

Manual básico para describir L^AT_EX

Act. José Antonio Climent Hernández

Departamento de Matemáticas

Facultad de Ciencias

Universidad Nacional Autónoma de México

`jach@ciencias.unam.mx`

Manual básico para describir

L^AT_EX

Act. José Antonio Climent Hernández

Departamento de Matemáticas

Facultad de Ciencias

Universidad Nacional Autónoma de México

jach@ciencias.unam.mx

10 de diciembre de 2009

Dedicatoria

Este manual está dedicado a:

Mi hijo: José Antonio Climent Lugo.

Mis padres: José Luis y María Guadalupe.

A mis abuelas: Micaela y Rosario.

A Ramiro Hernández Ponce: Por compartir su existencia y conocimientos.

A mis hermanos: Por todas las experiencias.

Agradecimientos

Resumen

Describir el uso del sistema de composición de textos para crear cartas, tareas, reportes, informes, presentaciones, tesis y libros.

Introducción

La necesidad humana de documentar de manera eficiente los acontecimientos, las experiencias, los conocimientos y las investigaciones ha llevado a desarrollar procesadores de texto escribir los resultados totales o sobresalientes de los hechos (reales o imaginarios).

Los procesadores de texto deben facilitar a los usuarios las herramientas, los caracteres y símbolos necesarios que permiten transmitir a través del lenguaje: ideas, conceptos, vivencias, sensaciones, sentimientos, definiciones, supuestos y conclusiones de forma escrita y gráfica. Además de que permiten editar, corregir, dar formato e insertar lenguaje (escrito y gráfico) de forma eficiente.

Los procesadores de texto fueron diseñados por programadores, los cuales tienen la necesidad de interactuar con los equipos de cómputo a través de comandos y mediante algún lenguaje de programación. La necesidad, el uso y la demanda de los procesadores de texto se ha incrementado de tal forma que importantes instituciones de *software* desarrollan procesadores de texto que superan a cualquier máquina de escribir.

Actualmente existen varios procesadores de texto, los cuales pueden ser del tipo “lo que se ve es lo que se obtiene” (**WYSIWYG** siglas que tienen el significado siguiente: *what you see is what you get*) y se pueden nombrar los siguientes: *Microsoft Word*, *Lotus Word Pro*, *Word Perfect*, *Word Pad* y *Block de Notas*.

Por otro lado existe **L^AT_EX** que es un sistema de creación de textos orientado a la creación de documentos técnicos y científicos.

Del conjunto de procesadores de texto nombrados el tema a desarrollar es el de **L^AT_EX** ya que es una conjunto de macros que le permite a los usuarios procesar e imprimir los documentos con calidad tipográfica.

Objetivos

Describir el uso de **L^AT_EX** para facilitar el proceso e impresión de tareas, reportes, informes, presentaciones y tesis.

El objetivo principal de este manual es describir el uso de **L^AT_EX** para facilitar el proceso e impresión de tesis.

Alcances

Mostrar como escribir documentos para que se puedan procesar con [L^AT_EX](#).

Limitaciones

No se pretende describir [L^AT_EX](#) de forma completa.

Índice general

Dedicatoria	I
Agradecimientos	III
Resumen	V
Introducción	VII
I Escribir la tesis en $\text{\LaTeX}$	1
1. Antecedentes de $\text{\LaTeX}$	3
1.1. $\text{\LaTeX}$	3
1.2. Ventajas al usar $\text{\LaTeX}$	3
1.3. Desventajas al usar $\text{\LaTeX}$	4
1.4. Obtener $\text{\LaTeX}$	4
1.4.1. Obtener $\text{\LaTeX}$ en sistemas <i>Linux</i>	4
1.4.2. Obtener $\text{\LaTeX}$ en sistemas <i>Windows</i>	4
1.4.3. Obtener $\text{\LaTeX}$ en sistemas <i>Macintosh</i>	4
1.5. Editores de texto para $\text{\LaTeX}$	5
1.5.1. Editores para $\text{\LaTeX}$ en sistemas <i>Linux</i>	5
1.5.2. Editores para $\text{\LaTeX}$ en sistemas <i>Windows</i>	5
1.5.3. Editores para $\text{\LaTeX}$ en sistemas <i>Macintosh</i>	5
1.6. Formatos de salida $\text{\LaTeX}$	6
1.6.1. Visores para sistemas <i>Linux</i>	6
1.6.2. Visores para sistemas <i>Windows</i>	6
1.6.3. Visores para sistemas <i>Macintosh</i>	6
1.7. Conclusiones	7
2. Estructurar documentos en $\text{\LaTeX}$	9
2.1. Escribir documentos en $\text{\LaTeX}$	9
2.1.1. Caracteres especiales	9
2.1.2. Comandos	9
2.1.3. Espacios	10
2.2. Estructurar los documentos $\text{\LaTeX}$	11
2.3. Formato de los documentos $\text{\LaTeX}$	11
2.3.1. Clases para los documentos $\text{\LaTeX}$	11

2.4.	Unidades de estructura de los documentos L^AT_EX	14
2.4.1.	Unidades de estructura de las clases	15
2.4.2.	Unidades de estructura para el estilo libro (<i>book</i>)	17
2.5.	Paquetes para los documentos L^AT_EX	18
2.6.	Parámetros para diseñar las páginas del documento	20
2.6.1.	Modificar los márgenes del documento	22
2.6.2.	Modificar los parámetros de diseño del documento	23
2.6.3.	Equivalencia entre las unidades de longitud	24
2.6.4.	Modificar el estilo de las páginas del documento	25
2.6.5.	Personalizar el encabezado de las páginas del documento	26
2.6.6.	Numerar las páginas del documento	27
2.7.	Conclusiones	28
3.	Escribir textos en L^AT_EX	29
3.1.	Titular los documentos en L^AT_EX	29
3.1.1.	Titular los documentos en L^AT_EX usando el entorno <code>titlepage</code>	32
3.2.	Comentar documentos en L^AT_EX	35
3.3.	Espaciar el contenido de los documentos en L^AT_EX	36
3.4.	Renglones en los documentos L^AT_EX	37
3.5.	Distancia entre palabras para los documentos L^AT_EX	38
3.5.1.	Espacios horizontales en el texto para los documentos L^AT_EX	40
3.6.	Párrafos de los documentos en L^AT_EX	41
3.6.1.	Espacios verticales para los documentos L^AT_EX	42
3.7.	Tipografía L^AT_EX	43
3.7.1.	Familia de la tipografía L^AT_EX	43
3.7.2.	Serie de la tipografía L^AT_EX	43
3.7.3.	Forma de la tipografía L^AT_EX	43
3.7.4.	Tamaño de la tipografía L^AT_EX	44
3.7.5.	Color de la tipografía L^AT_EX	44
3.8.	Acentos y puntuación	47
3.8.1.	Acentos	47
3.8.2.	Puntuación	47
3.9.	Entornos L^AT_EX	52
3.9.1.	Entorno para centrar texto (<code>center</code>)	53
3.9.2.	Entorno para alinear texto a izquierda (<code>flushleft</code>)	53
3.9.3.	Entorno para alinear texto a derecha (<code>flushright</code>)	54
3.9.4.	Entorno para resaltar texto con sangría (<code>quotation</code>)	54
3.9.5.	Entorno para resaltar texto sin sangría (<code>quote</code>)	54
3.9.6.	Entorno para resaltar texto con efecto de mecanografía (<code>verbatim</code>)	54
3.9.7.	Entorno para resaltar texto para poesía (<code>verse</code>)	55
3.10.	Conclusiones	59
4.	Listar información en L^AT_EX	61
4.1.	Detallar información en L^AT_EX (entorno <code>itemize</code>)	61
4.2.	Numerar información en L^AT_EX (entorno <code>enumerate</code>)	63
4.3.	Etiquetar información en L^AT_EX (entorno <code>description</code>)	65
4.4.	Listar información en L^AT_EX (entorno <code>list</code>)	66

