar pones `\section*`.*
- ♣ *Observa la diferencia entre `\section` y `\section{}`. ¿Puedes explicarla?*

- ♣ Observa cómo se ha creado la nota a pie de página. Introduce dos nuevas notas a pie de página, una antes y otra después de la que aparece en el texto.
- ♣ En el texto aparecen dos tipos de listas: *enumerate* e *itemize*. Añade nuevos puntos en cada una de ellas.
- ♣ Atendiendo a las fórmulas que aparecen en el texto, incluye la siguiente al final del mismo:

$$(\alpha + \beta)^2 = \alpha^2 + \beta^2 + 2\alpha\beta$$

- ♣ Observa la diferencia entre las fórmulas numeradas y la anterior. ¿Puedes hacer que la fórmula anterior se numere?
- ♣ Observa cómo está escrito el último párrafo: “Véanse las ecuaciones ...” ¿Para qué sirven los comandos `\ref`?

2 Aspectos generales

2.1. Caracteres especiales

Los siguientes caracteres tienen un significado especial para el compilador \TeX :

<code>\</code>	carácter inicial de los comandos \TeX , e.g., <code>\alpha</code> , <code>\section</code> , <code>\bf</code> , etc.
<code>\$</code>	delimitador del modo matemático
<code>%</code>	carácter de comentario, \TeX ignora los caracteres que siguen a <code>%</code> hasta el final de la línea
<code>^</code>	carácter de superíndice en el modo matemático, e.g., <code>\$a^2\$</code> $\rightarrow a^2$
<code>_</code>	carácter de subíndice en modo matemático, e.g., <code>\$a_2\$</code> $\rightarrow a_2$
<code>{</code>	apertura de delimitador
<code>}</code>	cierre de delimitador
<code>~</code>	espacio irrompible, i.e. \TeX no dividirá una línea en la posición en la que aparece dicho carácter
<code>#</code>	parámetro usado en la definición de macros

¿Cómo escribir estos caracteres?

<code>\</code>	<code>\textbackslash</code>
<code>\</code>	<code>\backslash(*)</code>
<code>\$</code>	<code>\\$</code>
<code>%</code>	<code>\%</code>
<code>^</code>	<code>\^</code>
<code>_</code>	<code>_</code>
<code>{</code>	<code>\{</code>
<code>}</code>	<code>\}</code>
<code>~</code>	<code>\tilde(*)</code>
<code>~</code>	<code>\~</code>
<code>#</code>	<code>\#</code>

(*) modo matemático

2.2. Acentos

El fichero fuente de \LaTeX sólo reconoce caracteres del alfabeto inglés. Para escribir acentos tenemos dos opciones:

- Uso de comandos que producen acentos y letras no inglesas

<code>\'a</code>	\Rightarrow	á	<code>\'e</code>	\Rightarrow	é
<code>\'i</code>	\Rightarrow	í	<code>\i</code>	\Rightarrow	ı
<code>\'A</code>	\Rightarrow	Á	<code>\'E</code>	\Rightarrow	É
<code>\^o</code>	\Rightarrow	ô	<code>\"o</code>	\Rightarrow	ö
<code>\c{c}</code>	\Rightarrow	ç	<code>\c{C}</code>	\Rightarrow	Ç
<code>\'e</code>	\Rightarrow	è	<code>\v o</code>	\Rightarrow	ö
<code>\~n</code>	\Rightarrow	ñ	<code>\~N</code>	\Rightarrow	Ñ
<code>?`</code>	\Rightarrow	¿	<code>!`</code>	\Rightarrow	¡

- Uso del paquete `\usepackage[latin1]{inputenc}`

2.3. Otros símbolos

El uso de comillas dobles, simples, guiones, ordinales, puntos suspensivos y otros símbolos está ilustrado en el siguiente texto.

Las comillas «dobles» o «francesas» difieren de las “inglesas”, o las comillas ‘simples’. Los guiones pueden ser -cortos-, –medios– o —largos—, y los puntos suspensivos ... a veces son más cortos y a veces más largos ...

Hay infinidad de símbolos adicionales que no es necesario aprender, como ©, los ordinales 1^a, 3^{er}, 34^o o el símbolo del euro €, para el que es necesario el uso del paquete **eurosym**

El código anterior se ha generado con

```
Las comillas <<dobles>> o <<francesas>>
difieren de las ``inglesas'',
o las comillas `simples`. Los guiones pueden
ser -cortos-, --medios-- o ---largos---, y los
puntos suspensivos ... a veces son más
cortos y a veces más largos \dots

Hay infinidad de símbolos adicionales que no
es necesario aprender, como \copyright,
los ordinales 1\textsuperscript{a},
3\textsuperscript{er}, 34\textsuperscript{o}
o el símbolo del euro \euro, para el que es
necesario el uso del paquete {\bf eurosym}
```

2.4. Más sobre el preámbulo

Ya se ha visto el comando de declaración del *tipo de documento*:

```
\documentclass[opciones]{clase}
```

donde **clase** se refiere al estilo de documento que se va a usar. Los valores más comunes de **clase** son:

- **article**: artículos, pequeños documentos
- **report**: memorias, proyectos,...
- **book**: libros
- **letter**: cartas

Cada uno de estos estilos establece unas características particulares para el texto (dimensiones de página, estilos de encabezados,...) acordes a lo que se pretende escribir.

Las **opciones** permiten modificar algunos aspectos del formato, como el tamaño de la fuente — 10pt, 11pt, 12pt, el tipo de papel **a4paper**, **a5paper** o formatos de página **oneside**, **twoside**, **twocolumn**, **landscape**, etc.

En el preámbulo también pueden aparecer órdenes para controlar la aparición y tipo de cabeceras y pies de página (véase Sección 2.6):

```
\pagestyle{estilo}
```

y también órdenes que controlan el tipo de letra global del texto:

```
\usepackage{tipo de letra}
```

Algunos tipos disponibles son: **times**, **palatino**, **bookman**, **newcent**, **chancery**, etc.

También es habitual que aparezcan una serie de comandos que determinan el título, autores, afiliación, etc., de uso frecuente en los artículos.

```
\title{<Título del documento>}
\author{<Autor>}
\date{<Fecha>}
\address{<Dirección>}
```

Estas órdenes sólo proporcionan la información al compilador y no se *activan* hasta que no se usa el comando `\maketitle`, que es el encargado de mostrar estos contenidos. La no aparición del mismo hará que el compilador ignore los contenidos de los comandos `\title`, `\author`, etc. Obviamente dicho comando debe ir después de la orden `\begin{document}`

Del mismo modo, el resumen (o *abstract*) viene determinado por el entorno

```
\begin{abstract}
Resumen del documento
\end{abstract}
```

El formato usado para estos comandos depende del estilo de documento que estemos usando. Por ejemplo:

- `report` – en página separada sin numerar
- `article` – tras el título
- `book`, `letter` – no admiten

2.5. Seccionado del documento

El texto suele estar dividido en capítulos, secciones, etc., que corresponden a los comandos

```
\part      \chapter    \subsection
           \section    \subsubsection
                               \paragraph
                               \subparagraph
```

Excepto el comando `\part`, el resto son numerados consecutivamente de forma automática. Por otro lado, en el estilo `report`, no se permite el comando `\part`, mientras que en `article` no existe `\chapter`.

Ejemplo de documento tipo `article`

```
\documentclass[12pt]{article}
\usepackage{amsmath}
\usepackage[latin1]{inputenc}

\begin{document}

\title{Título del artículo}
\author{Autor}
\date{\today}

\maketitle

\begin{abstract}
Resumen del artículo.
\end{abstract}
```

```

\section{Una primera sección}
Esta es la primera sección del artículo.

\subsection{Subsección}
Una sección dentro de una sección se denomina subsección.

\subsubsection{Subsubsección}
Esto es una sección dentro de una subsección, o sea, una subsubsección.

\paragraph{Párrafo}
Esto corresponde a un párrafo resaltado.

\begin{thebibliography}{00}
\bibitem{1} Referencia número uno.
\bibitem{2} Referencia número dos.
\bibitem{3} Referencia número tres.
\end{thebibliography}

\end{document}

```

Título del artículo

Autor

April 7, 2004

Abstract

Resumen del artículo.

1 Una primera sección

Esta es la primera sección del artículo.

1.1 Subsección

Una sección dentro de una sección se denomina subsección.

1.1.1 Subsubsección

Esto es una sección dentro de una subsección, o sea, una subsubsección.

Párrafo Esto corresponde a un párrafo resaltado.

References

[1] Referencia número uno.

[2] Referencia número dos.

[3] Referencia número tres.

2.5.1. Observaciones

- La numeración de las secciones, subsecciones,... es automática. La introducción de una nueva unidad entre las existentes lleva a una renumeración, también automática.
- El formato del documento aparece por defecto, aunque es totalmente configurable.
- La fecha, *Abstract* y *References*, aparecen en inglés (como lenguaje por defecto), para cambiarlo a español, es necesario usar el paquete `babel` en la forma

```
\usepackage[spanish]{babel}
```

- Es posible introducir secciones sin numeración añadiendo el carácter `*` al comando, como por ejemplo

```
\section*{<título de la sección>}
```

- Los comandos de sección no sólo abren nuevas unidades seccionales sino que guardan la información de las mismas en la generación de los índices. Para generar el índice basta introducir el comando

```
\tableofcontents
```

y compilar **dos veces**.

2.6. Cabeceras y pies de página

Las cabeceras y pies de páginas son definidas por los comandos `\pagestyle` y `\pagenumbering`.

La estructura del comando `\pagestyle` es:

```
\pagestyle{<estilo>}
```

donde `estilo` puede ser uno de los siguientes:

- `empty`: cabeceras y pies de página vacíos
- `plain`: número de página en el pie, cabecera vacía
- `headings`: cabecera con el título de los capítulos y secciones, sin pie
- `myheadings`: texto de la cabecera definido por el usuario

El comando `\thispagestyle{<estilo>}` puede ser usado para cambiar el estilo de la página en curso, sin alterar el estilo del resto.

2.6.1. Numeración

El comando `\pagenumbering` define el formato en el que serán impresos los números de página. Los parámetros del mismo son

<code>arabic</code>	numeración arábica (por defecto)
<code>roman</code>	números romanos en minúscula
<code>Roman</code>	números romanos en mayúsculas
<code>alph</code>	numeración alfabética en minúscula
<code>Alph</code>	numeración alfabética en mayúscula

El comando `\thepage` produce el número de página en el formato definido por `\pagenumbering`. La sintaxis de uso es

```
\pagenumbering{<formato>}
```

2.6.2. Cabeceras

Cuando el estilo seleccionado para las cabeceras es `headings`, \LaTeX toma información del texto (el título del capítulo, la sección, etc.) para producir la cabecera, pero en algunos casos el resultado no es satisfactorio, porque el título es más largo de lo que cabe en una sola línea. En esta situación, las definiciones de capítulo, sección, etc. pueden ser ejecutadas del siguiente modo:

```
\chapter[<Título para la cabecera y el índice>]{<Título del capítulo>}
```

Si el estilo escogido es `myheadings` las cabeceras son producidas mediante los comandos

```
\markboth{<Encabezado Izquierdo>}{<Encabezado Derecho>}
```

si hemos escogido la opción `twoside` en la definición de documento, o el comando

```
\markright{<Encabezado>}
```

si hemos escogido la opción `oneside`. En cualquiera de los casos, se imprime siempre el número de página en la parte derecha de la cabecera de las páginas impares y en la parte izquierda de la cabecera de las páginas pares.

2.6.3. El paquete `fancyhdr`

Este paquete permite control completo sobre la composición de la cabecera y el pie de página de forma sencilla. La sintaxis incluye la carga del paquete y la selección del estilo de página:

```
\usepackage{fancyhdr}
\pagestyle{fancy}
```

Una vez cargado el paquete sólo habrá que seleccionar lo que queramos que aparezca en cada parte de la cabecera o del pie, según el diagrama siguiente:

Cabecera izquierda	Cabecera central	Cabecera derecha
Página		
Pie izquierdo	Pie central	Pie derecho

Para seleccionar la cabecera usaremos la orden

```
\fancyhead[<posicion>]{<texto>}
```

y para el pie

```
\fancyfoot[<posicion>]{<texto>}
```

El argumento **opcional** posición se compone de dos letras, referentes a páginas pares (E) o impares (O), y a la posición izquierda (L), centro (C) o derecha (R). El argumento **texto** corresponde al contenido que queramos incluir en la cabecera.

Por defecto este estilo de página define una línea en la cabecera que puede ser eliminada con al orden `\renewcommand{\headrulewidth}{0pt}`

2.7. Ejercicios

- ♣ *Abrir el archivo `ejemplo02.tex` y añadir las órdenes necesarias para que compile correctamente.*
- ♣ *En el archivo anterior añade un título, autor, fecha y haz que el primer párrafo quede como resumen.*
- ♣ *Introduce diversas unidades seccionales en el texto, correspondientes a las líneas aisladas del mismo. Prueba con diferentes clases de documentos: `article`, `report`, `book` y presta atención a la numeración de las secciones para las distintas clases. Observa qué sucede si usas `\chapter` con `article`.*
- ♣ *Añade la opción `twocolumn` a la orden `\documentclass`.*
- ♣ *Introduce un índice de contenidos en el documento.*
- ♣ *Introduce cabeceras personalizadas en el documento, de manera que en las páginas pares aparezca el número de página en números romanos y en las impares tu nombre.*

3 Edición de texto

3.1. Tipos

L^AT_EX elige el tipo y tamaño de las fuentes usadas según una estructura lógica. Para cambiar directamente se pueden usar las instrucciones siguientes:

Comando	Tipo	Abbrv.
<code>\textrm{<texto>}</code>	Letra redonda	<code>\rm</code>
<code>\textit{<texto>}</code>	<i>Letra itálica</i>	<code>\it</code>
<code>\texttt{<texto>}</code>	Máquina de escribir	<code>\tt</code>
<code>\textbf{<texto>}</code>	Letra negrita	<code>\bf</code>
<code>\textsf{<texto>}</code>	Otro estilo de fuente	<code>\sf</code>
<code>\textsc{<texto>}</code>	LETRA VERSALITA	<code>\sc</code>

El comando `\textnormal{<texto>}` o `\normalfont` devuelve a la fuente por defecto. También es posible el uso de cualquier otra fuente que tengamos instalada.

3.2. Tamaños

El tamaño de la fuente depende de la selección por defecto. Los comandos para modificarlo son:

Comando	Tamaño
<code>\normalsize</code>	Letra normal
<code>\small</code>	Letra pequeña
<code>\footnotesize</code>	Letra más pequeña
<code>\scriptsize</code>	Letra muy pequeña
<code>\tiny</code>	La más pequeña
<code>\large</code>	Letra grande
<code>\Large</code>	Letra más grande
<code>\LARGE</code>	Letra muy grande
<code>\huge</code>	Letra enorme
<code>\Huge</code>	La más grande

Estas órdenes afectan al texto que sigue a partir de su aparición, o al área delimitada entre llaves, e.g.

Estas palabras aparecerán en `{\footnotesize letra pequeña}`

Estas palabras aparecerán en letra pequeña

El uso de diferentes tamaños influye en los espacios entre renglones, siempre que los usemos convenientemente. Observar la diferencia en el siguiente ejemplo

```
{\Large ``Todo saber tiene
de ciencia lo que tiene de
matemática", Poincaré }\par
```

“Todo saber tiene de ciencia lo que tiene de matemática”, Poincaré

```
{\Large ``Todo saber tiene
de ciencia lo que tiene de
matemática", Poincaré \par}
```

“Todo saber tiene de ciencia lo que tiene de matemática”, Poincaré

3.3. Formateando texto

Aunque la justificación que hace \LaTeX del texto es a izquierda y a derecha, es posible construir texto centrado, o justificado a derecha e izquierda con el entorno apropiado.

3.3.1. Texto centrado

El entorno `center` hace que el texto aparezca centrado. Si el texto fuera muy largo, \LaTeX se ocupa de partilo en varias líneas, y si queremos indicarle el salto de línea se utiliza el comando `\\`, o equivalentemente `\cr`. No hay problema en que el texto contenga párrafos.

```
\begin{center}
El ingenioso hidalgo \\
D. Quijote de la Mancha \\[.3cm]
Miguel de Cervantes Saavedra
\end{center}
```

El ingenioso hidalgo
D. Quijote de la Mancha
Miguel de Cervantes Saavedra

3.3.2. Alineación a izquierda o derecha

De forma similar al entorno `center` existen los entornos `flushright` y `flushleft` para alineación a derecha e izquierda, respectivamente.

```
\begin{flushleft}
Este texto aparecerá \\
alineado por su \\
parte izquierda
\end{flushleft}
\begin{flushright}
Ahora este texto \\
tiene alineación \\
a la derecha
\end{flushright}
```

Este texto aparecerá
alineado por su
parte izquierda

Ahora este texto
tiene alineación
a la derecha

3.3.3. Citas textuales y poemas

Existen otros entornos para resaltar partes de un texto, como citas textuales o poemas, de cierta longitud. \LaTeX posee entornos que nos permiten hacerlo: `quote`, `quotation` y `verse`, cuyo uso es

```

\begin{quote}      texto  \end{quote}
\begin{quotation}  texto  \end{quotation}
\begin{verse}     texto  \end{verse}

```

El entorno `quote` es adecuado para una cita textual no larga,

```

... Bertrand Russell escribió:
\begin{quote}
Las Matemáticas pueden
ser definidas como aquel tema
en el cual ni sabemos nunca
lo que decimos ni si lo que
decimos es verdadero.
\end{quote}

```

... Bertrand Russell escribió:

Las Matemáticas pueden ser definidas como aquel tema en el cual ni sabemos nunca lo que decimos ni si lo que decimos es verdadero.