4.5. Conclusiones	70
5. Tabular información en $\text{\LaTeX}$	71
5.1. Alinear información en $\text{\LaTeX}$ (entorno <code>tabbing</code>)	71
5.2. Tabular información en $\text{\LaTeX}$ (entorno <code>tabular</code>)	74
5.2.1. Estructurar información (argumento <code>formato</code>)	74
5.2.2. Alinear información (indicadores para el argumento <code>formato</code>)	74
5.2.3. Delimitar columnas (separadores para el argumento <code>formato</code>)	75
5.2.4. Posicionar el entorno <code>tabular</code> (argumento <code>posicion</code>)	76
5.2.5. Tabular y delimitar información (tabulador y delimitadores)	77
5.2.6. Agrupar información de varias columnas (comando <code>\multicolumn</code>)	78
5.2.7. Parámetros de estilo	83
5.3. Colorear el entorno <code>tabular</code> (paquete <code>colortbl</code>)	86
5.3.1. Colorear columnas (comando <code>\columncolor</code>)	86
5.3.2. Colorear renglones (comando <code>\rowcolor</code>)	89
5.3.3. Colorear celdas (comando <code>\cellcolor</code>)	91
5.3.4. Colorear líneas (comando <code>\arrayrulecolor</code>)	92
5.4. Alinear columnas en el entorno <code>tabular</code> (paquete <code>array</code>)	93
5.4.1. Alinear información verticalmente (indicadores del paquete <code>array</code>)	93
5.4.2. Alinear información horizontalmente al usar indicadores de ancho fijo	94
5.4.3. Delimitar información al usar indicadores de ancho fijo	94
5.4.4. Delimitar columnas (separadores adicionales del paquete <code>array</code>)	94
5.5. Incluir archivos gráficos <i>PostScript</i> (PS o EPS) en $\text{\LaTeX}$	96
5.5.1. Controladores para transformar archivos	97
5.5.2. El comando <code>\includegraphics</code>	97
5.6. Tabular información como objeto flotante (entorno <code>table</code>)	101
5.6.1. Rotular tablas (comando <code>\caption</code>)	102
5.6.2. Etiquetar tablas (comando <code>\label</code>)	102
5.6.3. Referenciar tablas (comando <code>\ref</code>)	102
5.6.4. Referenciar las páginas donde se ubican las tablas (comando <code>\pageref</code>)	103
5.6.5. Redefinir el rótulo de las tablas	103
5.7. Conclusiones	105
6. Incluir gráficas como elementos flotantes	107
6.1. Escalar objetos	107
6.1.1. Escalar objetos (comando <code>\scalebox</code>)	107
6.1.2. Escalar objetos (comando <code>\resizebox</code>)	108
6.2. Reflejar objetos (comando <code>\reflectbox</code>)	108
6.3. Rotar objetos (comando <code>\rotatebox</code>)	108
6.4. Incluir gráficas en $\text{\LaTeX}$	111
6.4.1. Ubicar los archivos gráficos (comando <code>\graphicspath</code>)	112
6.4.2. Identificar archivos gráficos (comando <code>\DeclareGraphicsExtensions</code>)	112
6.5. Insertar gráficas como objetos flotantes (entorno <code>figure</code>)	114
6.5.1. Rotular gráficas (comando <code>\caption</code>)	115
6.5.2. Etiquetar gráficas (comando <code>\label</code>)	115
6.5.3. Referenciar gráficas (comando <code>\ref</code>)	116
6.5.4. Referenciar las páginas donde están las gráficas (comando <code>\pageref</code>)	116

6.5.5. Redefinir el rótulo de las gráficas	116
6.6. Conclusiones	118
7. Escribir Matemáticas en $\text{\LaTeX}$	119
7.1. Etimología de las Matemáticas	119
7.2. El lenguaje de las Matemáticas	120
7.2.1. Sistema formal	120
7.2.2. Limitaciones	120
7.3. Axioma	121
7.3.1. Etimología	121
7.4. Estructuras del sistema axiomático de las Matemáticas	121
7.5. Crear estructuras (comando <code>\newtheorem</code>)	122
7.6. Comando <code>\newtheorem</code> (paquete <code>amsthm</code>)	123
7.6.1. Comando <code>\theoremstyle</code>	123
7.6.2. Comando <code>\newtheorem*</code> (paquete <code>amsthm</code>)	124
7.6.3. Paquete <code>theorems</code>	124
7.6.4. Comando <code>\swapnumbers</code> (paquete <code>amsthm</code>)	126
7.6.5. Entorno <code>proof</code> (paquete <code>amsthm</code>)	126
7.6.6. Comando <code>\qedsymbol</code> (paquete <code>amsthm</code>)	127
7.6.7. Comando <code>\qedhere</code> (paquete <code>amsthm</code>)	127
7.7. Usar estructuras creadas con el comando <code>\newtheorem</code>	127
7.8. Escribir en el modo matemático	131
7.8.1. Entorno <code>equation</code>	132
7.8.2. Colocar las expresiones matemáticas	132
7.8.3. Numerar las expresiones matemáticas	133
7.8.4. Entorno <code>eqnarray</code>	134
7.9. El paquete <code>amsmath</code>	135
7.9.1. Entorno <code>subequations</code>	136
7.9.2. Entorno <code>multline</code>	137
7.9.3. Entorno <code>gather</code>	140
7.9.4. Entorno <code>align</code>	141
7.9.5. Entorno <code>flalign</code>	143
7.9.6. Entorno <code>aligned</code>	145
7.9.7. Entorno <code>gathered</code>	148
7.9.8. Entorno <code>split</code>	149
7.9.9. Anexar texto en las expresiones matemáticas (comando <code>\intertext</code>)	151
7.10. Escribir símbolos matemáticos en $\text{\LaTeX}$	152
7.10.1. Operador	153
7.10.2. Operadores de relación binaria	153
7.10.3. Operadores binarios	155
7.10.4. Miscelánea de símbolos matemáticos	156
7.10.5. Funciones matemáticas predefinidas	157
7.10.6. Operadores matemáticos de tamaño variable	160
7.10.7. Subíndices y superíndices	166
7.10.8. Escribir texto en las expresiones matemáticas (comando <code>\text</code>)	170
7.10.9. Espacios en las expresiones matemáticas	170
7.10.10. Fracciones (comando <code>\frac</code>)	171

7.10.11.Fracciones continuas (comando <code>\cfrac</code>)	172
7.10.12.Coeficiente binomial (comando <code>\binom</code>)	173
7.10.13.Radicales	174
7.10.14.Operadores que pueden usar límites inferiores	176
7.10.15.Definir operadores (comando <code>\DeclareMathOperator</code>)	177
7.10.16.Operadores de congruencia	179
7.10.17.Escribir símbolos sobre símbolos	181
7.10.18.Puntuación	183
8. Crear gráficas en $\text{\LaTeX}$	185
8.1. Crear gráficas (entorno <code>picture</code>)	185
8.2. Crear gráficas con el paquete <code>PSTricks</code>	185
 II Generar presentaciones en $\text{\LaTeX}$	 187
A. Generar portada para la tesis	189
B. Instalar el paquete <code>phonetic</code> en <i>Linux (Fedora Core 6)</i>	199
C. Paquete <code>color</code>	201
C.1. Definir colores personalizados (comando <code>\definecolor</code>)	201
C.2. Modelos de color	202
C.3. Escribir texto con color	204
C.3.1. Escribir texto con color (comando <code>\color</code>)	204
C.3.2. Escribir texto con color (comando <code>\textcolor</code>)	204
C.4. Hacer cajas de color (comando <code>\colorbox</code>)	205
C.5. Hacer cajas de color con borde (comando <code>\fcolorbox</code>)	205
 Manuales sobre $\text{\LaTeX}$	 213

Parte I

Escribir la tesis en **L^AT_EX**

Capítulo 1

Antecedentes de $\text{\LaTeX}$

Durante la década de los años 70, la *American Mathematical Society* (www.ams.org) en busca de estandarizar el formato para los artículos científicos solicitó la creación de un lenguaje y *Donald Knuth* (www-cs-faculty.stanford.edu/~uno) creó $\text{\TeX}$.

Durante la década de los años 80, *Leslie Lamport* (<http://lamport.org>) desarrolló un conjunto de macros para usar $\text{\TeX}$ y poder escribir un libro, el conjunto de macros es el origen de $\text{\LaTeX}$.

1.1. $\text{\LaTeX}$

$\text{\LaTeX}$ es un sistema que mediante un conjunto de macros permite a los usuarios elaborar textos orientados a la creación de documentos técnicos y científicos.

Desde el mes de diciembre de 1994 $\text{\LaTeX}$ está siendo actualizado por el equipo $\text{\LaTeX 3}_\epsilon$ dirigido por *Frank Mittelbach*, para incluir las mejoras solicitadas y para unificar las versiones desde $\text{\LaTeX 2}_\epsilon$.

1.2. Ventajas al usar $\text{\LaTeX}$

Algunas de las ventajas de $\text{\LaTeX}$ sobre los procesadores de texto son las siguientes:

- Tiene mayor cantidad de diseños de texto para crear documentos con tipografía de “imprenta”.
- Modificar algún diseño predefinido para algún estilo de documento es fácil.
- Facilita la composición de fórmulas.
- La estructura del documento se indica mediante comandos.
- Existen paquetes adicionales y sin costo por su adquisición.
- El sistema $\text{\LaTeX}$ funciona en cualquier plataforma (sistema operativo).
- El sistema $\text{\LaTeX}$ está incluido en todas las distribuciones de *Linux*.
- El sistema $\text{\LaTeX}$ tiene distribuciones de código abierto para *Windows* y para *Macintosh*.

1.3. Desventajas al usar $\text{\LaTeX}$

El sistema $\text{\LaTeX}$ tiene desventajas y algunas de éstas son las siguientes:

- El sistema $\text{\LaTeX}$ necesita más recursos (procesador, memoria, espacio para instalación, espacio para almacenamiento) que cualquier sistema WYSIWYG.
- El sistema $\text{\LaTeX}$ utiliza más procesador, sin embargo sólo ocurre al compilar documento (los sistemas WYSIWYG utilizan el procesador de forma continua).
- Para crear un diseño entero para alguna clase de documento en el sistema $\text{\LaTeX}$ es difícil y tardado.
- Para aprender $\text{\LaTeX}$ no es suficiente un día.

1.4. Obtener $\text{\LaTeX}$

La gran ventaja de $\text{\LaTeX}$ es que el costo por la obtención del sistema es nulo.

1.4.1. Obtener $\text{\LaTeX}$ en sistemas *Linux*

Las distribuciones *Linux* incluyen $\text{\LaTeX}$ en la instalación, se puede obtener el código fuente o los archivos binarios para realizar la instalación en la distribución utilizada.

1.4.2. Obtener $\text{\LaTeX}$ en sistemas *Windows*

En el caso de *Windows* existe MiKTeX (www.miktex.org), un sistema $\text{\LaTeX}$ sin costo por la obtención del sistema con la opción de soporte.

Observación. Se puede adquirir el sistema MiKTeX en DVD-R y CD-R.

Es necesario obtener el programa (www.miktex.org/2.7/Setup.aspx¹) para instalar el código del sistema MiKTeX en el equipo de cómputo.

1.4.3. Obtener $\text{\LaTeX}$ en sistemas *Macintosh*

Para *Macintosh* existe MacTeX (www.tug.org/mactex), un sistema $\text{\TeX}$ para *Mac OS X* (*Intel* y *PowerPC*) que soporta $\text{\TeX}$ y $\text{\LaTeX}$, $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$, ConTeXt, XeTeX y otros paquetes.

¹Esta versión está funcionando en agosto de 2008.

1.5. Editores de texto para $\text{\LaTeX}$

Es suficiente el editor de textos del sistema operativo, *Linux*: *nano* (www.nano-editor.org), *vi* (www.vim.org). *Windows*: *edit* y el *block* de notas. Sin embargo se han desarrollado editores para $\text{\LaTeX}$.

1.5.1. Editores para $\text{\LaTeX}$ en sistemas *Linux*

Existe variedad de editores $\text{\LaTeX}$ para *Linux*, entre los que se encuentran los siguientes:

- *Kile* (<http://kile.sourceforge.net>).
- *LyX* (www.lyx.org), editor $\text{\LaTeX}$ del tipo “lo que se ve es lo que se piensa” (**WYSIWYM** siglas que tienen el significado siguiente: *what you see is what you mean*).
- *TeXmaker* (www.xmlmath.net/texmaker).