El entorno `quotation` es más apropiado para citas largas. Nótese la diferencia con respecto al anterior:

```

... Bertrand Russell escribió:
\begin{quotation}
Las Matemáticas pueden
ser definidas como aquel tema
en el cual ni sabemos nunca
lo que decimos ni si lo que
decimos es verdadero.
\end{quotation}

```

... Bertrand Russell escribió:

Las Matemáticas pueden ser definidas como aquel tema en el cual ni sabemos nunca lo que decimos ni si lo que decimos es verdadero.

Para escribir poesía disponemos del entorno `verse`, donde cada verso es separado con el comando `\\`

```

\begin{verse}
Maldigo la poesía concebida como un lujo \\
cultural por los neutrales \\
que, lavándose las manos,
se desentienden y evaden. \\
Maldigo la poesía de quien no
toma partido hasta mancharse \\
\rightline{\textsc{G. Celaya}}
\end{verse}

```

El código anterior genera

Maldigo la poesía concebida como un lujo
cultural por los neutrales
que, lavándose las manos, se desentienden y evaden.
Maldigo la poesía de quien no toma partido hasta
mancharse

(G. CELAYA)

3.4. Entorno verbatim

Hace que el texto incluido en su interior sea compuesto tal y como aparece en el editor: se respetarán espacios, saltos de línea y caracteres reservados.

```
\begin{verbatim}
$ dir

midoc.aux  midoc.dvi  midoc.log  midoc.tex
\end{verbatim}
```

3.5. Notas a pie de página

Las notas a pie de página se generan con el comando

```
\footnote{<texto de la nota>}
```

en la posición del texto en la que queremos que aparezca la marca de la nota. La nota aparece tal y como puede verse en esta página.¹

Las notas son numeradas correlativamente. No obstante, si queremos usar símbolos como *, †, ... en lugar de números basta cambiar la representación del contador del siguiente modo:

```
\renewcommand{\thefootnote}{\fnsymbol{footnote}}
```

y no olvidar que se dispone sólo de nueve símbolos.

3.5.1. Notas al final

En algunos casos puede ser conveniente hacer que las notas aparezcan todas juntas en el momento que se desee. El paquete **endnotes** implementa los comandos

```
\endnote[<Número>]{<Texto>}
\endnotemark[<Número>]
\endnotetext[<Número>]{<Texto>}
```

que funcionan de forma similar a los correspondientes `\footnote`, etc. Para imprimir las notas bastará usar el comando

```
\theendnotes
```

Nota primera.¹ Segunda nota.²
Aquí hay una tercera.³

Notas

¹Primera nota.

²Segunda nota.

³Tercera nota.

Más texto a continuación.

```
Nota primera.\endnote{Primera nota.}
Segunda nota.\endnote{Segunda nota.}
Aquí hay una
tercera.\endnote{Tercera nota.}
```

```
\theendnotes\bigskip
Más texto a continuación
```

3.6. Notas al margen

La inclusión de notas al margen es similar a la de las notas al pie. El comando es

```
\marginpar[<TextoIzquierda>]{<TextoDerecha>}
```

¹ Véase cómo la nota ha sido producida: “... en esta página `\footnote{Véase cómo la nota ha sido ...}`”.

Este comando crea una nota al margen cuyo contenido *TextoDerecha* (si se elude el argumento opcional) comienza a imprimirse a la misma altura en la que se imprime la línea de texto principal. Si se emplea la opción **oneside**, la nota se imprime a la derecha, y si se usa la opción **twoside**, en el exterior.

Si se usa el argumento opcional, el texto *TextoIzquierda* aparecerá cuando la nota corresponda al margen izquierdo y el texto *TextoDerecha* lo hará cuando la nota esté en el margen derecho.

3.7. División silábica

Cuando la inclusión de una palabra supera la longitud de línea y su exclusión la hace demasiado corta, L^AT_EX introduce una separación silábica según un algoritmo que depende del idioma en que esté trabajando. En caso de que el algoritmo no funcione correctamente, es posible indicar al compilador los posibles lugares en los que se puede dividir dicha palabra. El comando a utilizar es

```
\-
```

Este comando actúa localmente sobre la palabra en cuestión, pero si queremos proporcionar al compilador información sobre cómo dividir ciertas palabras en todo el texto, es posible usar la orden

```
\hyphenation{<palabra1,palabra2,palabra3,...>}
```

con la división correspondiente, en la forma siguiente

```
\hyphenation{ma-ter-ni-dad,al-bo-ro-to}
```

3.8. Evitar la separación de palabras

Si no se desea que en un texto, dos palabras seguidas aparezcan en líneas distintas, como en el texto siguiente

Los nombres propios con abreviaturas como el de A. Einstein, o la numeración de capítulos, como Sección 2.3 no deberían aparecer en líneas separadas.

es necesario emplear el carácter `~`. Así escribiríamos A. `~`Einstein, etc.

Los nombres propios con abreviaturas como el de A. Einstein, o la numeración de capítulos, como en Sección 2.3 no deberían aparecer en líneas separadas.

3.9. Interlineado, sangría, párrafos,...

3.9.1. Interlineado

El control del espacio entre líneas del texto se puede cambiar en el preámbulo con la orden

```
\renewcommand{\baselinestretch}{<Número>}
```

donde **Número** se refiere a un factor de interlineado, que por defecto es 1. Por ejemplo, si ponemos **Número** igual a 2 estaremos escribiendo a doble espacio. Es posible fijar **Número** a un valor decimal. La orden en el preámbulo afecta a todo el documento.

Si se quiere afectar sólo a una parte del documento hay que tener en cuenta que la orden sólo se activará cuando haya un cambio en el tamaño de la fuente, lo que puede ser forzado escribiendo `\large\normalsize`.

3.9.2. Sangrado

Al inicio de un párrafo, \LaTeX introduce un sangrado de forma automática, que puede ser evitado con el comando

```
\noindent
```

Nótese que el uso o no del paquete `babel` altera el funcionamiento del sangrado.

3.9.3. Saltos de línea y espacios

El salto de línea sin provocar un cambio de párrafo puede llevarse a cabo con uno de los comandos siguientes:

```
\newline  
\\[<Salto>]
```

donde el argumento opcional **Salto** se refiere a la distancia vertical adicional a la que debe situarse la siguiente línea. Si tal línea no queda en la misma página, \LaTeX ignorará dicha longitud. La versión

```
\\*
```

indica que la línea que se inicia después del comando no debe pasar a la página siguiente.

Para aumentar la distancia entre párrafos pueden usarse los comandos

```
\smallskip  
\medskip  
\bigskip
```

el último de los cuales aproximadamente supondría dejar una línea en blanco, mientras que los otros se refieren a la mitad y cuarta parte de éste.

Para poner distancias entre palabras podemos usar alguno de los comandos siguientes

```
\_      espacio entre palabras  
\quad   longitud de una M  
\qquad  longitud de dos M
```

Y los siguientes comandos introducen espacios tanto horizontales (si van en un texto normal) como verticales (si van entre párrafos)

```
\enspace   espacio de longitud medio M  
\thinspace espacio de longitud 0,16667 M  
\negthinspace espacio negativo de longitud 0,16667 M
```

Es posible modificar con mayor precisión las distintas longitudes (véase Sección 5.1) con los comandos

```
\vspace{<longitud>}  añade espacio vertical  
\hspace{<longitud>}  añade espacio horizontal
```

3.10. Color

El uso de color en L^AT_EX necesita la inclusión del siguiente paquete

```
\usepackage{color}
```

Para escribir texto coloreado usamos los comandos

```
{\color{<nombre del color>} texto a colorear}
```

o alternativamente

```
\textcolor{<nombre del color>}{<texto a colorear>}
```

Los nombres de colores más usados son:

```
red green blue cyan magenta yellow
```

Es posible ampliar la lista de colores usados si empleamos la opción `usenames` en la llamada del paquete. De este modo tendremos acceso a los colores siguientes:

	GreenYellow		Yellow		Goldenrod		Dandelion		Apricot
	Peach		Melon		YellowOrange		Orange		BurntOrange
	Bittersweet		RedOrange		Mahogany		Maroon		BrickRed
	Red		OrangeRed		RubineRed		WildStrawberry		Salmon
	CarnationPink		Magenta		VioletRed		Rhodamine		Mulberry
	RedViolet		Fuchsia		Lavender		Thistle		Orchid
	DarkOrchid		Purple		Plum		Violet		RoyalPurple
	BlueViolet		Periwinkle		CadetBlue		CornflowerBlue		MidnightBlue
	NavyBlue		RoyalBlue		Blue		Cerulean		Cyan
	ProcessBlue		SkyBlue		Turquoise		TealBlue		Aquamarine
	BlueGreen		Emerald		JungleGreen		SeaGreen		Green
	ForestGreen		PineGreen		LimeGreen		YellowGreen		SpringGreen
	OliveGreen		RawSienna		Sepia		Brown		Tan
	Gray		Black		White				

Si compilamos con PDFL^AT_EX debemos usar las opciones del paquete `color usenames` y `dvipsnames`.

3.11. Ejercicios

- ♣ *Abrir el archivo `ejemplo03.tex` y añadir las órdenes necesarias para que compile correctamente.*
- ♣ *Cambia el tipo y el tamaño de letra del primer párrafo.*
- ♣ *Justifica el segundo párrafo a la derecha, el tercero al centro y el cuarto a la izquierda.*
- ♣ *Introduce las distintas partes entrecomilladas del texto como entornos `quote` y `quotation` y cambia el color de estos párrafos.*

- ♣ *Introduce una nota a pie de página en el primer párrafo y una nota al margen en el segundo párrafo.*
- ♣ *Cambia el interlineado de todo el texto para escribirlo a doble espacio.*

4 Matemáticas

4.1. Modos *texto* y *display*

$\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ fue especialmente diseñado para producir documentos de carácter científico con un contenido importante de matemáticas. Precisamente, es la calidad en la escritura de tipografía matemática donde $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ y $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ marcan la diferencia.

En esencia, $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ divide la introducción de texto matemático según se haga a lo largo del párrafo en que se está escribiendo, o en párrafos separados.

El texto de carácter matemático escrito en la misma línea de escritura (modo *texto*), ha de ser introducido entre $\$$ y $\$$, mientras que para hacerlo en líneas separadas (modo *display*), lo más común es encerrar la expresión entre $\$\$$ y $\$\$$.

Por otra parte, puesto que es muy frecuente el referenciar una fórmula matemática en un texto, el entorno `equation`, que esencialmente tiene el mismo funcionamiento que $\$\$$, añade además un número a la ecuación para futuras referencias.

4.1.1. Ejemplo

El siguiente ejemplo ilustra el funcionamiento de los modos *texto* y *display*:

Sea $\{\tilde{\gamma}_{ij}\}_{0 \leq i+j \leq 2n}$ una sucesión de números reales tales que $\tilde{\gamma}_{00} > 0$. Consideramos $\mathcal{C}[t_1, t_2]$ el conjunto de polinomios complejos en t_1 y t_2 de grado $2n$ y definimos $\tilde{\varphi} : \mathcal{C}[t_1, t_2] \rightarrow \mathbb{C}$ el funcional lineal complejo que interpola a la sucesión $\tilde{\gamma}_{ij}$, es decir,

$$\tilde{\varphi}(t_1^i t_2^j) = \tilde{\gamma}_{ij}.$$

El texto anterior ha sido producido con

```
Sea  $\{\tilde{\gamma}_{ij}\}_{0 \leq i+j \leq 2n}$  una sucesión
de números reales tales que  $\tilde{\gamma}_{00} > 0$ .
Consideramos  $\mathcal{C}[t_1, t_2]$  el conjunto de
polinomios complejos en  $t_1$  y  $t_2$  de grado  $2n$ 
y definimos  $\tilde{\varphi} : \mathcal{C}[t_1, t_2]
\rightarrow \mathbb{C}$  el funcional lineal complejo que
interpola a la sucesión  $\tilde{\gamma}_{ij}$ , es decir
 $\tilde{\varphi}(t_1^i t_2^j) = \tilde{\gamma}_{ij}$ .
```

4.1.2. `\textstyle` y `\displaystyle`

Determinadas construcciones matemáticas adquieren un tamaño distinto según se escriban en modo *texto* o *display*. Por ejemplo:

Una fórmula bien conocida es $\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$.

Otro ejemplo es $\int_0^{2\pi} \sin x \, dx = 0$.

Nótese la diferencia con

$$\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$\int_0^{2\pi} \sin x \, dx = 0$$

La primera ha sido escrita en modo *texto* y la segunda en modo *display*. Si queremos obtener resultados distintos en uno u otro modo debemos usar los comandos `\textstyle` (en modo *display*) o `\displaystyle` (en modo *texto*). Así,

Una fórmula bien conocida es $\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$.

Otro ejemplo es $\int_0^{2\pi} \sin x \, dx = 0$.

Nótese la diferencia con

$$\sum_{k=1}^n k = \frac{n(n+1)}{2}$$

$$\int_0^{2\pi} \sin x \, dx = 0$$

4.2. El entorno `array`

El entorno `array`, que sólo funciona dentro del modo matemático, permite ordenar distintos elementos por filas y columnas. Su sintaxis es

```
\begin{array}{\langle colocación \rangle}
Columna1 & Columna2 & \cdots & ColumnaN \\
\vdots
\end{array}
```

Cada fila está compuesta de un cierto número de elementos (correspondientes a cada columna) que se separan mediante el comando de tabulación `&`. Para cambiar de línea usamos el comando `\\`.

El argumento *colocación* especifica el formato de alineación de cada columna, que puede ser

- l** para alineación a izquierda (left)
- r** para alineación a derecha (right)
- c** para alineación al centro

Nótese que habrá tantas columnas como indiquemos en ese argumento. Dentro del argumento *colocación* también pueden aparecer:

| produce una línea vertical que separa dos columnas

p{*longitud*} crea una columna de ancho determinado por el parámetro longitud

@{*texto*} suprime el espacio entre columnas e inserta en su lugar *texto*

Para poner una línea horizontal separando dos filas usaremos el comando `\hline`.

```



$$\begin{array}{|rr@{,}l|c}
 \hline
 12 & 2 & 27 & 1 \\
 131 & 421 & 2 & 11 \\
 1424 & 12&7 & 111 \\
 \hline
 \end{array}$$



```

12	2,27	1
131	421,2	11
1424	12,7	111

4.2.1. Delimitadores

Quando queremos encerrar una expresión entre paréntesis o llaves que se ajusten al tamaño de la expresión debemos usar los comandos `\left` y `\right` junto con el delimitador deseado.¹ Cuando no queremos que uno de los delimitadores aparezca es necesario señalarlo con el comando `\left.` ó `\right.` según sea necesario.

```



$$\left\{ \begin{array}{c}
 \int_0^{2\pi} \sen x \, dx \\
 \sum_{k=1}^n k
 \end{array} \right.$$



```

$$\left\{ \begin{array}{c} \left(\int_0^{2\pi} \sen x \, dx \right) \\ \left[\sum_{k=1}^n k \right] \end{array} \right.$$

4.3. Construcciones diversas ²

4.3.1. Fracciones

```



$$\frac{\frac{a}{x-y} + \frac{b}{x+y}}{1 + \frac{a-b}{a+b}}$$



```

$$\frac{\frac{a}{x-y} + \frac{b}{x+y}}{1 + \frac{a-b}{a+b}}$$

4.3.2. Matrices

```



$$\left( \begin{array}{lll}
 1 & 2 & 3 \\
 4 & 5 & 6 \\
 7 & 8 & 9
 \end{array} \right)$$



```

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$$

¹ Para una lista de delimitadores válidos ver la sección 4.4.10.