1.5.2. Editores para $\text{\LaTeX}$ en sistemas *Windows*

Para *Windows* están los siguientes:

- *LEd* (www.latexeditor.org).
- *TeXmacs* (www.texmacs.org).
- *TeXmaker* (www.xmlmath.net/texmaker).
- *TeXnicCenter* (www.toolscenter.org).
- *WinEdt Shell* (www.winedt.com).
- *WinShell* (www.winshell.de).

Observación. Es importante instalar el editor para $\text{\LaTeX}$ después de haber instalado MiKTeX .

1.5.3. Editores para $\text{\LaTeX}$ en sistemas *Macintosh*

Para *Macintosh* están los siguientes:

- *BEdit* (www.barebones.com/products/bbedit/index.html).
- *Enhanced Carbon Emacs* (www.inf.unibz.it/~franconi/mac-emacs).
- *LyX* (www.lyx.org).
- *Vim* (<http://macvim.org>).

1.6. Formatos de salida $\text{\LaTeX}$

Al compilar los archivos de $\text{\LaTeX}$, por lo regular se generan archivos DVI, PDF, PS.

1.6.1. Visores para sistemas *Linux*

Para visualizar estos archivos se pueden utilizar los programas siguientes:

- *KDVI* visor para archivos DVI (siglas que significan *device independent*).
- *KPDF* visor para archivos PDF (siglas que significan *portable document format*).
- *KGhostView* visor para archivos PS (siglas que significan *post script*).

1.6.2. Visores para sistemas *Windows*

En *Windows* se encuentran los siguientes:

- *Yap*² visor de documentos DVI.
- *Adobe Acrobat Reader* (www.adobe.com/products/acrobat) visor de documentos PDF.
- *GSview*³ (www.cs.wisc.edu/~ghost) visor de documentos PS.

Observación. Una referencia para herramientas relacionadas con $\text{\LaTeX}$ en sistemas *Windows* está en la dirección electrónica siguiente: www.matematicas.unam.mx/tlahuiz, en el apartado de imprescindibles.

1.6.3. Visores para sistemas *Macintosh*

En *Macintosh* se encuentran los siguientes:

- *GSview* (www.cs.wisc.edu/~ghost).
- *Skim* (<http://skim-app.sourceforge.net>) visor de documentos DVI, PS y PDF.

²Visor de documentos DVI incluido en $\text{\MiKTeX}$.

³Es necesario instalar primero *GPL GhostScript* intérprete de documentos *postscript* (www.cs.wisc.edu/~ghost).

1.7. Conclusiones

El uso de $\text{\LaTeX}$ permite tener un formato estándar para generar documentos científicos con calidad tipográfica de “impresión”, facilita la elaboración de fórmulas, notación y simbología para la representación matemática. $\text{\LaTeX}$ se puede obtener para cualquier sistema operativo, puede funcionar en cualquier sistema operativo y los formatos de los documentos son compatibles en cualquier sistema operativo. Por lo cual se recomienda aprender a usar $\text{\LaTeX}$ para generar documentos técnicos y científicos para concentrar la calidad en el contenido del documento y no en el formato.

Capítulo 2

Estructurar documentos en $\text{\LaTeX}$

2.1. Escribir documentos en $\text{\LaTeX}$

Al seleccionar el editor $\text{\LaTeX}$, se recomienda crear una carpeta para cada proyecto y crear el archivo con la extensión *tex*. Este archivo debe contener los comandos que indican la estructura y el contenido del documento.

2.1.1. Caracteres especiales

Están reservados para ciertas funciones. Los caracteres especiales son los siguientes:

CARACTER	DESCRIPCIÓN
\	Caracter de escape, es para indicar que procede un comando.
{}	Para agrupar los comandos.
#	Al estar en las macros se debe usar como parámetro.
\$	Para activar el entorno matemático.
%	Para comentar el documento.
&	Para tabular el entorno <code>tabular</code> y en el entorno matemático.
~	Al estar entre dos palabras, impide que éstas estén en líneas distintas.
^	Para indicar el superíndice en el entorno matemático.
_	Para indicar el subíndice en el entorno matemático.

Tabla 2.1: Caracteres especiales de $\text{\LaTeX}$

2.1.2. Comandos

Distinguen las mayúsculas de las minúsculas y tienen alguno de los formatos siguientes:

- Deben comenzar con la barra invertida \.
- Deben incluir solo letras ó caracteres especiales.

2.1.3. Espacios

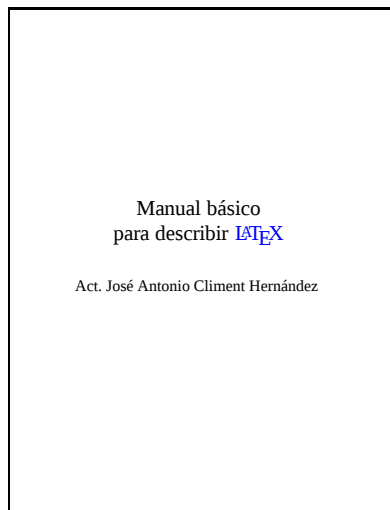
Al escribir uno o más espacios en blanco se tratan como un espacio en blanco. Una o varias líneas en blanco consecutivas se tratan como una línea en blanco, la cual produce un cambio de párrafo.

Ejemplo 1. Primer documento en $\text{\LaTeX}$.

Para verificar que los programas necesarios están instalados y configurados adecuadamente, en el editor de texto plano (*nano*, *vi*, *emacs*, *edit* o *block de notas*) o en en editor de $\text{\LaTeX}$ (*Kile*, *LyX*, *T_EXmaker*, *LEd*, *T_EXmacs* o *T_EXnicCenter*) hay que editar el archivo nombrado `primer.tex` y escribir el texto siguiente:

```
\documentclass[ ]{report}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\begin{document}
\author{Act.~ José Antonio Climent Hernández}
\title{Manual básico \ para describir \LaTeX}
\date{}
\maketitle
Este es el contenido del archivo llamado \texttt{primer.tex}.
\end{document}
```

Al salvar ¹ y compilar ² el archivo `primer.tex` se obtiene el archivo `primer.dvi` y en la primera página se observa el resultado siguiente:



Gráfica 2.1: Primera página del archivo `primer.dvi`

En la segunda página se puede leer el párrafo siguiente:

Este es el contenido del archivo llamado `primer.tex`.

¹Guardar el archivo en el disco duro o en algún dispositivo de almacenamiento.

²La forma más sencilla es escribir el comando de $\text{\LaTeX}$ en la ruta donde se encuentra el archivo (`latex primer.tex`).