² Algunas pueden precisar los paquetes `amsmath` y `amssymb`

```


$$\left( \begin{array}{ccc} 1 & \cdots & n \\ 2 & \cdots & n+1 \\ \vdots & \odots & \ddots \\ n & \cdots & 2n-1 \end{array} \right)$$


```

$$\begin{pmatrix} 1 & \cdots & n \\ 2 & \cdots & n+1 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ n & \cdots & 2n-1 \end{pmatrix}$$

```

\begin{equation*}
\begin{matrix}
\begin{matrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{matrix} & \quad & \begin{matrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{matrix} \\
\begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix} & \quad & \begin{matrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{matrix} \\
\begin{matrix} f & g \\ e & v \end{matrix} & & 
\end{matrix}
\end{equation*}

```

$$\begin{matrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{matrix} \quad \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix} \quad \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \quad \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{vmatrix} \quad \left\| \begin{matrix} f & g \\ e & v \end{matrix} \right\|$$

4.3.3. Funciones a trozos

```


$$\psi(x) = \begin{cases} Ae^{ikx} + Be^{-ikx}, & \text{si } x = 0, \\ De^{-kx}, & \text{si } x \neq 0. \end{cases}$$


```

$$\psi(x) = \begin{cases} Ae^{ikx} + Be^{-ikx}, & \text{si } x = 0, \\ De^{-kx}, & \text{si } x \neq 0. \end{cases}$$

4.3.4. Arriba y abajo

```


$$a \stackrel{\text{def}}{=} \alpha + \beta \xrightarrow{\beta \rightarrow 0}$$


```

$$a \stackrel{\text{def}}{=} \alpha + \beta \xrightarrow{\beta \rightarrow 0}$$

```

\begin{equation*}
\sum_{\substack{0 \leq i \leq m \\ 0 > j > n}}
\end{equation*}

```

$$\sum_{\substack{0 \leq i \leq m \\ 0 > j > n}}$$

```

\begin{equation*}
\sum^{\substack{0 \leq i \leq m \\ 0 > j > n}}
\end{equation*}

```

$$\sum^{\substack{0 \leq i \leq m \\ 0 > j > n}}$$

4.3.5. Otras construcciones

\widetilde{abc}	<code>\widetilde{abc}</code>	\widehat{abc}	<code>\widehat{abc}</code>
\overleftarrow{abc}	<code>\overleftarrow{abc}</code>	\overrightarrow{abc}	<code>\overrightarrow{abc}</code>
\overline{abc}	<code>\overline{abc}</code>	\underline{abc}	<code>\underline{abc}</code>
\overbrace{abc}	<code>\overbrace{abc}</code>	\underbrace{abc}	<code>\underbrace{abc}</code>
\sqrt{abc}	<code>\sqrt{abc}</code>	$\sqrt[n]{abc}$	<code>\sqrt[n]{abc}</code>
f'	<code>f'</code>	\vec{x}	<code>\vec{x}</code>

4.3.6. Números combinatorios

```


$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$


```

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

4.4. Símbolos Matemáticos**4.4.1. Letra griegas minúsculas**

α	<code>\alpha</code>	θ	<code>\theta</code>	o	<code>o</code>	τ	<code>\tau</code>
β	<code>\beta</code>	ϑ	<code>\vartheta</code>	π	<code>\pi</code>	v	<code>\upsilon</code>
γ	<code>\gamma</code>	ι	<code>\iota</code>	ϖ	<code>\varpi</code>	ϕ	<code>\phi</code>
δ	<code>\delta</code>	κ	<code>\kappa</code>	ρ	<code>\rho</code>	φ	<code>\varphi</code>
ϵ	<code>\epsilon</code>	λ	<code>\lambda</code>	ϱ	<code>\varrho</code>	χ	<code>\chi</code>
ε	<code>\varepsilon</code>	μ	<code>\mu</code>	σ	<code>\sigma</code>	ψ	<code>\psi</code>
ζ	<code>\zeta</code>	ν	<code>\nu</code>	ς	<code>\varsigma</code>	ω	<code>\omega</code>
η	<code>\eta</code>	ξ	<code>\xi</code>				

4.4.2. Letras griegas mayúsculas

Γ	<code>\Gamma</code>	Λ	<code>\Lambda</code>	Σ	<code>\Sigma</code>	Ψ	<code>\Psi</code>
Δ	<code>\Delta</code>	Ξ	<code>\Xi</code>	Υ	<code>\Upsilon</code>	Ω	<code>\Omega</code>
Θ	<code>\Theta</code>	Π	<code>\Pi</code>	Φ	<code>\Phi</code>		

4.4.3. Acentos en modo matemático

\hat{a}	<code>\hat{a}</code>	\acute{a}	<code>\acute{a}</code>	\bar{a}	<code>\bar{a}</code>
\dot{a}	<code>\dot{a}</code>	\breve{a}	<code>\breve{a}</code>	\check{a}	<code>\check{a}</code>
\grave{a}	<code>\grave{a}</code>	\vec{a}	<code>\vec{a}</code>	\ddot{a}	<code>\ddot{a}</code>
\tilde{a}	<code>\tilde{a}</code>				

4.4.4. Símbolos diversos

\aleph	<code>\aleph</code>	\prime	<code>\prime</code>
\forall	<code>\forall</code>	\hbar	<code>\hbar</code>
\emptyset	<code>\emptyset</code>	\exists	<code>\exists</code>
\imath	<code>\imath</code>	∇	<code>\nabla</code>
\neg	<code>\neg</code>	\jmath	<code>\jmath</code>
\surd	<code>\surd</code>	\flat	<code>\flat</code>
ℓ	<code>\ell</code>	\top	<code>\top</code>
\natural	<code>\natural</code>	\wp	<code>\wp</code>
\perp	<code>\perp</code>	\sharp	<code>\sharp</code>

\Re	<code>\Re</code>	\parallel	<code>\l</code>
\clubsuit	<code>\clubsuit</code>	\Im	<code>\Im</code>
\sphericalangle	<code>\angle</code>	\diamondsuit	<code>\diamondsuit</code>
∂	<code>\partial</code>	\triangle	<code>\triangle</code>
\heartsuit	<code>\heartsuit</code>	∞	<code>\infty</code>
\backslash	<code>\backslash</code>	\spadesuit	<code>\spadesuit</code>
\mho	<code>\mho</code>	\square	<code>\Box</code>
\diamond	<code>\Diamond</code>	\nexists	<code>\nexists</code>
\dots	<code>\ldots</code>	\ddots	<code>\ddots</code>
\cdots	<code>\cdots</code>	\vdots	<code>\vdots</code>

4.4.5. Operadores

\sum	<code>\sum</code>	\bigcap	<code>\bigcap</code>
\bigodot	<code>\bigodot</code>	\prod	<code>\prod</code>
\bigcup	<code>\bigcup</code>	\bigotimes	<code>\bigotimes</code>
\coprod	<code>\coprod</code>	\bigsqcup	<code>\bigsqcup</code>
\bigoplus	<code>\bigoplus</code>	\int	<code>\int</code>
\bigvee	<code>\bigvee</code>	\biguplus	<code>\biguplus</code>
\oint	<code>\oint</code>	\bigwedge	<code>\bigwedge</code>

4.4.6. Flechas

\leftarrow	<code>\leftarrow</code>	\longleftarrow	<code>\longleftarrow</code>
\uparrow	<code>\uparrow</code>	\Leftarrow	<code>\Leftarrow</code>
\Longleftarrow	<code>\Longleftarrow</code>	\Uparrow	<code>\Uparrow</code>
\rightarrow	<code>\rightarrow</code>	\longrightarrow	<code>\longrightarrow</code>
\downarrow	<code>\downarrow</code>	\Rightarrow	<code>\Rightarrow</code>
\Longrightarrow	<code>\Longrightarrow</code>	\Downarrow	<code>\Downarrow</code>
\leftrightarrow	<code>\leftrightarrow</code>	\longleftrightarrow	<code>\longleftrightarrow</code>
\Updownarrow	<code>\Updownarrow</code>	\Leftrightarrow	<code>\Leftrightarrow</code>
\Longleftrightarrow	<code>\Longleftrightarrow</code>	\Updownarrow	<code>\Updownarrow</code>
\mapsto	<code>\mapsto</code>	\longmapsto	<code>\longmapsto</code>
\nearrow	<code>\nearrow</code>	\hookrightarrow	<code>\hookrightarrow</code>
\hookrightarrow	<code>\hookrightarrow</code>	\searrow	<code>\searrow</code>
\leftharpoonup	<code>\leftharpoonup</code>	\rightharpoonup	<code>\rightharpoonup</code>
\swarrow	<code>\swarrow</code>	\leftharpoondown	<code>\leftharpoondown</code>
\rightharpoondown	<code>\rightharpoondown</code>	\nrightarrow	<code>\nrightarrow</code>
\rightleftharpoons	<code>\rightleftharpoons</code>	\leadsto	<code>\leadsto</code>

4.4.7. Relaciones

\leq	<code>\leq</code>	\geq	<code>\geq</code>	\equiv	<code>\equiv</code>	\models	<code>\models</code>
\prec	<code>\prec</code>	\succ	<code>\succ</code>	\sim	<code>\sim</code>	\perp	<code>\perp</code>
\preceq	<code>\preceq</code>	\succeq	<code>\succeq</code>	\simeq	<code>\simeq</code>	\mid	<code>\mid</code>
\ll	<code>\ll</code>	\gg	<code>\gg</code>	\asymp	<code>\asymp</code>	\parallel	<code>\parallel</code>
\subset	<code>\subset</code>	\supset	<code>\supset</code>	\approx	<code>\approx</code>	\bowtie	<code>\bowtie</code>
\subseteq	<code>\subseteq</code>	\supseteq	<code>\supseteq</code>	\cong	<code>\cong</code>	\Join	<code>\Join</code>
\sqsubset	<code>\sqsubset</code>	\sqsupset	<code>\sqsupset</code>	\neq	<code>\neq</code>	\smile	<code>\smile</code>
\sqsubseteq	<code>\sqsubseteq</code>	\sqsupseteq	<code>\sqsupseteq</code>	\doteq	<code>\doteq</code>	\frown	<code>\frown</code>
\in	<code>\in</code>	\ni	<code>\ni</code>	\notin	<code>\notin</code>	\propto	<code>\propto</code>
\vdash	<code>\vdash</code>	\dashv	<code>\dashv</code>				

4.4.8. Operadores binarios

\pm	<code>\pm</code>	\cap	<code>\cap</code>	\diamond	<code>\diamond</code>	\oplus	<code>\oplus</code>
\mp	<code>\mp</code>	\cup	<code>\cup</code>	\triangleup	<code>\bigtriangleup</code>	\ominus	<code>\ominus</code>
\times	<code>\times</code>	\uplus	<code>\uplus</code>	\triangledown	<code>\bigtriangledown</code>	\otimes	<code>\otimes</code>
\div	<code>\div</code>	\sqcap	<code>\sqcap</code>	\triangleleft	<code>\triangleleft</code>	\oslash	<code>\oslash</code>
$*$	<code>\ast</code>	\sqcup	<code>\sqcup</code>	\triangleright	<code>\triangleright</code>	\odot	<code>\odot</code>
\star	<code>\star</code>	\vee	<code>\lor</code>	\bigcirc	<code>\bigcirc</code>	\triangleleft	<code>\lhd</code>
\circ	<code>\circ</code>	\wedge	<code>\land</code>	\dagger	<code>\dagger</code>	\triangleright	<code>\rhd</code>
\bullet	<code>\bullet</code>	\setminus	<code>\setminus</code>	\ddagger	<code>\ddagger</code>	\triangleleft	<code>\unlhd</code>
\cdot	<code>\cdot</code>	\wr	<code>\wr</code>	\amalg	<code>\amalg</code>	\triangleright	<code>\unrhd</code>

4.4.9. Negaciones

$\not<$	<code>\not<</code>	$\not>$	<code>\not></code>
\neq	<code>\neq</code>	$\not\leq$	<code>\not\leq</code>
$\not\geq$	<code>\not\geq</code>	$\not\equiv$	<code>\not\equiv</code>
$\not\prec$	<code>\not\prec</code>	$\not\succ$	<code>\not\succ</code>
$\not\sim$	<code>\not\sim</code>	$\not\preceq$	<code>\not\preceq</code>
$\not\succeq$	<code>\not\succeq</code>	$\not\sim$	<code>\not\sim</code>
$\not\subset$	<code>\not\subset</code>	$\not\supset$	<code>\not\supset</code>
$\not\approx$	<code>\not\approx</code>	$\not\subseteq$	<code>\not\subseteq</code>
$\not\supseteq$	<code>\not\supseteq</code>	$\not\cong$	<code>\not\cong</code>
$\not\sqsubseteq$	<code>\not\sqsubseteq</code>	$\not\sqsupseteq$	<code>\not\sqsupseteq</code>
$\not\asymp$	<code>\not\asymp</code>		

4.4.10. Delimitadores

\uparrow	<code>\uparrow</code>	$\}$	<code>\}</code>	\lceil	<code>\lceil</code>
$\{$	<code>\{</code>	\rfloor	<code>\rfloor</code>	$/$	<code>/</code>
\lfloor	<code>\lfloor</code>	\rangle	<code>\rangle</code>	\Downarrow	<code>\Downarrow</code>
\langle	<code>\langle</code>	\parallel	<code>\parallel</code>	\Updownarrow	<code>\Updownarrow</code>
$ $	<code> </code>	\downarrow	<code>\downarrow</code>	\rceil	<code>\rceil</code>
\Uparrow	<code>\Uparrow</code>	\updownarrow	<code>\updownarrow</code>	\backslash	<code>\backslash</code>

4.4.11. Símbolos \mathcal{AMS}

`\iint` `\iint` `\iiint` `\iiint` `\iiiiint` `\iiiiint`

4.4.12. Funciones matemáticas ⁴

\arccos	<code>\arccos</code>	\arcsen	<code>\arcsen</code>	\arctan	<code>\arctan</code>	\arg	<code>\arg</code>
\cos	<code>\cos</code>	\cosh	<code>\cosh</code>	\cot	<code>\cot</code>	\coth	<code>\coth</code>
\csc	<code>\csc</code>	\deg	<code>\deg</code>	\det	<code>\det</code>	\dim	<code>\dim</code>
\exp	<code>\exp</code>	\gcd	<code>\gcd</code>	\hom	<code>\hom</code>	\inf	<code>\inf</code>
\ker	<code>\ker</code>	\lg	<code>\lg</code>	\lim	<code>\lim</code>	\Pr	<code>\Pr</code>
\limsup	<code>\limsup</code>	\ln	<code>\ln</code>	\log	<code>\log</code>	\max	<code>\max</code>
$\mín$	<code>\min</code>	\liminf	<code>\liminf</code>	\sec	<code>\sec</code>	\sen	<code>\sen</code>
\sinh	<code>\sinh</code>	\sup	<code>\sup</code>	\tan	<code>\tan</code>	\tanh	<code>\tanh</code>

4.4.13. Flechas \mathcal{AMS} (disponibles con el paquete `amssymb`)

\dashrightarrow	<code>\dashrightarrow</code>	\dashleftarrow	<code>\dashleftarrow</code>
\Leftrightarrow	<code>\Leftrightarrow</code>	\Leftrightarrow	<code>\Leftrightarrow</code>
\Lleftarrow	<code>\Lleftarrow</code>	\twoheadleftarrow	<code>\twoheadleftarrow</code>
\leftarrowtail	<code>\leftarrowtail</code>	\looparrowleft	<code>\looparrowleft</code>

⁴ Algunas son exclusivas del idioma español.

\Leftrightarrow	<code>\leftrightharpoons</code>	\curvearrowleft	<code>\curvearrowleft</code>
\circlearrowleft	<code>\circlearrowleft</code>	\Lsh	<code>\Lsh</code>
\Uparrow	<code>\upuparrows</code>	\Uparrow	<code>\upharpoonleft</code>
\Downarrow	<code>\downharpoonleft</code>	\multimap	<code>\multimap</code>
\Leftrightarrow	<code>\leftrightsquigarrow</code>	\Rrightarrow	<code>\rightrightarrows</code>
\Leftrightarrow	<code>\rightleftarrows</code>	\Rrightarrow	<code>\rightrightarrows</code>
\Leftrightarrow	<code>\rightleftarrows</code>	\twoheadrightarrow	<code>\twoheadrightarrow</code>
\rightarrowtail	<code>\rightarrowtail</code>	\looparrowright	<code>\looparrowright</code>
\Leftrightarrow	<code>\rightleftharpoons</code>	\curvearrowright	<code>\curvearrowright</code>
\circlearrowright	<code>\circlearrowright</code>	\Rsh	<code>\Rsh</code>
\Downarrow	<code>\downdownarrows</code>	\Uparrow	<code>\upharpoonright</code>
\Downarrow	<code>\downharpoonright</code>	\rightsquigarrow	<code>\rightsquigarrow</code>

4.4.14. Letras en otros estilos

4.4.14.1. Letras caligráficas

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

`usar \mathcal{\langle letra \rangle}` o `\cal \langle letra \rangle`.

4.4.14.2. Letras dobles

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

`usar \mathbb{\langle letra \rangle}`

4.4.14.3. Letras *fraktur*

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

`usar \mathfrak{\langle letra \rangle}` con el paquete `amssymb`

4.4.14.4. Matemáticas en negrilla

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

`usar \mathbf{\langle letra \rangle}`

4.5. Ecuaciones

4.5.1. Ecuaciones numeradas y sin numerar

```
\begin{equation}
\varphi(x, z) = z - \gamma_{10} x - \sum_{m+n \geq 2} \gamma_{mn} x^m z^n
\end{equation}
$$
\varphi(x, z) = z - \gamma_{10} x - \sum_{m+n \geq 2} \gamma_{mn} x^m z^n
$$
```

$$\varphi(x, z) = z - \gamma_{10}x - \sum_{m+n \geq 2} \gamma_{mn}x^m z^n \quad (1)$$

$$\varphi(x, z) = z - \gamma_{10}x - \sum_{m+n \geq 2} \gamma_{mn}x^m z^n$$

4.5.2. Ecuaciones con más de una línea

Con el entorno `array` sin numeración,

```
$$
\begin{array}{lcl}
\Psi(x, t) & = & A(e^{ikx} - e^{-ikx})e^{-i\omega t} \\
& & \{e^{i\omega t} - e^{-i\omega t}\} \\
& = & D \operatorname{sen}(kx)e^{-i\omega t}, \quad D=2iA
\end{array}
$$
```

$$\begin{aligned} \Psi(x, t) &= A(e^{ikx} - e^{-ikx})e^{-i\omega t} \\ &= D \operatorname{sen}(kx)e^{-i\omega t}, \quad D = 2iA \end{aligned}$$

o con numeración (única para toda la expresión), para la que usamos el entorno `equation` en lugar de `$$`.

$$\begin{aligned} \Psi(x, t) &= A(e^{ikx} - e^{-ikx})e^{-i\omega t} \\ &= D \operatorname{sen}(kx)e^{-i\omega t}, \quad D = 2iA \end{aligned} \quad (2)$$

4.5.3. Entorno `eqnarray`

El entorno `eqnarray` es una variante del entorno `array` que permite numerar cada una de las líneas de una ecuación:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon}{\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon} \quad (3)$$

$$= -\frac{d}{d\beta} \log \left[\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \right] = \frac{1}{\beta} = kT. \quad (4)$$

```

\begin{eqnarray}
\bar{\varepsilon} &= \frac{\int_0^{\infty} \varepsilon \exp(-\beta \varepsilon) \, d\varepsilon}{\int_0^{\infty} \exp(-\beta \varepsilon) \, d\varepsilon} \\
&= -\frac{d}{d\beta} \log \left[ \int_0^{\infty} \exp(-\beta \varepsilon) \, d\varepsilon \right] = \frac{1}{\beta} = kT.
\end{eqnarray}

```

Notas:

- El comando `\nonumber` situado en una de las líneas de la ecuación puede ser usado para suprimir la numeración de dicha línea. El comando `\notag` tiene el mismo significado.
- El comando `\tag{texto}` sustituye el número por el contenido de *texto* entre paréntesis. El comando `\tag*` suprime los paréntesis.
- El entorno `eqnarray*` es equivalente al anterior pero sin introducir numeración. Los comandos `\tag` y `\tag*` también funcionan en este entorno.
- \LaTeX , por defecto, no permite cambiar de página diferentes líneas de una ecuación de este tipo. Para permitirlo es necesario añadir en el preámbulo el comando `\allowdisplaybreaks`. Para permitir el salto de página en una ecuación local se puede poner `\displaybreak` justo antes del `\\` de la última línea de la página.

4.5.4. Ecuaciones recuadradas

El uso de `\fbox` permite obtener lo siguiente:

$$\int_0^{\infty} f(x) \, dx \approx \sum_{i=1}^n w_i e^{x_i} f(x_i) \quad (5)$$

```

{\fboxsep 8pt\fboxrule 1pt}
\begin{equation}
\fbox{\$ \displaystyle \int_0^{\infty} f(x) \, dx \approx \sum_{i=1}^n w_i e^{x_i} f(x_i) \$}
\end{equation}
}

```

4.5.5. Entorno align

Este entorno se usa cuando hay más de dos ecuaciones que deben ser alineadas verticalmente (normalmente son relaciones binarias o igualdades). `align*` suprime la numeración.

```

\begin{align}
F_{\text{fer}}(k) &= -\frac{16 x_0^3 t}{3\pi} \left( \sum_{l=1}^{\infty} -\frac{\nu^5}{t^4 (x_0^2 - l - \frac{1}{4})^3} \left[ S\left(\frac{\sqrt{x_0^2 + l^2}}{t}; 2\right) + 2S\left(\frac{\nu}{t}; 2\right) \right] \right) \\
F_{\text{red}}(t) &= -\frac{16 x_0^3 t}{3\pi} \sum_{l=1}^{\infty} \left\{ \frac{1}{2\nu(x_0^2 + l^2)^2} \right. \\
&\quad \left. - \frac{\nu^5}{t^4 (x_0^2 - l - \frac{1}{4})^3} \left[ S\left(\frac{\sqrt{x_0^2 + l^2}}{t}; 2\right) + 2S\left(\frac{\nu}{t}; 2\right) \right] \right. \\
&\quad \left. + V(x_e, x_\alpha) - g\delta(x_e - x_\alpha) \right\}.
\end{align}

```

$$F_{\text{fer}}(k) = -\frac{16x_0^3 t}{3\pi} \left(\sum_{l=1}^{\infty} -\frac{\nu^5}{t^4 (x_0^2 - l - \frac{1}{4})^3} \left[S\left(\frac{\sqrt{x_0^2 + l^2}}{t}; 2\right) + 2S\left(\frac{\nu}{t}; 2\right) \right] \right) \quad (6)$$

$$F_{\text{red}}(t) = -\frac{16x_0^3 t}{3\pi} \sum_{l=1}^{\infty} \left\{ \frac{1}{2\nu(x_0^2 + l^2)^2} - \frac{\nu^5}{t^4 (x_0^2 - l - \frac{1}{4})^3} \left[S\left(\frac{\sqrt{x_0^2 + l^2}}{t}; 2\right) + 2S\left(\frac{\nu}{t}; 2\right) \right] + V(x_e, x_\alpha) - g\delta(x_e - x_\alpha) \right\}. \quad (7)$$

4.5.6. Entorno gather

Este entorno se usa para centrar en líneas separadas dos o más ecuaciones. La variante `gather*` suprime la numeración.

```

\begin{gather}
\frac{\int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon}{\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon} \frac{\int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon}{\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon} \\
\frac{\int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon}{\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon} \\
\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \\
\frac{\int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon}{\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon} \\
\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon
\end{gather}

```

$$\frac{\int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon}{\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon} \frac{\int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon}{\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon} \quad (8)$$

$$\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \quad (9)$$

$$\frac{\int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon}{\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon} \quad (10)$$

$$\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \quad (11)$$

4.5.7. Entorno alignat

Corresponde a varias estructuras “align” una junto a otra. Requiere un argumento que indica el número de estructuras a escribir. Para un número n de estructuras el número de

símbolos & por línea debe ser de $2n - 1$.

```
\begin{alignat*}{2}
L_1 & = R_1 & \quad L_2 & = R_2 \\
L_3 & = R_3 & \quad L_4 & = R_4
\end{alignat*}
```

$$\begin{array}{ll} L_1 = R_1 & L_2 = R_2 \\ L_3 = R_3 & L_4 = R_4 \end{array}$$

4.5.8. Alineaciones por partes

Es posible generar ciertas fórmulas formadas por subfórmulas, cada una de ellas con su propia alineación. Los entornos asociados son `aligned`, `gathered` y `alignedat`. Cada uno de ellos toma un argumento opcional para especificar su posición vertical con respecto al material de la otra estructura. Por defecto estará centrado (`[c]`).

```
\begin{equation*}
\begin{aligned}[b]
x^2 + y^2 & = 1 \\
x & = \sqrt{1-y^2}
\end{aligned}
\quad
\begin{gathered}[t]
(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 \\
(a+b) \cdot (a-b) = a^2 - b^2
\end{gathered}
\end{equation*}
```

$$\begin{array}{ll} x^2 + y^2 = 1 & (a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 \\ x = \sqrt{1-y^2} & (a+b) \cdot (a-b) = a^2 - b^2 \end{array}$$

4.5.9. Entorno multiline

Este entorno es una variante que se usa para una ecuación demasiado larga que no cabe en una única línea. La primera línea se coloca en el margen izquierdo, las siguientes son centradas y la última línea se ajusta al margen derecho.

```

\begin{multline*}
\int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \\
\int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \\
\int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \varepsilon \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon d\varepsilon
\end{multline*}

```

$$\begin{aligned}
& \int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \\
& \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \\
& \int_0^\infty \varepsilon \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon \int_0^\infty \varepsilon \int_0^\infty \exp(-\beta\varepsilon) d\varepsilon d\varepsilon
\end{aligned}$$

4.6. Definiciones de Teoremas

Usualmente estas órdenes son incluidas en el preámbulo.

```

\newtheorem{thm}{Teorema}
\begin{thm}
Este es un ejemplo del entorno
para construir teoremas.
\end{thm}
\begin{thm}
Este es un segundo teorema.
\end{thm}

```

Teorema 1 *Este es un ejemplo del entorno para construir teoremas.*

Teorema 2 *Este es un segundo teorema.*

Nótese que la numeración de ambos es correlativa.

```

\newtheorem{col}{Corolario}[thm]
\begin{col}[Aranda, E. 2004]
Este es un ejemplo del entorno
para construir corolarios.
\end{col}

```

Corolario 3 (Aranda, E. 2004) *Este es un ejemplo del entorno para construir corolarios.*

Nótese que se sigue la numeración dada en los teoremas.

```

\newtheorem{rmk}{Nota}[section]
\begin{rmk}
Este es un ejemplo del entorno
para construir notas.
\end{rmk}

```

Nota 4.6.1 *Este es un ejemplo del entorno para construir notas.*

Obsérvese que la numeración depende de la de la sección en curso.

4.7. Ejercicios

Escribir las siguientes expresiones:



$$x^y + y_z + a^{b+c} + d_{e+f} + j_l^k$$

$$\frac{A}{B} \quad \frac{A \times B}{C \times D}$$

$$\left(\sum_{i=0}^n \left\{ \frac{x_i}{y_i} \right\} \right)$$

$$\int_0^\infty x \, dx, \quad \iint xy \, dA, \quad \iiint xyz \, dV$$



$$a + b = c + d \quad (12)$$

$$e = f + g + h \quad (13)$$

$$\begin{array}{lll} a = b + c & j = k + l + m & u + v = w \\ d + e = f & n + o + p = q & x = y + z \end{array} \quad \begin{array}{l} (14) \\ (15) \end{array}$$

$$\begin{array}{cccccc} a & b & \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} & \left\{ \begin{array}{l} a & b \\ c & d \end{array} \right\} & \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} & \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} & \left\| \begin{array}{l} a & b \\ c & d \end{array} \right\| \end{array}$$



$$(f \cdot g)^{(n+1)}(a) = \sum_{k=0}^{n+1} \binom{n+1}{k} f^{(k)}(a) g^{(n+1-k)}(a) \quad (16)$$

$$\int_0^1 x^3 \, dx = \frac{1}{4}$$



$$\sum_{\substack{1 \leq j \leq n \\ 1 \leq i \leq n \\ 1 \leq k \leq n}} a_{i,j} b_{j,k}$$



$$\left(\begin{array}{ccc|ccc} x & & \begin{vmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 4 \end{vmatrix} & & & m + n^2 \\ x + y & 5m - n & & & & \\ x^z & \sqrt{7} & & & & m \\ yz' & \frac{1}{10} & & & & 1 + m \end{array} \right)$$



$$\boxed{\int_0^{+\infty} \frac{\operatorname{sen} x}{x} \, dx = \frac{\pi}{2}}$$

♣

$$\begin{aligned}
 x_1 &= \sqrt{2} \\
 x_2 &= \sqrt{2 + \sqrt{2}} \\
 &\vdots \\
 x_n &= \sqrt{2 + \sqrt{2 + \cdots + \sqrt{2 + \sqrt{2}}}}
 \end{aligned}$$

♣

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = f(z) \\ \beta = f(z^2) \\ \gamma = f(z^3) \end{array} \right\} y \quad \left[\begin{array}{l} x = \alpha - \beta \\ y = 2\gamma \end{array} \right]$$

♣

$$\begin{aligned}
 \frac{1}{|\Omega|} \int_{\Omega} W^{\sharp}(A + \nabla V(y), \theta + t(y)) dy &= \int_{\Omega} \int_{\mathbb{M}^{2 \times 2}} W(F) d\nu^y(F) dy \\
 &= \int_{\mathbb{M}^{2 \times 2}} W(F) d\nu(F) \geq W^{\sharp}(A, \theta). \quad (17)
 \end{aligned}$$

5 Listas

Existen tres tipos de entornos para crear listas formateadas

```
\begin{enumerate}  texto listado  \end{enumerate}
\begin{itemize}    texto listado  \end{itemize}
\begin{description} texto listado  \end{description}
```

5.1. Entorno `enumerate`

1. Se trata de listas secuenciadas numéricamente.
2. Los números son consecutivos comenzando por 1, en cada llamada al entorno.

```
\begin{enumerate}
\item Se trata de listas secuenciadas numéricamente.
\item Los números son consecutivos comenzando por 1,
en cada llamada al entorno.
\end{enumerate}
```

5.2. Entorno `itemize`

- Cada uno de los *items* son indicados con un símbolo determinado.
- La longitud del texto no tiene límite.

```
\begin{itemize}
\item Cada uno de los \emph{items} son indicados con un
símbolo determinado.
\item La longitud del texto no tiene límite.
\end{itemize}
```

5.3. Entorno `description`

Primero: Parece claro el funcionamiento de este entorno.

Observación: No es un entorno demasiado frecuente.

```
\begin{description}
\item[Primero:] Parece claro el funcionamiento de
este entorno.
\item[Observación:] No es un entorno demasiado frecuente.
\end{description}
```

5.4. Listas anidadas

Las listas anteriores pueden ser incluidas unas dentro de otras, tanto del mismo como de distinto tipo, hasta cuatro niveles de inclusión (por defecto).

El sangrado de párrafo, la distancia entre renglones, etc. está marcado por defecto, aunque puede ser configurado por el usuario.

En el siguiente ejemplo mostramos listas mixtas, con cuatro niveles de inclusión:

- Primer nivel en `itemize`
 1. Primer nivel en `enumerate` (segundo nivel global)
 - Segundo nivel en `itemize` (tercero global)
 - a) Segundo en `enumerate` (cuarto global)
 - b) Segundo elemento del cuarto nivel
 - Vuelta al tercer nivel global (segundo en `itemize`)
 2. Segundo nivel (primero en `enumerate`)
- Primer nivel

```
\begin{itemize}
  \item Primer nivel en {\tt itemize}
  \begin{enumerate}
    \item Primer nivel en {\tt enumerate} (segundo
      nivel global
      \begin{itemize}
        \item Segundo nivel en {\tt enumerate}
          (tercero global)
          \begin{enumerate}
            \item Segundo en {\tt enumerate}
              (cuarto global)
            \item Segundo elemento del cuarto nivel
          \end{enumerate}
        \item Vuelta al tercer nivel global (segundo
          en {\tt itemize})
      \end{itemize}
    \item Segundo nivel (primer en {\tt enumerate})
  \end{enumerate}
  \item Primer nivel
\end{itemize}
```

5.5. Manipulación de etiquetas en el entorno `enumerate`

El estilo de numeración y las etiquetas que señalan cada lista son configurables fácilmente. En el entorno `enumerate`, las etiquetas por defecto son:

1. Etiqueta de primer nivel
2. Etiqueta de segundo nivel
 - a) Etiqueta de segundo nivel
 - b) Etiqueta de segundo nivel
 - 1) Etiqueta de tercer nivel
 - 2) Etiqueta de tercer nivel
 - a' Etiqueta de cuarto nivel
 - b' Etiqueta de cuarto nivel
 - 3) Etiqueta de tercer nivel
 - 4) Etiqueta de tercer nivel
 - c) Etiqueta de segundo nivel
 - d) Etiqueta de segundo nivel
3. Etiqueta de primer nivel
4. Etiqueta de primer nivel

La numeración por defecto en la lista de nivel uno está formada por números arábigos, el nivel dos por letras en minúsculas, el nivel tres son números nuevamente y el cuatro letras con apóstrofe. Cada uno de estas etiquetas puede cambiarse redefiniendo apropiadamente los contadores que los generan. Estos contadores son `enumi`, `enumii`, `enumiii` y `enumiv`.

La representación de estos contadores corresponde a los comandos `\theenumi`, `\theenumii`, `\theenumiii` y `\theenumiv`, uno para cada nivel. mientras que las etiquetas que generan la construcción de tales comandos son `\labelenumi`, `\labelenumii`, `\labelenumiii` y `\labelenumiv`.

Si queremos cambiar este comportamiento por defecto en cualquier nivel, es necesario redefinir ambos comandos, justo antes del inicio del entorno correspondiente. Por ejemplo,

```
\renewcommand{\theenumi}{\Roman{enumi}}
\renewcommand{\labelenumi}{[\textbf{\theenumi}]}
\renewcommand{\theenumii}{\Alph{enumii}}
\renewcommand{\labelenumii}{[\textbf{\theenumi}.\textit{\theenumii}]}
```

El resultado es el siguiente:

- [I] Primer nivel
 - [I.A] Segundo nivel
 - [I.B] Segundo nivel
- [II] Primer nivel

Los comandos que permiten cambiar el estilo de la numeración son `\arabic` (números), `\roman`, `\Roman` (numeración romana, en minúsculas y mayúsculas) y `\alph`, `\Alph` (numeración alfabética, en minúsculas y mayúsculas). Téngase en cuenta que listas alfabéticas con más elementos que letras generará errores en la compilación.