2.2. Estructurar los documentos $\text{\LaTeX}$

Los archivos de $\text{\LaTeX}$ deben incluir los comandos que indican como estructurar el contenido del documento.

```
%Estructura general del documento
\documentclass[opciones]{clase}
\usepackage[opciones]{paquetes}
%Contenido del documento
\begin{document}
Aquí se encuentra el contenido del documento.
\end{document}
```

2.3. Formato de los documentos $\text{\LaTeX}$

$\text{\LaTeX}$ utiliza clases y paquetes. Las clases son obligatorias, solo se puede utilizar una clase para todo el documento y ésta tiene rango superior a los paquetes. Los paquetes son opcionales, son usados en la clase seleccionada para el documento y afectan características particulares del documento.

2.3.1. Clases para los documentos $\text{\LaTeX}$

Se debe especificar a $\text{\LaTeX}$ la clase de documento que se debe crear.

CLASE	UTILIDAD
<i>article</i>	Para escribir artículos de revistas especializadas, ponencias, trabajos de difusión o divulgación, trabajos de congresos o seminarios, informes, solicitudes, dictámenes, descripción de programas, invitaciones y otros.
<i>report</i>	Para escribir informes extensos, proyectos de fin de carrera, tesis, libros, disertaciones, guiones y similares.
<i>book</i>	Para escribir libros.
<i>letter</i>	Para escribir cartas o memorandos.
<i>slides</i>	Para crear transparencias.

Tabla 2.2: Clases de los documentos $\text{\LaTeX}$

Ejemplo 2. Estructura de los documentos $\text{\LaTeX}$.

```
\documentclass{article}
\begin{document}
El artículo.
\end{document}
```

Al compilar con $\text{\LaTeX}$ el archivo del Ejemplo 2 se obtiene un documento de estilo artículo con formato de impresión para una sola cara del papel (los márgenes son iguales en todas la páginas) tamaño carta, el contenido del documento es presentado con tipografía de 10 puntos de altura, en una sola columna y sin título en el encabezado.

La sintaxis del comando `\documentclass` es la siguiente:

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

Observación. Para especificar varias opciones es necesario separar éstas mediante comas.

Ejemplo 3. Especificar varias opciones para el estilo reporte.

```
\documentclass[12pt,twoside]{report}
```

El argumento `opciones` (es opcional: `\documentclass{estilo}`) permite modificar las características estándar³ del estilo seleccionado. Mediante este argumento se pueden definir las opciones siguientes:

- El tamaño de la tipografía (el tamaño estándar es 10 puntos).

TAMAÑO TIPOGRAFÍA	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
10pt	Estándar	Estándar	Estándar
11pt	Especificar	Especificar	Especificar
12pt	Especificar	Especificar	Especificar

Tabla 2.3: Tamaño de la tipografía

- El tamaño del papel (el tamaño estándar es carta).

TAMAÑO PAPEL	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
letterpaper	Estándar	Estándar	Estándar
a4paper	Especificar	Especificar	Especificar
a5paper	Especificar	Especificar	Especificar
b5paper	Especificar	Especificar	Especificar
legalpaper	Especificar	Especificar	Especificar
executivepaper	Especificar	Especificar	Especificar

Tabla 2.4: Tamaño del papel

³No es necesario especificar las características estándar.

- El modo en el que se debe procesar el documento (el estándar es modo final).

MODO PROCESAR	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
<i>final</i>	Estándar	Estándar	Estándar
<i>draft</i>	Especificar	Especificar	Especificar

Tabla 2.5: Modo en que se debe procesar el documento

Observación. El modo borrador (*draft*) marca con un rectángulo las líneas que rebasan los márgenes definidos.

- El modo en que se debe generar el documento (una cara o dos caras) ⁴.

MODO GENERAR	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
<i>twoside</i>	Especificar	Especificar	Estándar
<i>oneside</i>	Estándar	Estándar	Especificar

Tabla 2.6: Modo en que se debe generar el documento

Observación. El modo dos caras (*twoside*) usa márgenes simétricos, lo que distingue los márgenes, los encabezados y los pies de página de las páginas derechas e izquierdas.

- La página en que deben comenzar los capítulos (derecha o en la siguiente disponible) ⁷.

COMENZAR CAPÍTULOS	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
<i>openright</i>	No disponible	Especificar	Estándar
<i>openany</i>	No disponible	Estándar	Especificar

Tabla 2.7: Página en que deben comenzar los capítulos del documento

Observación. La opción abrir por la derecha (*openright*) especifica que los capítulos del documento deben comenzar solo en páginas derechas. La opción abrir cualquiera (*openany*) especifica que los capítulos del documento deben comenzar en la página siguiente, independientemente si es lado derecho o izquierdo.

- El número de columnas en las que se debe generar el documento ⁷.

NÚMERO COLUMNAS	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
<i>onecolumn</i>	Estándar	Estándar	Estándar
<i>twocolumn</i>	Especificar	Especificar	Especificar

Tabla 2.8: Número de columnas en las que se debe generar el contenido del documento

Observación. La opción dos columnas (*twocolumn*) especifica que el contenido del documento se debe presentar en dos columnas.

⁴Esta opción no está disponible en el estilo *slide*.

- La página en que se debe generar el título del documento (independiente o en la misma).

GENERAR TÍTULO	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
<i>titlepage</i>	Especificar	Estándar	Estándar
<i>notitlepage</i>	Estándar	Especificar	Especificar

Tabla 2.9: Página en que se debe generar el título del documento

Observación. La opción sin título (*notitlepage*) indica que el texto continúa inmediatamente después del título y en la misma página que éste.

- La orientación del papel (el estándar es vertical).

ORIENTACIÓN PAPEL	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
<i>portrait</i>	Estándar	Estándar	Estándar
<i>landscape</i>	Especificar	Especificar	Especificar

Tabla 2.10: Orientación del papel

- La posición de las ecuaciones (el estándar es centrada).

POSICIÓN ECUACIONES	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
<i>centred</i>	Estándar	Estándar	Estándar
<i>fleqn</i>	Especificar	Especificar	Especificar

Tabla 2.11: Posición de las ecuaciones en el documento

- La posición de la numeración de la ecuaciones (el estándar es a la derecha).

NUMERACIÓN ECUACIONES	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
<i>right side</i>	Estándar	Estándar	Estándar
<i>leqno</i>	Especificar	Especificar	Especificar

Tabla 2.12: Posición de la numeración de las ecuaciones en el documento

2.4. Unidades de estructura de los documentos $\text{\LaTeX}$

Los documentos escritos con $\text{\LaTeX}$ pueden ser divididos a través de unidades de estructura, las cuales están organizadas jerárquicamente.

El usar los comandos para las unidades de estructura tiene las consecuencias siguientes:

- Separar las unidades de estructura.
- Actualizar de manera automática el contador para cada unidad de estructura.
 - Indicar el número de la unidad de estructura seguido del título de ésta.
- Incluir la unidad de estructura en el índice general.
 - Indicar el número para cada unidad de estructura seguido del título de ésta.
 - Indicar el número de página en el que se encuentra ubicada cada unidad de estructura.