5.6. Manipulación de etiquetas en el entorno `itemize`

- Primer nivel
- Primer nivel
 - Segundo nivel
 - Segundo nivel
 - Tercer nivel
 - Tercer nivel
 - ◇ Cuarto nivel
 - ◇ Cuarto nivel
 - Tercer nivel
 - Tercer nivel
 - Segundo nivel
 - Segundo nivel
- Primer nivel
- Primer nivel

El esquema de etiquetas por defecto en este entorno es `\blacksquare` (■) en el nivel uno, `\textbullet` (●) en el nivel dos, `\circ` (○) en el nivel tres y `\diamond` (◇) en el nivel cuatro. La modificación de estas etiquetas se lleva a cabo redefiniendo los comandos del nivel correspondiente `\labelitemi`, `\labelitemii`, `\labelitemiii` y `\labelitemiv`.

Por ejemplo, para cambiar la etiqueta de nivel uno por un trébol haremos

```
\renewcommand{\labelitemi}{\clubsuit}
```

♣ Primer nivel
♣ Primer nivel

5.6.1. Argumento opcional en el comando `\item`

El argumento opcional del comando `\item` en el entorno `description` está también disponible en los entornos `enumerate` y `itemize`, pudiendo ser utilizado para sobrescribir las marcas automatizadas que generan ambos entornos.

5.7. Ejercicios

- ♣ Usa el entorno apropiado para escribir la siguiente lista.

Cargos electos:

Presidente Sus funciones son ...

Tesorero Se encarga de ...

Vocal Sus funciones son ...

- ♣ Reproduce la siguiente lista.

La familia de los instrumentos de viento incluye:

1. Oboes

2. Saxos

2.1. Saxo tenor

2.2. Saxo alto

2.3. Saxo soprano

2.4. Saxo barítono

3. Clarinetes

- ♣ Escribe la siguiente lista tal y como aparece:

[I] Teide tiene 3710 metros.

En Sierra Nevada:

[II] Mulhacén tiene 3478 metros.

[III] Veleta tiene 3392 metros

[IV] El resto en los Pirineos.

6 Inclusión de Gráficos

6.1. Gráficos en \LaTeX

La inclusión de gráficos en \LaTeX depende hasta cierto punto de la plataforma de uso, y hace que la inclusión de cierto tipo de gráficos sea más dificultosa que otros. Los formatos más recomendables para su uso son el Encapsulated PostScript (EPS) y el formato PostScript (PS). Si usamos PDF \LaTeX , los formatos más comunes son PDF, PNG, JPG o GIF. Los archivos son insertados dentro del fichero \LaTeX mediante el comando

```
\includegraphics{<nombre del fichero>}
```

Para poder usar este comando es preciso cargar el paquete

```
\usepackage{graphicx}
```

que puede llevar como opción algún controlador especial que haga posible la inclusión de otro tipo de formatos no comunes en \LaTeX (p.e. ‘emf’, ‘wmf’, etc.). Este tipo de ficheros no son recomendables para trabajar con \LaTeX .

6.1.1. El comando `\includegraphics`

La sintaxis de este comando es:

```
\includegraphics[<opciones>]{<nombre del fichero>}
```

Las opciones disponibles para `\includegraphics` son:

<code>width</code>	Anchura del gráfico (escalándolo si es necesario).
<code>height</code>	Altura del gráfico (escalándolo si es necesario).
<code>scale</code>	Define un factor de escala a aplicar en ambas direcciones.
<code>angle</code>	Especifica un ángulo de rotación en grados (en sentido positivo).

Ejemplos



```
\includegraphics[width=1.5in]{duck.pdf}
```



```
\includegraphics[width=1in,height=1.5in]{duck.pdf}
```



```
\includegraphics[height=1in,angle=45]{duck.pdf} \includegraphics[angle=45,height=1in]{duck.pdf}
```

6.1.2. Ficheros gráficos

En la sección 1.4 se vió la principal diferencia entre \LaTeX y $\PDF\LaTeX$ en el manejo de objetos gráficos. Si bien los gráficos que usa $\PDF\LaTeX$ son más comunes que los de \LaTeX , la utilidad de *búsqueda inversa* que tienen los archivos generados con \LaTeX hace más cómodo su uso.

Para poder trabajar con gráficos tanto en \LaTeX como $\PDF\LaTeX$ se recomienda usar dos versiones de los ficheros gráficos: una en `.ps` o `.eps`, y otra en `.pdf` ó `.png`, etc, situadas en el mismo lugar. Para no tener que cambiar el código cada vez que compilemos con \LaTeX o $\PDF\LaTeX$ simplemente usaremos la orden `\includegraphics` con el nombre del archivo **sin extensión**. El propio compilador buscará el archivo apropiado en cada caso.

6.1.3. Ubicación de gráficos

Por defecto, \LaTeX busca los archivos gráficos en los directorios predeterminados por \TeX . Además, es posible especificar directorios para la búsqueda de estos archivos mediante el comando `\graphicspath`. La sintaxis es

```
\graphicspath{{dir1/}{dir2/}}
```

6.2. Rotar y escalar objetos

El paquete `graphicx` incluye otros comandos para manipular objetos como

```
\scalebox{2}{\includegraphics{fichero.ps}}
\resizebox{4in}{!}{\includegraphics{fichero.ps}}
\rotatebox{45}{\includegraphics{fichero.ps}}
```

que son equivalentes a

```
\includegraphics[scale=2]{file.eps}
\includegraphics[width=4in]{file.eps}
\includegraphics[angle=45]{file.eps}
```

Sin embargo, los primeros son aplicables a objetos que no son necesariamente archivos gráficos, como por ejemplo



```
\rotatebox{45}{\fbox{\Large
\textcolor{blue}{\LaTeX}}}
```



```
\scalebox{1.5}{\fbox{\Large
\textcolor{blue}{\LaTeX}}}
```



```
\rotatebox{145}{\fbox{\Large
\textcolor{blue}{\LaTeX}}}
```



```
\resizebox{3cm}{0.4cm}{\fbox{\Large
\textcolor{blue}{\LaTeX}}}
```

6.3. Objetos flotantes

La inclusión de figuras puede presentar problemas a la hora de ubicarlas en el texto pues al no poder ser divididas no pueden aparecer en cualquier punto del documento. Para resolver este problema, es necesario tratar este tipo de objetos como *objetos flotantes*, que son situados donde el compilador estima conveniente.

6.4. Creación de figuras flotantes

Las figuras flotantes se crean con el entorno `figure`, en cuyo interior situamos el correspondiente gráfico con `\includegraphics`. La sintaxis del entorno es:

```
\begin{figure} [(posición)]
\centering
\includegraphics{figure.eps}
\caption{(Pie de la figura)}
\label{(etiqueta)}
\end{figure}
```

6.4.1. Características

- Los comandos `\caption` y `\label` son opcionales y sirven para situar una leyenda para la figura, que aparecerá numerada. Dicha numeración se asignará a la etiqueta `\label`. El comando `\label` debe ser situado inmediatamente después del `\caption`.
- Si el comando `\caption` no aparece se crea una figura sin numerar.
- El comando `\listoffigures` (normalmente situado al inicio del documento) genera una lista con todas las figuras incluidas en el documento.
- El comando `\caption` puede llevar un argumento opcional que especifica el texto que aparecerá en la Lista de Figuras. En caso de no aparecer, dicho texto es el mismo que el argumento obligatorio del comando. Por ejemplo,

```
\caption[Texto para la lista]{Pie de la figura}
```



Figura 1: Ejemplo de figura

6.5. Posicionamiento de Figuras

La posición en la que la figura aparece en el texto está determinada por el argumento opcional que puede ser una (o más de una) de las siguientes letras *h*, *t*, *b*, *p*.

-
- h* Sitúa la figura allí donde aparece el entorno. Esta opción no puede ser ejecutada siempre, pues es posible que el gráfico no entre en el espacio de página que reste.
 - t* Sitúa la figura en la parte superior de la página.
 - b* Sitúa la figura en la parte inferior de la página.
 - p* Sitúa la figura en una página separada.
-

Si no se especifica la posición, el compilador toma por defecto la secuencia `[tbp]`.

Cuando se incluye una figura flotante, \LaTeX leerá la figura y la tendrá en memoria hasta que encuentre una posición que considere adecuada para incluirla en el texto. En ciertos casos es posible que el compilador tenga en memoria un número considerable de objetos sin procesar, que pueden dar lugar a colapsar la compilación y se obtenga un error. Para evitar esta situación (en general, muy improbable) se usa el siguiente comando

```
\clearpage
```

6.6. El paquete subfig

El paquete `subfig` permite introducir figuras con más de un gráfico, y pies de figuras personalizados, como el que sigue:

El ejemplo anterior se ha realizado con el código

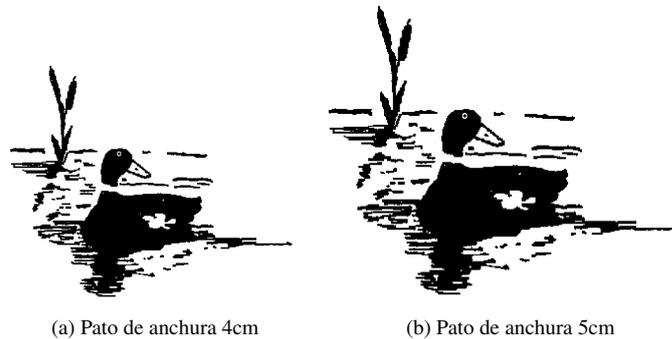


Figura 2: Varias figuras en una

```

\begin{figure} [h]
  \centering
  \subfloat [Pato de anchura 4cm] {
    \includegraphics [width=4cm] {duck} }
  \subfloat [Pato de anchura 5cm] {
    \includegraphics [width=5cm] {duck} }
  \caption {Varias figuras en una}
\end{figure}

```

6.7. Ejercicios

- ♣ Abre el ejemplo04.tex e introduce las órdenes adecuadas para que compile correctamente. Introduce en mitad del texto centrado el archivo gráfico `calendar` de manera que pueda compilarse tanto con \LaTeX como $\text{PDF}\LaTeX$ sin necesidad de modificar el código fuente.
- ♣ En párrafo correspondiente del texto, haz que la imagen `cesar` aparezca como una nota al margen.
- ♣ Introduce la imagen `calendar` como un objeto flotante, con dimensiones $5\text{cm} \times 7\text{cm}$ y rotada un ángulo de 90 grados.
- ♣ Escribe lo siguiente al comienzo del texto

Calendario gregoriano
Calendario juliano
Calendario perpetuo

(Indicación: usa una anchura igual a `\textwidth`).

Calendario Calendario
 Calendario
 Calendario

7 Tablas

7.1. El entorno `tabular`

Las tablas son construcciones alineadas que, en principio, no pueden aparecer en más de una página. El entorno para producir tales construcciones es `tabular`, cuya sintaxis es:

```
\begin{tabular} [⟨posición⟩] {⟨colocación⟩}  
filas  
\end{tabular}
```

El significado de los argumentos es el siguiente:

posición Posición vertical de la tabla respecto de la línea base. Puede tomar los valores

t la línea superior de la tabla se alinea con la línea base

b la línea inferior de la tabla se alinea con la línea base

Si no aparece el parámetro, se centrará respecto de la línea base.

colocación Alineación de las columnas. Debe aparecer una entrada por cada columna de la tabla además de entradas opcionales para delimitar los bordes entre cada columna. Los formatos posibles para cada columna son

l alineación a la izquierda

c la columna aparecerá centrada

r alineación a la derecha

p{wd} elemento tipo párrafo. El texto aparecerá en un párrafo de anchura *wd*, con la línea superior alineada con las otras columnas

***{num}{cols}** abreviación para repetición de formato. Por ejemplo,

`*{3}{c}` es equivalente a `ccc`.

Los elementos para separación de columnas son:

| dibuja una línea vertical

|| dibuja dos líneas verticales próximas

@{texto} inserta *texto* entre dos columnas. Útil para cuando los valores de una misma columna deben estar separados por una marca determinada (guión, punto decimal, etc.). La expresión `@{texto}` elimina el espacio automático que se pone entre cada columna y lo sustituye por el de *texto*. Si se necesita espacio blanco extra, debe ser explícitamente incluido.

7.2. Filas

Cada una de las filas tendrá la estructura siguiente

```
Elemento1 & Elemento2 & \cdots & ElementoN \\
```

Es decir, el símbolo `&` se utiliza para separar dos columnas consecutivas, y el comando `\\` para separar una fila de la siguiente. Todas las filas, salvo la última debe ser finalizada con este comando.

Otros comandos son:

\hline

este comando dibuja una línea horizontal entre fila y fila. Debe aparecer sólo antes de la primera fila, o justo a continuación de `\\`. Dos comandos `\hline` dibujan dos líneas con un pequeño espacio entre ellas.

\cline{n - m}

como el comando `\hline`, dibuja una línea horizontal entre la columna n hasta la columna m . Sólo puede aparecer detrás de `\\` y puede haber más de uno.

\vline

este comando dibuja una línea vertical en la línea en la que aparece de altura correspondiente a la fila en la que se encuentra.

\multicolumn{ {número} } {col} {texto}

engloba un número de columnas dado por *número* bajo una columna simple cuya anchura corresponde a las que engloba, con formato dado en *col* y con el contenido de *texto*.

7.3. Ejemplos

Tabla con números		
uno	dos	tres
cuatro	cinco	seis
siete	ocho	nueve
diez	once	doce
trece	catorce	

```
\begin{tabular}{|l|c|r|}
\hline
\multicolumn{3}{|c|}{Tabla con números}\\
\hline
uno & dos & tres \\
\hline \hline
cuatro & cinco & seis \\
\cline{1-2}
siete & ocho & nueve \\
\cline{2-3}
diez & once & doce \\
\cline{1-2}
trece & \multicolumn{2}{c}{catorce} \\
\hline
\end{tabular}
```

País	Total	Indígenas	Porcentaje
Bolivia	6,9	4,9	71
Guatemala	8,0	5,3	66
Perú	20,0	9,3	47
Ecuador	9,5	4,15	43

```
\begin{tabular}{|lrrc|}
\hline
Bolivia & 6,9 & 4,9 & 71 \\
\hline
...
Ecuador & 9,5 & 4,15 & 43 \\
\hline
\end{tabular}
```

Tablas con objetos fijos:

Estados Unidos	4,7	0,15
España	1,82	0,25
Francia	3,4	0,6

```
\begin{tabular}{|l|r@{,}l|r|}
\hline
Estados Unidos & 4 & 7 & 0,15 \\
\hline
...
\end{tabular}
```

Capítulo 1:	Temas 1-8
Capítulo 2:	Temas 9-11
Capítulo 3:	Temas 12-20

```
\begin{tabular}{|@{\textbf{\ Capítulo }}r%
@{: \quad Lecciones }r\%
@{\thisspace-\thinspace}l@{\ }|}
\hline
\textbf{1} & 1 & 8\\
\textbf{2} & 9 & 11\\
\textbf{3} & 12 & 20\\
\hline
\end{tabular}
```

Tablas con párrafos:

Esto es un párrafo insertado dentro de la celda de una tabla	El uso de larguísimas y absolutamente eternas palabras crea un mal efecto
	bienaventurado

```
\begin{tabular}{|p{3cm}|p{1.6cm}|}
\hline
Esto es un ... & El uso de ...
...
\end{tabular}
```

Para evitar la justificación a ambos lados están los comandos `\raggedright` (justificación a derecha), `\raggedleft` (izquierda) o `\centering`

Por otra parte, \LaTeX nunca divide la primera palabra de un párrafo, de modo que es necesario iniciar el párrafo con algo (un espacio vacío, por ejemplo).

El ejemplo anterior se puede corregir del siguiente modo

Esto es un párrafo insertado dentro de la celda de una tabla	El uso de larguísimas y absolutamente eternas palabras crea un mal efecto
	bienaventurado

```
\begin{tabular}{|p{3cm}|p{1.6cm}|}
\hline
\raggedright Esto es un ... &
\raggedright El uso de ...mal efecto
\tabularnewline
\hline
& \hspace{0cm}bienaventurado \\
\hline
\end{tabular}
```

Obsérvese cómo se ha usado el comando `\tabularnewline` en lugar de `\`. Ambos son equivalentes, pero en este caso el segundo produce mensajes de error que son evitados con el primero.

7.4. Parámetros de estilo

El estilo de las tablas está definido por defecto por \LaTeX , y puede ser cambiado, globalmente en el preámbulo, o de forma local, no dentro del entorno.

- `\tabcolsep` corresponde a la mitad de la anchura del espacio insertado entre dos columnas.
- `\arrayrulewidth` es el grosor de las líneas que conforman la tabla.
- `\doublerulesep` es la separación entre las líneas dobles.

Para modificar estos parámetros de estilo usamos las siguientes declaraciones:

```
\setlength\tabcolsep{<dimensión>}
\setlength\arrayrulewidth{<dimensión>}
\setlength\doublerulesep{<dimensión>}
```

- `\arraystretch` modifica la distancia entre las filas. Se trata de un factor multiplicativo, de modo que el valor estándar corresponde a 1, y un valor de 1.5 aumenta un 50% la distancia.

Para modificar este valor usamos la declaración:

```
\renewcommand{\arraystretch}{<factor>}
```

7.5. Tablas como objetos flotantes

Al igual que las figuras, las tablas no deberían (salvo excepciones) ser separadas en más de una página, por lo que su ubicación debería ser determinada por el compilador. Para tratar las tablas como un objeto flotante disponemos del entorno `table`, cuya sintaxis es

```
\begin{table}
Entorno tabular
\caption{Pie de la tabla}
\label{etiqueta}
\end{table}
```

El comando `\listoftables` generará un índice con las tablas introducidas.

7.6. Tablas de longitud superior a una página

El entorno `tabular` produce un error si la tabla debe aparecer en más de una página diferente. Para producir tablas de longitud superior disponemos del paquete `longtable`.

El entorno `longtable` es similar al entorno `tabular` y además admite los parámetros opcionales siguientes:

- c** La tabla es alineada al centro.
- l** La tabla es alineada a la izquierda.
- r** La tabla es alienada a la derecha.

Si no se especifica nada, la posición se alinea en función del valor de `\Lleft` y `\Lright`.

7.6.1. Ejemplo

Tabla 6: Una tabla muy larga

Esta parte aparecerá en la parte superior		
PRIMERO ¹	SEGUNDO	*TERCERO
Esta tabla es un	ejemplo	* 1
del uso del entorno <code>longtable</code> .	Recuérdese	* 2
la necesidad de cargar	el paquete	* 3
con <code>\usepackage{longtable}</code>		* 4
Esta línea es la última de cada página		

¹ Es posible poner una nota al pie en la cabecera de la tabla usando `\footnotemark` y `\footnotetext`.

Tabla 6: (continuación)

Esta parte aparecerá en la parte superior de la continuación			
Primero	Segundo	*	Tercero
La estructura de las filas que en el entorno	es la misma	*	5
	<code>tabular</code>	*	6
El comando <code>\[.5cm]</code> tiene	el efecto	*	7
habitual		*	8
Téngase en cuenta que un párrafo completo como éste no se romperá en varias páginas		*	9
El párrafo anterior ha hecho uso	del	*	10
comando <code>\centering</code>		*	11
Aquí viene otra línea	Número	*	12
Aquí viene otra línea	Número	*	13
Aquí viene otra línea	Número	*	14
Aquí viene otra línea	Número	*	15
Aquí viene otra línea	Número	*	16
Aquí viene otra línea	Número	*	17
			<i>Últimas líneas</i>
<i>de la tabla</i>			

ha sido creado con:

```

\begin{longtable} { |p{2.5in}||p{1in}@{*}c| }
\caption{Una tabla muy larga\label{long}} \\
\hline\hline
\multicolumn{3} { |c| } { Esta parte aparecerá en la parte superior }
\hline
\raggedleft \textsc{Primero}\footnotemark & \textsc{Segundo}
& \textsc{Tercero} \\ \hline\hline
\endfirsthead
\caption{(continuación)} \\ \hline\hline
\multicolumn{3} { |c| } { Esta parte aparecerá en la parte superior de la continuación }
\\ \hline
\raggedleft \textbf{Primero}&\textbf{Segundo}&\textbf{Tercero} \\ \hline\hline
\endhead
\hline
\multicolumn{3} { |r| } { \small Esta línea es la última de cada página } \\
\hline
\endfoot
\hline
\multicolumn{3} { |r| } { \emph{Últimas líneas} } \\
\multicolumn{3} { |l| } { \emph{de la tabla} } \tabularnewline
\hline \endlastfoot
\footnotetext { Es posible poner una nota al pie en la cabecera ... }
\raggedleft Esta tabla es un ejemplo & 1 \\
\raggedleft del uso del entorno longtable. & Recuérdese & 2 \\
\raggedleft la necesidad de cargar & el paquete & 3 \\
...
Aquí viene otra línea & Número & 19 \\
\hline
\end{longtable}

```

7.7. Los paquetes `tabularx` y `multirow`

El paquete `tabularx` es una mejora del entorno `tabular` para la inclusión de párrafos en las celdas de una tabla, permitiendo determinar previamente el ancho de la tabla. La diferencia principal es que este entorno modifica el ancho de las columnas en lugar del espacio entre ellas. La declaración es

```
\begin{tabularx}{<anchura>}{<colocación>}
filas
\end{tabularx}
```

En este caso, el argumento `colocación` permite un nuevo tipo de columna, `X`, que será convertida a una columna tipo párrafo de la anchura que el compilador estime conveniente.

Este paquete también permite introducir un nuevo tipo de columna que tenga el ajuste de párrafo deseado. La sintaxis es

```
\newcolumnntype{Y}{>{\centering\arraybackslash}X}
```

que da lugar a una columna tipo `X` con formato centrado.

Aquí vemos un ejemplo:

Entrada multicolumna		CUATRO
uno	dos	La columna tres tendrá el mismo ancho que la columna dos, tal y como determine el compilador.

```
\newcolumnntype{Y}{>{\centering\arraybackslash}X}
\begin{tabularx}{7cm}{|c|X|Y}
\hline
\multicolumn{2}{|c|}{Entrada multicolumna} & CUATRO \\ \hline
uno & dos & La columna tres tendrá el mismo
ancho que la columna
dos, tal y como determine el compilador.
\\ \hline
\end{tabularx}
```

7.7.1. Multirow

El paquete `multirow` permite extender varias filas en una tabla. La sintaxis es

```
\multirow{<nfilas>}{<anchura>}[<ajuste>]{<texto>}
```

que expande el `texto` en `nfilas` con una `anchura` prefijada.² El parámetro opcional `ajuste` es una longitud que subirá (o bajará si es negativo) el texto.

² Se puede poner el parámetro `*` en lugar de la anchura, para adaptarse al ancho natural del texto.

Aquí viene un texto muy largo	Columna 2a
	Columna 2b
	Columna 2c
	Columna 2d
Más texto en esta fila	Columna 2a
	Columna 2b
	Columna 2c
	Columna 2d

```

\begin{tabular}{|c|c|}
\hline
\multirow{4}{*}[-.5cm]{Aquí viene un texto muy largo}
& Columna 2a \\
& Columna 2b \\
& Columna 2c \\
& Columna 2d \\
\hline
\multirow{4}{1cm}{Más texto en esta fila}
& Columna 2a \\
& Columna 2b \\
& Columna 2c \\
& Columna 2d \\
\hline
\end{tabular}

```

7.8. Ejercicios

- ♣ Construir la siguiente tabla:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Hombres	324	123	250	210
Mujeres	143	243	286	222

- ♣ Construir la siguiente tabla sin escribir h y m en cada celda.

Salida	6h 00m
Control 1	6h 45m
Control 2	7h 15m

- ♣ Reproducir las siguiente tabla:

TERCER CURSO (79,5 créditos)	
Primer Cuatrimestre	Segundo Cuatrimestre
Sistemas y Señales (6)	Máquinas Eléctricas (6)
Introducción a la Electrónica (7,5)	Mecánica de los Medios Continuos (6)
Teoría de Máquinas (6)	OPTATIVAS (24) (4 asignaturas)
Mecánica de Fluidos (6)	
Economía Industrial (6)	
OPTATIVA (6)	
Libre Configuración (6)	

8 Cajas

8.1. Longitudes

En la sección 3.9.3 hemos visto las ordenes `\vspace{⟨longitud⟩}` y `\hspace{⟨longitud⟩}` que permiten añadir espacio vertical u horizontal a nuestro texto. El parámetro **longitud** puede darse de múltiples formas, como veremos en esta sección.

En \LaTeX existen dos tipos de longitudes: *rígidas* y *elásticas*. Los valores rígidios son valores precisos que \LaTeX respeta, mientras que los valores elásticos poseen cierta holgura que el compilador usa para adaptar la composición.

Entre los valores rígidios, \LaTeX usa longitudes absolutas, o longitudes relativas a la fuente en uso. Las siguientes corresponden a las longitudes válidas en \LaTeX :

Longitud	Descripción	
sp	Unidad más pequeña: 1 mm=186712 sp	
pt	Punto: 1 pt=0,351 mm	
mm	Milímetro: 1 mm = 2,845 pt	-
cm	Centímetro: 1 cm = 28,45 pt	_____
in	Pulgada: 1 in = 25,4 mm = 72,27 pt	_____
ex	Altura de una 'x'	
em	Anchura de una 'M':	—

de las cuales, las tres últimas dependen del tamaño de la fuente.

Los comandos `\bigskip`, `\medskip`, etc. son longitudes elásticas que \LaTeX puede modificar según un rango. Por ejemplo, el comando `\bigskip` se define como

```
\vspace{12pt plus 4pt minus 4pt}
```

lo cual indica que el espacio vertical asignado es de 12pt pero puede ser aceptable cualquier longitud entre 8pt y 16pt.

La modificación de longitudes se puede llevar a cabo con los comandos

```
\setlength{⟨nombre de la longitud⟩}{⟨valor⟩}  
\addtolength{⟨nombre de la longitud⟩}{⟨valor⟩}
```

El primero asigna a la longitud el valor dado (rígido o elástico), mientras que el segundo incrementa la longitud según el valor dado.

8.2. Cajas

Las cajas constituyen el elemento básico con el que trabaja \LaTeX internamente.

Cada elemento de composición del texto (un carácter, una línea, un párrafo, una página) es una caja, que tiene un punto de referencia que sirve para alinear las cajas a lo largo de una línea base, una anchura (`\width`), una altura (`\height`) y una profundidad (`\depth`), que corresponde a la longitud que sobrepasa a la línea base. La suma de `\height` y `\depth` está guardada en `\totalheight`.

Los comandos más comunes para construir cajas son

```

\mbox{<texto>}
\makebox[<anchura>][<posición>]{<texto>}
\fbox{<texto>}
\framebox[<anchura>][<posición>]{<texto>}
\frame{<texto>}

```

Los comandos `\mbox` y `\fbox` crean una caja que contiene al texto, encerrando el segundo el material en un rectángulo. Por ejemplo, `\fbox{estas palabras}` genera estas palabras mientras que `\mbox` hace lo mismo, pero sin rodear el texto con un rectángulo.

Los comandos `\makebox` y `\framebox` son una extensión de los anteriores, produciendo una caja de anchura dada y colocando el texto en una posición determinada. El ancho puede ser una longitud cualquiera, mientras que la posición puede tomar los valores `l`, `r`, `c` y `s`, que corresponden respectivamente a izquierda, derecha, centro y «estirado a lo ancho». Los siguientes ejemplos aclararán el comportamiento:

algunas palabras

algunas palabras

algunas palabras

algunas palabras

```

\makebox[5cm]{algunas palabras}
\framebox[5cm][r]{algunas palabras}
\makebox[5cm][l]{algunas palabras}
\framebox[5cm][s]{algunas palabras}

```

Observad estos ejemplos

Observad estos ejemplos

Observad estos ejemplos

Observad estos ejemplos

```

\framebox{Observad estos ejemplos}
\framebox[\width+4mm][s]{Observad estos ejemplos}
\framebox[1.5\width]{Observad estos ejemplos}
\framebox[.5\width][l]{Observad estos ejemplos}

```

♣ Para situar algún símbolo fuera de la línea, como en ésta, podemos usar una caja de anchura nula. Este párrafo ha sido producido con

```

\noindent\makebox[0mm][r]{\clubsuit\enspace}%
Para situar algún símbolo fuera de ...

```

Los comandos que controlan el funcionamiento de la raya con la que se dibuja el marco de las cajas son

`\fboxrule` Controla la anchura de la línea (el valor por defecto es 0.4pt).

`\fboxsep` Controla el espacio entre el contenido de la caja y el rectángulo. El valor por defecto es 0pt. En los ejemplos anteriores ha sido puesto a 6pt.

Texto con separación 0pt

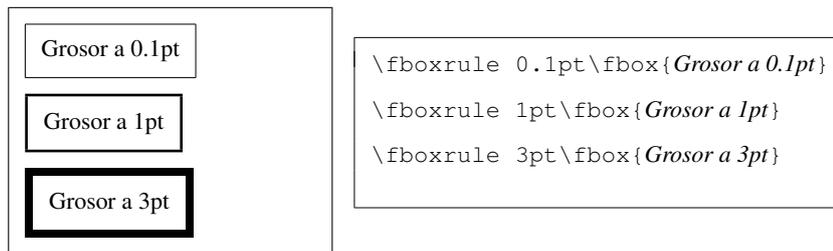
Texto con separación 3pt

Texto con separación 6pt

```

\fboxsep 0pt \fbox{Texto con separación 0pt}
\fboxsep 3pt \fbox{Texto con separación 3pt}
\fboxsep 6pt \fbox{Texto con separación 6pt}

```



8.3. Cajas tipo párrafo

Para obtener un buen resultado con las cajas usadas anteriormente es conveniente que el texto no sobrepase el ancho de línea fijado. Para usar cajas con un mayor contenido de texto existen las cajas tipo párrafo, que se construyen con el comando `\parbox` o con el entorno `minipage`.

El material es impreso como un párrafo dentro de una caja de anchura *width*, y posicionado respecto de la línea base según el parámetro *posición* que puede tomar los valores *c*, *t* o *b*, para alineación central, superior o inferior. Hay otros dos argumentos optativos (que exigen que todos los parámetros optativos se utilicen) que son *alto* y posición relativa, que se refieren a la altura de la caja, y a la posición en altura dentro de la caja. La sintaxis de las órdenes son

```
\parbox[<posición>][<alto>][<posrel>]{<width>}{<texto>}
```

```
\begin{minipage}[<posición>][<alto>][<posrel>]{<width>}
Texto
\end{minipage}
```

Esta es una caja cuya longitud de línea equivale al 30% de la longitud de la línea en curso.

línea base

Las cajas tipo párrafo son tratadas por el compilador como si fueran un único carácter, alineándose en función del parámetro de posición opcional, que por defecto es *c*, es decir, centrado.

Estas cajas han sido generadas del siguiente modo:

```
\parbox[b]{.3\linewidth}
{Esa es una caja ... en curso.}
\hfill línea base \hfill
\parbox{.3\linewidth}
{Las cajas tipo ... decir, centrado.}
```

El entorno `minipage` funciona como una auténtica página en la que es posible incluir casi cualquier construcción `LATEX` estándar. En el siguiente ejemplo, la línea roja marca la línea base

```

\begin{minipage}[b]{.3\linewidth}
El entorno \emph{minipage} funciona casi como
el comando \emph{parbox}. La línea
base está alineada con
\end{minipage}\hrulefill
\begin{minipage}[c]{.3\linewidth}
la mitad de este párrafo estrecho, que
a su vez
\end{minipage}\hrulefill
\begin{minipage}[t]{.3\linewidth}
se alinea con la línea superior de la
minipágina de la parte derecha. Es conveniente
que el estudiante practique con diferentes alineaciones.
\end{minipage}

```

El entorno *minipage* funciona casi como el comando *parbox*. La línea base está alineada con — la mitad de este párrafo estrecho, que a su vez — se alinea con la línea superior de la minipágina de la parte derecha. Es conveniente que el estudiante practique con las diferentes alineaciones.

Se pueden elaborar cajas más sofisticadas como las del siguiente ejemplo:

Esta minipágina tiene una altura de tres centímetros, que es superior a la altura del texto que contiene.

Ésta tiene la misma altura, pero el texto está verticalmente centrado.

Es evidente que aquí, el texto ha sido alineado con la base.

Las cajas anteriores han sido hechas del siguiente modo

```

{ \fboxsep 12pt \fboxrule 1pt
\fbox{%
\begin{minipage}[b][3cm][t]{2cm}
Esta minipágina tiene
:
texto que contiene.
\end{minipage}}\hrulefill
\fbox{%
\begin{minipage}[b][3cm][c]{2cm}
Ésta tiene la ... centrado.
\end{minipage}}\hrulefill
\fbox{%
\begin{minipage}[b][3cm][b]{2cm}
Es evidente que ... con la base.
\end{minipage}}
}

```

8.4. Rellenando espacio entre cajas

La separación producida entre las cajas de los ejemplos anteriores ha sido hecha con comandos tales como

```
\hfill \dotfill \hrulefill \vfill
```

que rellenan espacio entre objetos, sin necesidad de especificar exactamente dicho espacio. El funcionamiento de estos comandos se describe a continuación:

\hfill insertado entre dos objetos situadas en una misma caja con anchura fijada (una línea, por ejemplo), introduce un espacio vacío hasta conseguir que aparezcan separados entre sí lo máximo que permita la anchura de la caja.

\hrulefill Igual que `\hfill` pero en lugar de un espacio en blanco introduce una raya horizontal.

\dotfill Igual que los anteriores, pero introduciendo una línea de puntos.

\vfill Las mismas características que `\hfill` pero aplicado a espacios verticales.