Observación. Las unidades de estructura que son numeradas e incluidas en el índice general son: las partes, los capítulos, las secciones y las subsecciones.

2.4.1. Unidades de estructura de las clases

Las unidades de estructura permiten ordenar los documentos en partes, capítulos, secciones, subsecciones, subsubsecciones, párrafos subpárrafos y apéndices.

UNIDAD	CLASE		
	<i>article</i>	<i>report</i>	<i>book</i>
Parte	<code>\part{}</code>	<code>\part{}</code>	<code>\part{}</code>
Capítulo	No disponible	<code>\chapter{}</code>	<code>\chapter{}</code>
Sección	<code>\section{}</code>	<code>\section{}</code>	<code>\section{}</code>
Subsección	<code>\subsection{}</code>	<code>\subsection{}</code>	<code>\subsection{}</code>
Subsubsección	<code>\subsubsection{}</code>	<code>\subsubsection{}</code>	<code>\subsubsection{}</code>
Párrafo	<code>\paragraph{}</code>	<code>\paragraph{}</code>	<code>\paragraph{}</code>
Subpárrafo	<code>\subparagraph{}</code>	<code>\subparagraph{}</code>	<code>\subparagraph{}</code>

Tabla 2.13: Jerarquía de las unidades de estructura

La sintaxis es la siguiente:

```
\comando[indice]{titulo} %Se usa para numerar la unidad de estructura.
\comando*[indice]{titulo} %Se usa para no numerar la unidad de estructura.
```

El comando puede ser cualquiera de las unidades de estructura de las clases (*part*, *chapter*, *section*, *subsection*, *subsubsection*, *paragraph*⁵, *subparagraph*).

Cuando el título de alguna unidad de estructura rebasa el tamaño del ancho de la página, se puede usar un título corto (argumento opcional *indice*) para que éste se pueda utilizar en el Índice general y en el encabezado de la página.

El argumento *indice* (es opcional: `\comando{titulo}`) se utiliza cuando se desea que éste aparezca en el Índice general y en el encabezado de la página en lugar del argumento *titulo*.

⁵No es necesario dividir el documento en subsección o subsubsección para definir algún párrafo.

El argumento `titulo` es el nombre deseado para la unidad de estructura de las clases, este nombre aparece al comenzar la unidad de estructura correspondiente, puede aparecer en el encabezado de las páginas y en el Índice general.

Ejemplo 4. Unidades de estructura de un documento en $\text{\LaTeX}$.

```
\documentclass[12pt,twoside,openright]{report}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\begin{document}
\author{Act.~ José Antonio Climent Hernández}
\title{Manual básico \\\ para describir \LaTeX}
\date{}
\maketitle
\begin{abstract}Resumen\end{abstract}
\chapter*{Introducción}\label{intro}
\tableofcontents
\part{Artículos, reportes y tesis}\label{p1}
\chapter{Antecedentes}\label{c1}
\section{Ventajas}\label{s1} ...
\subparagraph{Ejemplo}\label{SPa1}
\section{Desventajas}\label{s2} ...
\chapter{Escribir documentos}\label{c2} ...
\part{Presentaciones}\label{p2}
\chapter{Antecedentes}\label{c3} ...
\appendix
\chapter{Clases}\label{a1} ...
\listoffigures
\listoftables
\end{document}
```

Al compilar con $\text{\LaTeX}$ el archivo del Ejemplo 4 se obtiene un documento con estilo reporte, tipografía de 12 puntos en el contenido del documento, formato de impresión para dos caras, papel tamaño carta, el contenido en una sola columna, sin título en el encabezado de cada página y numeración en el pie de página. El contenido del documento presenta en la portada el título y los autores. En las páginas siguientes presenta el Resumen, el Índice general, Parte I con el Capítulo 1 y con la jerarquía de unidades de estructura, el Capítulo 2, Parte II, Capítulo 3, Apéndice A, el Índice de cuadros y el Índice de figuras.

2.4.2. Unidades de estructura para el estilo libro (*book*)

En el estilo libro (*book*) se pueden crear unidades de estructura que dividen la publicación al usar los comandos siguientes:

1. `\frontmatter`

Lo que está contenido en la unidad de estructura `\frontmatter` debe ser incluido en el índice general con numeración romana (solo los capítulos: `\chapter{}`⁶), sin embargo las unidades de estructura (capítulos, secciones, subsecciones) no son numeradas (son separadas y se indica el título), lo que permite incluir el título del documento, el resumen, los agradecimientos, el prefacio y la introducción. Es la parte frontal del documento.

2. `\mainmatter`

Lo que está contenido en la unidad de estructura `\mainmatter` debe ser incluido en el índice general con numeración arábica⁷, las unidades de estructura (partes, capítulos, secciones, subsecciones) son numeradas. Es la parte principal del documento.

En esta unidad de estructura se pueden incluir los apéndices al usar el comando `\appendix`. Este comando no recibe argumentos, cambia el nombre de la unidad de estructura de capítulo por apéndice y cambia la numeración de la unidad de estructura por letras mayúsculas (la numeración de las páginas continúa siendo arábica).

3. `\backmatter`

Lo que está contenido en la unidad de estructura `\backmatter` debe ser incluido en el índice general con numeración arábica (solo los capítulos: `\chapter{}`⁶), las unidades de estructura (capítulos, secciones, subsecciones) no son numeradas (son separadas y se indica el título), lo que permite incluir conclusiones generales, notas finales, bibliografía y los índices de materias. Es la parte final del documento.

Observación. Al utilizar las unidades de estructura se puede crear un archivo por cada capítulo (`Resumen.tex`, `Introduccion.tex`, `Antecedentes.tex`) y para incluir el contenido de cada archivo se debe emplear el comando siguiente: `\include{archivo}`⁸.

⁶No se incluyen las unidades de estructura de menor jerarquía.

⁷Se incluyen las unidades de estructura de menor jerarquía.

⁸Es suficiente escribir el nombre del archivo (sin la extensión).

Ejemplo 5. Unidades de estructura de un documento en $\text{\LaTeX}$.

```
\documentclass[spanish,12pt]{book}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\begin{document}
\author{Act.~ José Antonio Climent Hernández}
\title{Manual básico \ para describir \LaTeX}
\date{}
\maketitle
\frontmatter
\include{Resumen}
\include{Introduccion}
\tableofcontents
\mainmatter
\part{Artículos, reportes y tesis}\label{p1}
\include{Antecedentes} ...
\part{Presentaciones}\label{p2}
\include{Beamer} ...
\appendix
\include{Clases} ...
\backmatter
\listoffigures
\listoftables
\bibliography{Bibliografia}
\end{document}
```

2.5. Paquetes para los documentos $\text{\LaTeX}$

Al escribir algún documento puede ser que el sistema de $\text{\LaTeX}$ no sea suficiente para satisfacer las necesidades. Los paquetes pueden ser usados para las clases (estilos), afectan parámetros específicos como: incluir gráficos, incluir texto en color, incluir código fuente e incluir tipografía adicional.

La sintaxis para activar los paquetes es la siguiente:

```
\usepackage[opciones]{paquete}
```

El argumento `paquete` es el nombre del paquete necesario.

El argumento `opciones` (es opcional: `\usepackage{paquete}`) es el conjunto de palabras que activan la funcionalidad del paquete.

Algunos paquetes que están incluidos en el sistema $\text{\LaTeX 2}_\epsilon$ son los siguientes:

PAQUETE	UTILIDAD
alltt	Definir el entorno alltt que es parecido al entorno verbatim, excepto que los caracteres especiales $\backslash$, $\{$ y $\}$ tienen la funcionalidad habitual.
amslatex	$\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$ $\text{\LaTeX}$ es un conjunto de paquetes para escribir Matemáticas desarrollado por la <i>American Mathematical Society</i> para producir y representar expresiones matemáticas de acuerdo a los estándares de publicación. Incluye el paquete amsmath.
amsmath	Proporcionar comandos para la escritura de expresiones matemáticas de mayor complejidad.
babel	Soportar lenguajes diversos, entre ellos el español.
doc	Procesar la documentación de programas de $\text{\LaTeX}$.
excale	Proporcionar versiones escaladas de los tipos adicionales para matemáticas.
fontenc	Especificar la codificación de tipo que debe usar $\text{\LaTeX}$.
graphics	Incluir y transformar gráficos producidos en otros programas.
graphpap	Permitir el uso del comando $\backslash\text{graphpaper}$, el cual es para dibujar cuadriculados y mayas.
ifthen	Proporcionar comandos de la forma: $\text{if} \dots \text{then} \dots \text{else}$.
inputenc	Especificar la codificación de tipos para los documentos $\text{\LaTeX}$.
latexsym	Cargar los tipos <i>symbol</i> .
makeidx	Proporcionar comandos para producir el índices alfabético.
syntonly	Procesar los documentos $\text{\LaTeX}$ sin producir algún documento de salida al compilar. Se utiliza para verificar que no hay errores en la sintaxis.

Tabla 2.14: Paquetes incluidos en el sistema $\text{\LaTeX 2}_\epsilon$

En el Ejemplo 5 se emplean los paquetes siguientes:

```
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[latin1]{inputenc}
```

El paquete babel soporta diferentes lenguajes y mediante la opción spanish se indica a $\text{\LaTeX}$ que el documento está escrito en español, por lo que al compilar el archivo, los títulos son generados en español (Resumen, Índice general, Parte I, Capítulo 1, Capítulo 2, Parte II, Capítulo 3, Apéndice A, Índice de figuras e Índice de cuadros.).

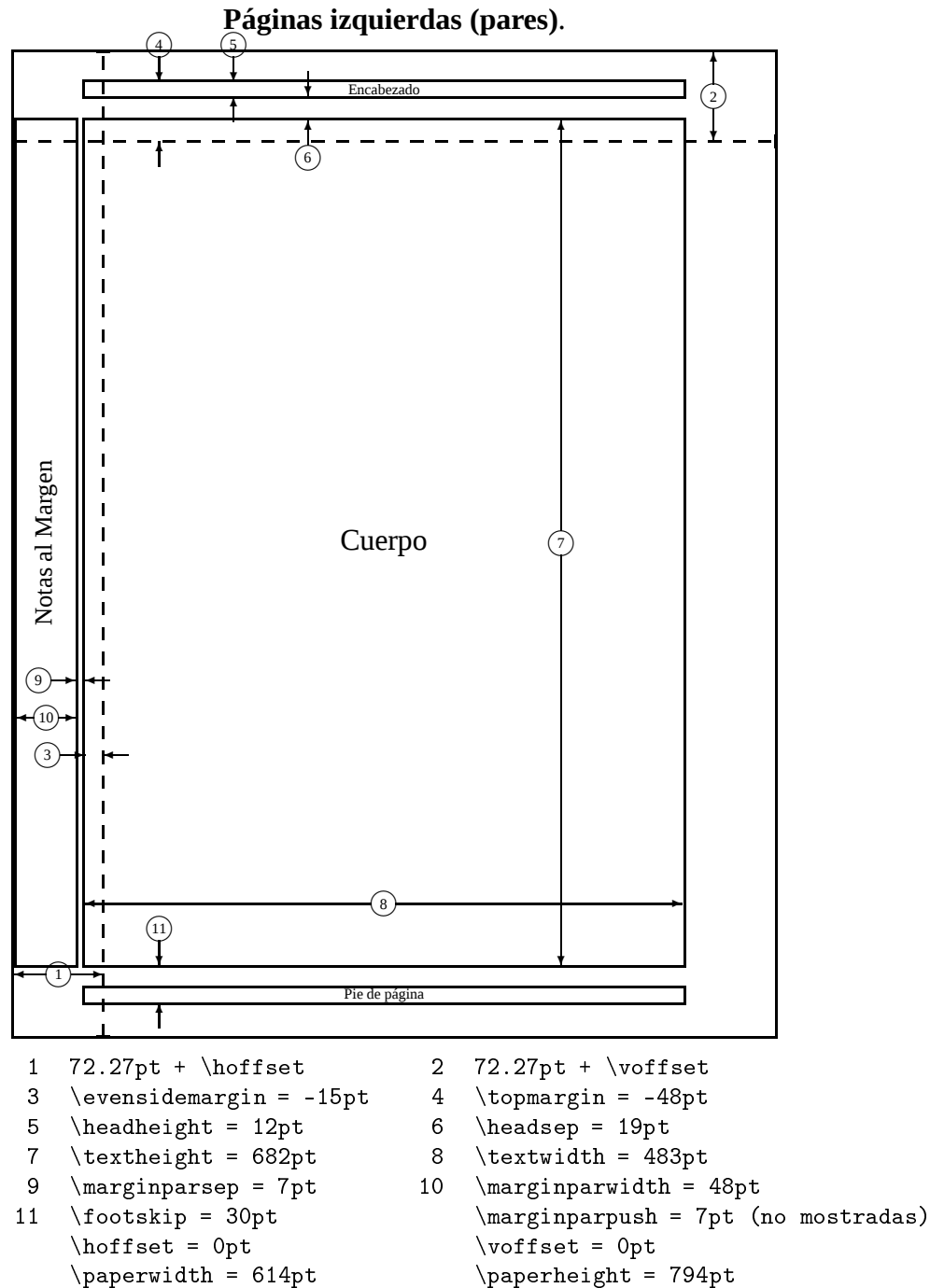
Al omitir el comando $\backslash\text{usepackage[spanish]{babel}}$ el resultado de los títulos es en inglés (*Abstract, Contents, Part I, Chapter 1, Chapter 2, Part II, Chapter 3, Appendix A, List of Figures y List of Tables.*).