Principio	Fin
Principio _____	Fin
Principio	Fin
Abajo	

```
\begin{minipage}[c][3cm][c]{.4\linewidth}
Principio \hfill Fin \\
Principio \hrulefill\ Fin \\
Principio \dotfill \ Fin \\
\vfill \centering{Abajo}
\end{minipage}
```

8.5. Mover cajas verticalmente

Otra posibilidad interesante la constituye el comando `\raisebox` que permite levantar o bajar el contenido de la caja desde la línea base. La sentencia de uso es:

```
\raisebox{<elevación>}[<prof>][<altura>]{<contenido>}
```

línea base	arriba	línea base	abajo	línea base
------------	--------	------------	-------	------------

Este ejemplo ha sido realizado con

```
\framebox{línea base \raisebox{1ex}{arriba}
línea base \raisebox{-1ex}{abajo} línea base}
```

8.6. Cajas coloreadas

El comando `\fcolorbox` produce cajas recuadradas con un color de fondo (precisa el paquete `xcolor`). Su funcionamiento es

```

{ \fboxsep 12pt \fboxrule 2pt
\fcolorbox{green}{blue}{
\begin{minipage}[c][3cm][b]{5cm}
  Esta minipágina tiene
  :
  texto que contiene.
\end{minipage}}\hfill
}

```

Esta minipágina tiene una altura de tres centímetros, que es superior a la altura del texto que contiene.

8.7. Ejercicios

- ♣ Reproducir las siguientes cajas:

Pon tu nombre aquí

Pon tu nombre aquí

- ♣ Cómo escribirías lo siguiente:

A.....A

- ♣ Reproducir la siguiente caja (con el rectángulo exterior incluido)

Las abejas, en virtud de una cierta intuición geométrica, saben que el hexágono es mayor que el cuadrado y que el triángulo, y que podrá contener más miel con el mismo gasto de material.

- ♣ Reproduce lo siguiente tal y como aparece.

Mejor que de nuestro juicio, debemos fiarnos del cálculo algebraico.

Defiende tu derecho a pensar, porque incluso pensar de manera errónea es mejor que no pensar.

9 Referencias cruzadas en L^AT_EX

9.1. ¿Qué son las referencias cruzadas?

Es habitual en los documentos científicos hacer referencias a partes del documento como capítulos, secciones, fórmulas, tablas, figuras, etc. Cada uno de estos elementos es numerado automáticamente por L^AT_EX por orden de aparición, pero si queremos hacer una referencia a alguno de ellos, no es necesario conocer dicho número.

El procedimiento consiste en *etiquetar* el entorno en cuestión, de manera que el compilador almacena el número de referencia para un posterior uso.

Por ejemplo, la sección inicial de este capítulo (Sección 9.1) ha sido etiquetada del siguiente modo

```
\section{¿Qué son las referencias cruzadas}\label{sec:intro}
```

y la referencia de la línea anterior ha sido producida con

```
... inicial de este capítulo (Sección~\ref{sec:intro}) ha sido etiquetada ...
```

La etiqueta `\label{sec:intro}` no es necesario que siga inmediatamente al argumento de `\section`, es decir, puede ser situada en cualquier parte de la sección, pero no debe interferir con otro elemento susceptible de numeración.

La primera vez que se compila el fichero que contiene referencias cruzadas, (p.e. `fichero.tex`) la información sobre las referencias es almacenada en el fichero `fichero.aux` y al final de la compilación L^AT_EX imprime un *Warning* en cada referencia que encuentra. Una segunda compilación sobre el documento pondrá las referencias correctamente.

La clave con la que nombramos una etiqueta puede ser cualquier secuencia de letras, dígitos o caracteres de puntuación, teniendo en cuenta que L^AT_EX distingue entre mayúsculas y minúsculas.

9.2. Entornos referenciables

9.2.1. Listas

Además de la numeración de capítulos o secciones, cada elemento de un entorno `enumerate` puede ser etiquetado añadiendo el correspondiente comando `\label` a cada entrada `\item`. Por ejemplo,

```
En el silogismo clásico
\begin{enumerate}
\item Todos los hombres son mortales.\label{pre1}
\item Sócrates es un hombre.\label{pre2}
\item Por tanto, Sócrates es mortal.\label{con}
\end{enumerate}
Las afirmaciones (\ref{pre1}) y (\ref{pre2})
son las premisas y (\ref{con}) es la conclusión.
```

genera la siguiente salida

En el silogismo clásico

1. Todos los hombres son mortales.
2. Sócrates es un hombre.
3. Por tanto, Sócrates es mortal.

Las afirmaciones (1) y (2) son las premisas y (3) es la conclusión.

9.2.2. Elementos flotantes

Las figuras y tablas pueden ser también referenciadas teniendo cuidado en situar el comando `\label` justo después del comando `\caption` o incluso dentro de su argumento, como en el ejemplo mostrado a continuación:

```
\begin{table}[h]
\begin{center}
\begin{tabular}{|c|c|c|c|}
\hline
Valor de  $x$  & 1 & 2 & 3\\
\hline
Valor de  $y$  & 1 & 8 & 27\\
\hline
\end{tabular}
\caption{Valores observados de  $x$  e  $y$ }\label{tabxy}
\end{center}
\end{table}
Dos posibles relaciones entre  $x$  e  $y$  que satisfacen
los datos de la Tabla\ref{tabxy} son  $y=x^3$  e
 $y=6x^2-11x+6$ 
```

da lugar a la siguiente tabla:

Valor de x	1	2	3
Valor de y	1	8	27

Tabla 8: Valores observados de x e y

Dos posibles relaciones entre x e y que satisfacen los datos de la Tabla 8 son $y = x^3$ e $y = 6x^2 - 11x + 6$

Las referencias cruzadas son perfectamente válidas para referencias futuras, como puede verse en la siguiente sección (Subsección 9.2.3)

9.2.3. Matemáticas

En los documentos con contenido matemático abundan las referencias, ya sea a fórmulas, figuras, teoremas, etc. El proceso de etiqueta es igual al hecho anteriormente: es necesario incluir el comando `\label` dentro del entorno correspondiente.

Si hemos definido el entorno `\newtheorem{thm}{Teorema}`, entonces

```
\begin{thm}\label{diffcon}
Toda función diferenciable es continua.
\end{thm}
```

proporciona

Teorema 4 *Toda función diferenciable es continua.*

de modo que es posible referenciarlo del siguiente modo:

El recíproco del Teorema 4 es falso.

producido con

```
El recíproco del Teorema~\ref{diffcon} es falso.
```

En ecuaciones:

```
\begin{equation}\label{sumsq}
(x+y)^2=x^2+2xy+y^2
\end{equation}
Cambiando $y$ por $-y$ en
(\ref{sumsq}) resulta \ldots
```

$$(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2 \quad (18)$$

Cambiando y por $-y$ en (18) resulta ...

El paquete `amsmath` permite usar el comando `\eqref` en lugar de `\ref` para referenciar una ecuación, con la diferencia de que el primero imprime automáticamente los paréntesis alrededor del número.

9.2.4. Referenciando páginas

En lugar de hacer referencia al número de tabla o de ecuación, a menudo es más útil dar la numeración de la página donde se encuentra dicho objeto. El comando

```
\pageref{<etiqueta>}
```

imprime el número de la página en la que se encuentra `\label{<etiqueta>}`. Por ejemplo,

```
véase la Tabla~\ref{tabxy} en la página~\pageref{tabxy}
```

produce

véase la Tabla 8 en la página 61

9.3. Cambiando contadores

Cada uno de los elementos susceptibles de numeración tiene asignado un *contador* que almacena el número en cuestión. El nombre del contador es el mismo que el del elemento a referenciar, así el contador que almacena el número del capítulo es `chapter`, el de las ecuaciones `equation`, etc. Es posible manipular la forma en la que se representa un contador del siguiente modo:

```
\renewcommand{\theequation}{\Alph{equation}}
```

que cambia la numeración habitual de las ecuaciones por numeración alfabética en mayúsculas.

Existen una serie de comandos que alteran los valores de los contadores, y que permiten manipularlos. Estos son:

```
\setcounter{<contador>}{<valor>}
```

que asigna un valor al contador, con independencia del valor que tuviera antes,

```
\addtocounter{<contador>}{<valor>}
```

que incrementa el valor que en ese momento tuviera el contador. Este incremento puede ser negativo o positivo.

9.4. Paquetes adicionales

9.4.1. El paquete hyperref

Este paquete hace que las referencias cruzadas en un texto sean interactivas, es decir, que se pueda navegar por el texto en pantalla haciendo click sobre las referencias, saltando de una a otra. Es conveniente que el paquete sea cargado en último lugar para asegurar su correcto funcionamiento, y que no entre en conflicto con otros. El paquete admite una gran cantidad de opciones que se pueden especificar a través del comando

```
\hypersetup{opciones}
```

Entre las más habituales están

```
\hypersetup{colorlinks=true,linkcolor=Blue}
```

que resalta los *links* presentes en el texto.

9.4.2. El paquete showkeys

Este paquete se encarga de mostrar las etiquetas utilizadas con el comando `\label` y `\ref` con objeto de facilitar las referencias cuando son abundantes. Existen algunas opciones para mejorar su manejo, por ejemplo

```
\usepackage[notref,color]{showkeys}
```

que escribe dichas etiquetas en gris (para no alterar excesivamente el texto principal) y que no imprime las etiquetas generadas con `\ref`.

10 Aspectos globales del documento

10.1. Parámetros de una página

Una página en \LaTeX está construida a partir de varios elementos: el encabezamiento o cabecera, el cuerpo central y el pie (que no debe confundirse con la zona reservada a las notas a pie de página que forman parte del cuerpo). En las Figuras 3 y 4 se muestran los diferentes parámetros de una página impar y par, respectivamente, en un documento a dos caras. A continuación exponemos una breve descripción de estos parámetros

<code>\hoffset</code>	Define el borde izquierdo de impresión + 1in.
<code>\oddsidemargin</code>	Denota el margen izquierdo de una página impar.
<code>\evensidemargin</code>	Denota el margen izquierdo en una página par. Si la opción <code>twoside</code> no ha sido seleccionada, <code>\oddsidemargin</code> y <code>\evensidemargin</code> son iguales.
<code>\textwidth</code>	Anchura del texto.

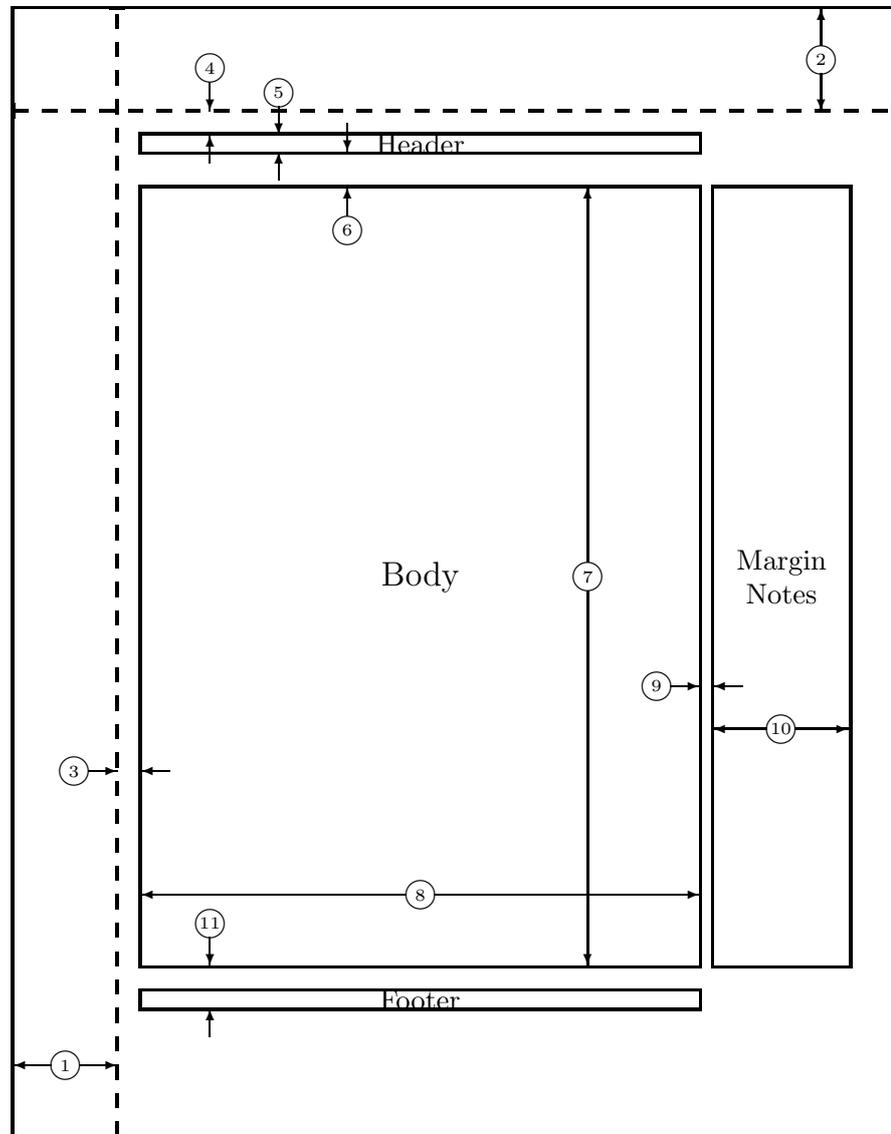
<code>\voffset</code>	Define el borde superior de impresión + 1in.
<code>\topmargin</code>	Espacio entre el <i>offset</i> vertical y la cabecera.
<code>\headheight</code>	Altura de la cabecera.
<code>\headsep</code>	Distancia entre la base de la cabecera y el cuerpo.
<code>\textheight</code>	Altura del cuerpo central.

<code>\footskip</code>	Distancia entre el cuerpo central y el pie.
<code>\footheight</code>	Altura del pie.

<code>\marginparsep</code>	Separación entre el cuerpo y el margen para las notas.
<code>\marginparwidth</code>	Anchura del margen para las notas.
<code>\marginparpush</code>	Separación vertical mínima entre dos notas al margen.
<code>\parskip</code>	Espacio vertical entre dos párrafos.
<code>\parindent</code>	Anchura de la sangría de comienzo de párrafo.
<code>\topsep</code>	Espacio vertical extra que se añade a <code>\parskip</code> por encima y por debajo de las listas.
<code>\itemsep</code>	Espacio vertical extra que se añade a <code>\parskip</code> entre dos elementos de una lista.

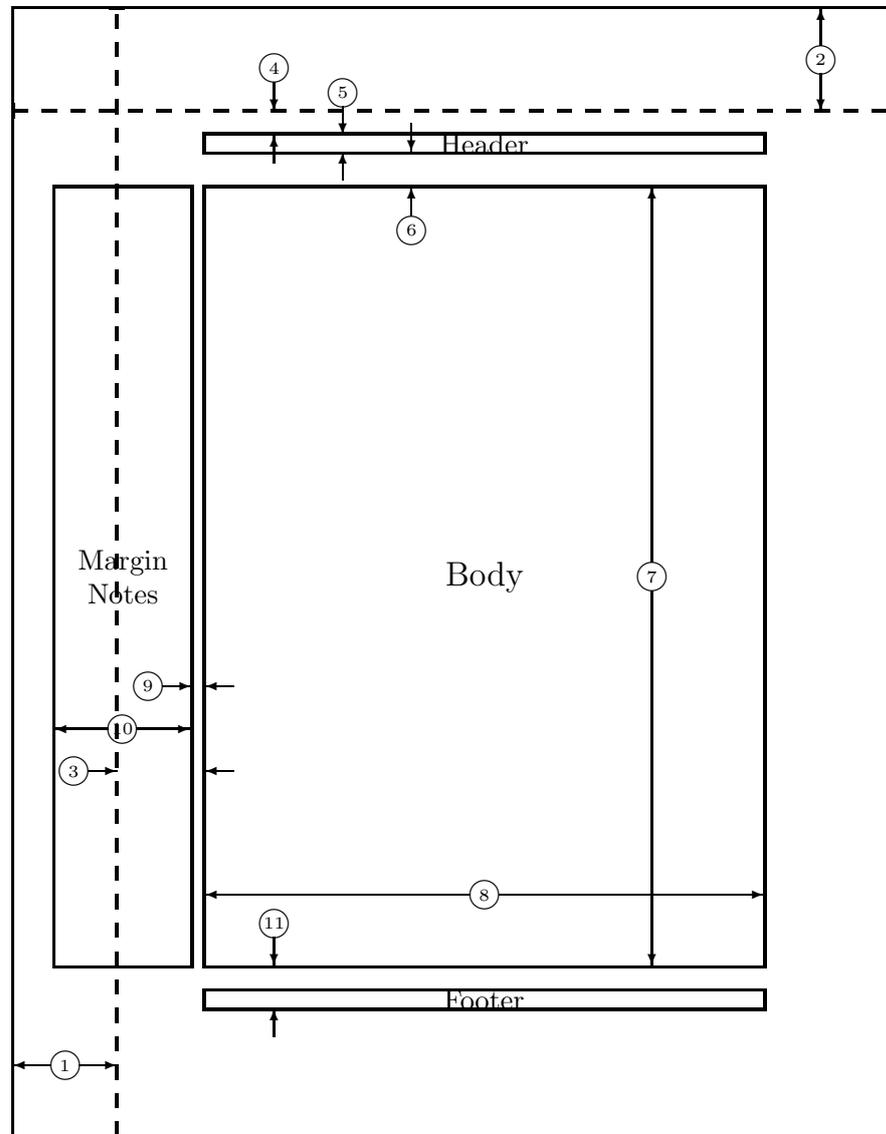
La modificación de cualquiera de estos parámetros se lleva a cabo con

```
\setlength{parámetro}{longitud}
```



- | | | | |
|----|------------------------------------|----|---|
| 1 | one inch + <code>\hoffset</code> | 2 | one inch + <code>\voffset</code> |
| 3 | <code>\oddsidemargin = 17pt</code> | 4 | <code>\topmargin = 17pt</code> |
| 5 | <code>\headheight = 12pt</code> | 6 | <code>\headsep = 25pt</code> |
| 7 | <code>\textheight = 548pt</code> | 8 | <code>\textwidth = 390pt</code> |
| 9 | <code>\marginparsep = 10pt</code> | 10 | <code>\marginparwidth = 95pt</code> |
| 11 | <code>\footskip = 30pt</code> | | <code>\marginparpush = 7pt</code> (not shown) |
| | <code>\hoffset = 0pt</code> | | <code>\voffset = 0pt</code> |
| | <code>\paperwidth = 614pt</code> | | <code>\paperheight = 794pt</code> |

Figura 3: Dimensiones de una página impar



- | | | | |
|----|------------------------|----|----------------------------------|
| 1 | one inch + \hoffset | 2 | one inch + \voffset |
| 3 | \evensidemargin = 62pt | 4 | \topmargin = 17pt |
| 5 | \headheight = 12pt | 6 | \headsep = 25pt |
| 7 | \textheight = 548pt | 8 | \textwidth = 390pt |
| 9 | \marginparsep = 10pt | 10 | \marginparwidth = 95pt |
| 11 | \footskip = 30pt | | \marginparpush = 7pt (not shown) |
| | \hoffset = 0pt | | \voffset = 0pt |
| | \paperwidth = 614pt | | \paperheight = 794pt |

Figura 4: Dimensiones de una página par

10.2. Inclusión de ficheros

La mayoría de comandos de estilo de página y paquetes que se usan en un documento se usarán en más de una ocasión, por lo que en principio es necesario escribirlos en el preámbulo de cada documento que construyamos. \LaTeX ofrece una posibilidad de ahorrarnos ese trabajo usando *ficheros de estilo*.

Estos ficheros contienen una serie de órdenes que son aplicables una vez cargados con el comando

```
\input{<nombre del fichero>}
```

Por defecto, \LaTeX busca el fichero en la misma carpeta en la que se encuentra el fichero que lo carga, y después en las carpetas en las que está instalado Mik \TeX . Existe la posibilidad de añadir una carpeta local en la que Mik \TeX buscará siempre, que es la adecuada para almacenar este tipo de ficheros. Es recomendable crearse una carpeta propia en `\localtexmf\tex\micarpeta` y meter allí todos los ficheros propios.

Un ejemplo de fichero de estilo podría ser:

```
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[active]{srcltx}
\evensidemargin -6mm
\oddsidemargin -0.4cm
\textwidth 16.7cm
\textheight 24cm
\topmargin -0.65cm
```

La extensión típica de estos ficheros es `.sty`

El comando `\input` también puede ser usado para incluir trozos de texto almacenados en ese fichero. Si la extensión es `.tex` no es necesario especificarla en la declaración del comando. El uso de este comando para incluir texto equivale a sustituir la orden por el texto que contiene (no puede entonces incluirse un fichero con una orden como `\begin{document}`).

10.3. Partición del documento

Es habitual, cuando se escribe un documento largo, dividir el mismo por capítulos y almacenarlos en diferentes ficheros, de manera que podamos realizar una compilación selectiva de los capítulos deseados, sin necesidad de compilar todo el texto cada vez. Para ello usamos los comandos

```
\includeonly{Fichero1,Fichero2}
\include{Fichero}
```

El segundo de ellos funciona a modo de `\input`, pero sólo inserta el fichero llamado si aparece listado entre los ficheros del comando `\includeonly`. Cada fichero introducido con `\include` crea su propio fichero `.aux` con información sobre las referencias cruzadas (véase el Capítulo 9), por lo que no perdemos información con la compilación parcial.

Además, el comando `\include` siempre inicia una nueva página del documento en el que se inserta.

Una partición de documento típica puede ser ésta:

```
\documentclass{report}
\input{miestilo.sty}
\includeonly{cap2,cap3}
\begin{document}
\include{cap1}
\include{cap2}
\include{cap3}
\end{document}
```

11 Bibliografía

11.1. Entorno thebibliography

La bibliografía es el entorno que permite al autor listar las referencias utilizadas y citarlas en algún punto del texto. La estructura es similar a la de una lista enumerada donde cada entrada viene marcada por el comando `\bibitem` y es referenciada desde el comando `\cite`, que producirá un número de referencia o el nombre del autor, según sea el estilo escogido.

El entorno se define del siguiente modo:

```
\begin{thebibliography}[<etiqueta mayor>]
\bibitem[<leyenda1>]{<referencia1>} Título, autor, ...
\bibitem[<leyenda2>]{<referencia2>} Título, autor, ...
\end{thebibliography}
```

El argumento **etiqueta mayor** indica la anchura de la mayor etiqueta que vaya a aparecer. Por ejemplo, si vamos a introducir entre 10 y 99 publicaciones, entonces deberemos comenzar con `\begin{thebibliography}[99]`. Si vamos a referenciar con el nombre del autor, entonces debemos poner el nombre más largo que vayamos a usar, `\begin{thebibliography}[nombre]`.

El argumento opcional de `\bibitem`, **leyenda** se utiliza para modificar la identificación en la lista de referencias, en lugar de un número. El argumento **referencia** será la etiqueta usada para referenciar la cita. Se usa a través del comando `\cite`:

```
\cite{etiqueta1}
\cite{etiqueta1,etiqueta2}
```

Si queremos añadir algún dato más a la referencia (número de página donde aparece, o el capítulo, etc.) usamos un argumento opcional:

```
\cite[página 25]{etiqueta1}
```

El siguiente código muestra un ejemplo de funcionamiento del entorno:

```
La referencia clásica en \LaTeX{} es \cite{les85}.
Otras referencias interesantes son \cite{don89,rondon89}

\begin{thebibliography}{9}
\bibitem{les85} Leslie Lamport, 1985. \emph{\LaTeX---A Document
Preparation System---User's Guide and Reference Manual},
Addison-Wesley, Reading.

\bibitem{don89} Donald E. Knuth, 1989. \emph{Typesetting Concrete
Mathematics}, TUGBoat, 10(1):31-36.

\bibitem{rondon89} Ronald L. Graham, Donald E. Knuth, and Ore
Patashnik, 1989. \emph{Concrete Mathematics: A Foundation for
Computer Science}, Addison-Wesley, Reading.
\end{thebibliography}
```

La referencia clásica en \LaTeX es [1]. Otras referencias interesantes son [2,3].

Bibliografía

- [1] Leslie Lamport, 1985. *TeX—A Document Preparation System—User’s Guide and Reference Manual*, Addison-Wesley, Reading.
- [2] Donald E. Knuth, 1989. *Typesetting Concrete Mathematics*, TUGBoat, 10(1):31-36.
- [3] Ronald L. Graham, Donald E. Knuth, and Ore Patashnik, 1989. *Concrete Mathematics: A Foundation for Computer Science*, Addison-Wesley, Reading.

11.1.1. Índice de contenidos

El entorno bibliografía crea una sección del documento a modo de capítulo (si la clase de documento es `report`) o sección (si la clase es `article`). Sin embargo no aparece listado en el índice de contenidos. Para introducir dicho capítulo o sección en el índice es necesario añadir una línea como la que sigue:

```
\addcontentsline{<ExtensiónFichero>}{<Unidad>}{<TextoEntrada>}
```

El parámetro *ExtensiónFichero* se refiere a uno de los ficheros donde \LaTeX almacena información sobre índices de contenido, de figuras o tablas. Las extensiones respectivas son `toc`, `lof` o `lot`.

El argumento *Unidad* se refiere a qué tipo de unidad de estructura queremos asimilar dicha entrada, es decir, si se trata de una sección, un capítulo, etc. Los valores serán `section`, `chapter`, etc.

El *TextoEntrada* es lo que deseamos que aparezca en el índice correspondiente. Así, la entrada a incluir será,

```
\addcontentsline{toc}{chapter}{Bibliografía}
```

11.2. El programa $\text{BIB}\TeX$

La elaboración de entornos para bibliografía puede automatizarse cómodamente usando el programa $\text{BIB}\TeX$. Dicho programa crea un entorno bibliográfico para un documento concreto a partir de una base de datos previamente construida. De este modo, sólo es necesario mantener una base de datos y recurrir a ella para construir la bibliografía de cada documento que escribamos.

La base de datos consiste en uno o varios archivos con extensión `.bib` que deben poseer una estructura concreta. Por cada referencia debemos incluir una entrada en dicho archivo, que será etiquetada de forma similar a lo que se hace en un `\bibitem`.

En el momento en el que aparezca una cita a una de las referencias de nuestra base de datos, ésta será automáticamente incluida en la bibliografía del mismo a través del programa $\text{BIB}\TeX$.

Para usar dicho programa debemos incluir en nuestro archivo fuente un comando que llame a la base o bases de datos que queramos utilizar, del siguiente modo:

```
\bibliography{database1,database2}
```

El comando anterior especifica que las entradas bibliográficas se colocarán en la posición en la que aparece dicho comando y serán extraídas de los archivos `database1.bib` y `database2.bib`.¹

¹ Atención al *path* en el que se encuentre el archivo.

El estilo que aparecerá en la bibliografía viene especificado por el comando `\bibliographystyle`, que determinará el formato en el que aparecerán las diferentes entradas. Por ejemplo,

```
\bibliographystyle{plain}
```

especifica que las entradas serán formateadas según el estilo `plain` que se encuentra descrito en el fichero `plain.bst`. Es posible situar este comando en cualquier punto del documento después de `\begin{document}`.

11.3. Estilos BIB_TE_X

- plain** Estilo estándar. Las entradas son numeradas correlativamente por orden alfabético de autores.
- unsrt** Similar al estilo **plain**, pero las entradas son numeradas en el orden en que son citadas en el documento.
- alpha** Se diferencia con el estilo **plain**, en que las etiquetas de las entradas están formadas por el nombre del autor y el año de publicación, en lugar de ser números.
- abbrv** Similar al estilo **plain**, pero las entradas son más compactas, quedando abreviados los nombres de pila de los autores, las revistas, etc.
- acm** Estilo usado en las revistas de la ACM (Association for Computing Machinery). El formato usado difiere de los anteriores.
- apalike** Estilo usado en las revistas de la American Psychology Association. Precisa del paquete **apalike**.

Otros estilos son:

```
abstract.bst, agsm.bst, amsalpha.bst, authordatei.bst,
authordate1-4.sty, bbs.bst, cbe.bst, cell.bst,
dcu.bst, harvard.sty, ieeetr.bst, jtb.bst,
kluwer.bst, named.bst, named.sty, natbib.sty,
natbib.bst, nature.sty, nature.bst, phcpc.bst,
phiaea.bst, phjcp.bst, phrmp.bst plainyr.bst,
siam.bst
```

Además varias organizaciones, revistas, etc. han desarrollado sus propios estilos bibliográficos, algunos de los cuales vienen con la distribución MikTeX (véase la carpeta `tabibtex\bst` de la instalación de MikTeX).

11.4. Pasos para ejecutar BIB_TE_X con L^AT_EX

1. Al compilar por primera vez el documento se generará un listado de referencias para cada comando `\cite` que esté presente. Dicho listado aparecerá en el fichero auxiliar `.aux`.
2. Ejecutar BIB_TE_X, el cual leerá dicho fichero, las bases de datos y el fichero de estilo y escribirá un fichero `.bbl` que contiene un entorno bibliografía formateado según el fichero `.bst` escogido. Los errores o avisos serán escritos en un fichero `.blg`.
3. En la siguiente compilación de L^AT_EX, se lee el fichero `.bbl`.
4. Una tercera compilación resuelve todas las referencias cruzadas.

Nótese que las referencias que aparecerán en el texto son aquéllas que hayan sido citadas mediante `\cite`, y no todas las presentes en la base de datos `.bib`.

En ocasiones, es posible querer incluir publicaciones que no son explícitamente citadas. Para ellos usamos el comando `\nocite` en cualquier parte del documento. Dicho comando no produce texto alguno pero hace que la referencia citada sea incluida por BIB_TE_X. El comando

```
\nocite{*}
```

hace que **todas** las entradas de la base de datos sean incluidas.

11.5. Creación de bases de datos bibliográficas

La ventaja principal del uso del programa `BIBTEX` es la no necesidad de escribir un listado de referencias para cada documento. Las referencias son escritas una sola vez y almacenadas en la base (o bases) de datos correspondiente para usos futuros.

No obstante, es necesario crear las entradas de la base de datos según un formato específico. Lo que sigue es un ejemplo de entrada:

```
@BOOK{knuth:86a,
AUTHOR      = "Donald E. Knuth",
TITLE       = {The \TeX{}book},
EDITION     = "third"
PUBLISHER   = "Addison-Wesley",
ADDRESS     = {Reading, MA},
YEAR        = 1986 }
```

La primera palabra, prefijada por @, determina el tipo de entrada, que variará según el tipo de publicación que sea: libros, artículos, prepublicaciones, etc. El resto de la información es escrita entre llaves, comenzando por la **etiqueta** (la que usaremos para la referencia con el comando `\cite`). En el ejemplo anterior pondríamos `\cite{knuth:86a}`. El resto de la información sobre la referencia es introducida mediante varios campos, separados por comas, en el formato que se aprecia. Los espacios son opcionales. La información de cada campo puede ser incluida entre llaves o entre comillas dobles; sin embargo, si la información del campo consta únicamente de números, no son necesarios los delimitadores.

Cada tipo de entrada tiene una serie de campos requeridos y otros opcionales. En caso de ausencia de algún campo requerido `BIBTEX` dará un informe de error.

Los tipos de referencias, los campos requeridos y los opcionales son:

```
@article  Artículos en revistas
  campos requeridos  autor, title, journal, year.
  campos opcionales  volume, number, pages, month, note
@book     Libros con editorial conocida
  campos requeridos  author or editor, title, publisher, year
  campos opcionales  volume or number, series, address, edition, month, note
@booklet  Libros sin conocimiento de la editorial que lo publique
  campos requeridos  title
  campos opcionales  author, howpublished, address, month, year, note
@conference  Artículo en un recopilatorio de una conferencia
  campos requeridos  author, title, booktitle, year
  campos opcionales  editor, volume or number, series, pages, address, month, organi-
                    sation, publisher, note
@inbook   Entrada para una parte de un libro
  campos requeridos  author or editor, title, chapter and/or pages, publisher, year
  campos opcionales  volume or number, series, type, address, edition, month, note
@incollection  Entrada para una parte de un libro con título propio
  campos requeridos  author, title, booktitle, publisher, year
  campos opcionales  editor, volume or number, series, type, chapter, pages, address,
                    edition, month, note
@inproceedings  Artículo en las publicaciones de un congreso
  campos requeridos  author, title, booktitle, year
  campos opcionales  editor, volume or number, series, pages, address, month, organi-
                    sation, publisher, note
```

`@manual` Entrada para documentación de tipo técnico
campos requeridos title
campos opcionales author, organisation, address, edition, month, year, note.

`@masterthesis` Entrada para proyecto, tesina o master
campos requeridos author, title, school, year
campos opcionales type, address, month, note

`@misc` Documento que no se ajusta a ninguno de los demás tipos
campos requeridos none
campos opcionales author, title, howpublished, month, year, note

`@phdthesis` Tesis doctoral
campos requeridos author, title, school, year
campos opcionales type, address, month, note

`@proceedings` Recopilatorio de artículos de una conferencia o congreso
campos requeridos title, year
campos opcionales editor, volume or number, series, address, month, organisation, publisher, note

`@unpublished` Documento no publicado con título y autor
campos requeridos author, title, note
campos opcionales month, year

11.5.1. El programa JabRef

La creación y mantenimiento de una base de datos `.bib` puede resultar muy simple si usamos algunos programas diseñados para manejar este tipo de archivos de forma sencilla. El programa **JabRef** es una aplicación en lenguaje *Java*² que permite crear y mantener estas bases de datos de forma fácil e intuitiva.

11.6. Ejercicios

- ♣ Introduce las siguientes nuevas entradas en el archivo `biblio.bib` a través del programa **JABREF** (la primera como artículo y la segunda como libro):
Donald E. Knuth, 1989. Typesetting Concrete Mathematics, TUGBoat, 10(1):31-36.
Ronald L. Graham, Donald E. Knuth, and Ore Patashnik, 1989. Concrete Mathematics: A Foundation for Computer Science, Addison-Wesley, Reading.
- ♣ Haz que todas las referencias contenidas en `biblio.bib` sean listadas en el texto.
- ♣ Modifica el formato de la bibliografía y observa las diferencias.

² Se requiere tener instalado Java