El paquete inputenc especifica la codificación de tipos y mediante la opción latin1 permite escribir con acentos, tildes, símbolos de admiración e interrogación directamente en el archivo $\text{\LaTeX}$: $\backslash\text{author}\{\text{Act.} \sim \text{José Antonio Climent Hernández}\}$.

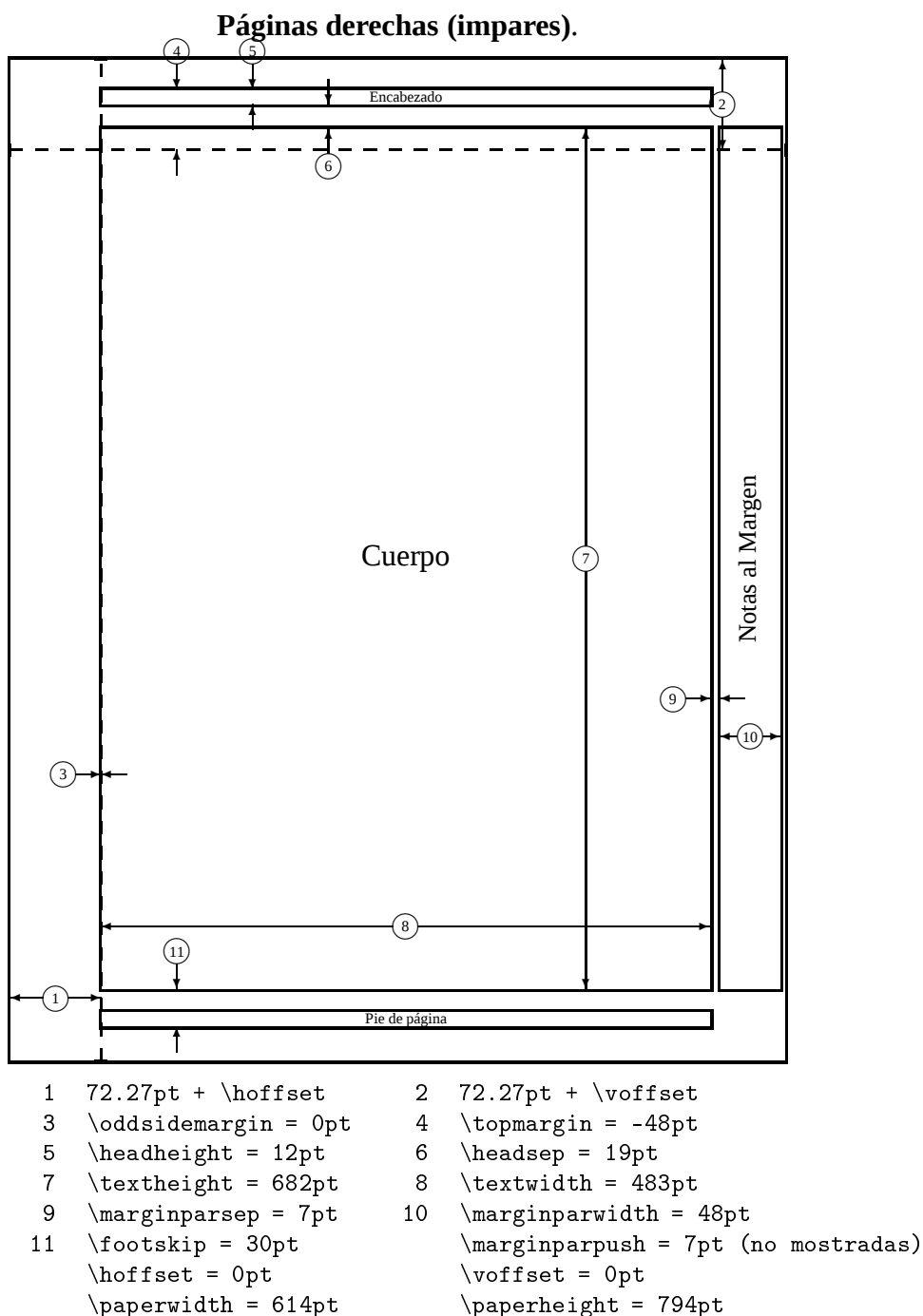
En lugar de: $\backslash\text{author}\{\text{Act. Jos}\backslash\text{'e Antonio Climent Hern}\backslash\text{'andez}\}$.

2.6. Parámetros para diseñar las páginas del documento

Al seleccionar el estilo del documento y el tamaño del papel, $\text{\LaTeX}$ determina los márgenes del documento, sin embargo estos parámetros se pueden modificar.



Gráfica 2.2: Parámetros de diseño para las páginas izquierdas del documento



Gráfica 2.3: Parámetros de diseño para las páginas derechas del documento

Los parámetros para controlar la ubicación del texto ⁹ en las páginas del documento con estilo libro (*book*) se muestran en la gráfica 2.3 y en la gráfica 2.2.

Observación. Los parámetros de la gráfica 2.3 y de la gráfica 2.2 están basados en las definiciones de este documento.

⁹Para producir los parámetros del diseño de página, fue necesario usar el paquete *layout*.

2.6.1. Modificar los márgenes del documento

Para modificar los márgenes predeterminados en el estilo del documento se tienen los comandos siguientes:

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
<code>\oddsidemargin</code>	Distancia entre el borde izquierdo del papel y el cuerpo del documento más 2.54 centímetros (72pt).
<code>\evensidemargin</code>	Distancia entre el borde izquierdo del papel y el cuerpo del documento más 2.54 centímetros (Únicamente tiene efecto en las páginas impares).
<code>\topmargin</code>	Distancia entre el borde superior del papel y el encabezado del documento más 2.54 centímetros.
<code>\headheight</code>	Altura del encabezado del documento.
<code>\headsep</code>	Distancia del encabezado del documento al cuerpo del documento.
<code>\textheight</code>	Altura del cuerpo del documento.
<code>\textwidth</code>	Ancho del cuerpo del documento.
<code>\marginparsep</code>	Separación entre las notas al margen y el cuerpo del documento.
<code>\marginparwidth</code>	Ancho de las notas al margen.
<code>\footskip</code>	Distancia del cuerpo del documento al pie de página.
<code>\hoffset</code>	Distancia horizontal.
<code>\voffset</code>	Distancia vertical.

Tabla 2.15: Comandos para modificar los márgenes estándar del documento.

Observación. El comando `\evensidemargin` únicamente permite modificar la longitud estándar de las páginas impares (derechas) cuando el modo para generar el documento es a dos caras (*twoside*), cuando el modo para generar el documento es a una cara (*oneside*) el comando `\evensidemargin` no tiene efecto. El comando `\oddsidemargin` únicamente permite modificar la longitud estándar de las páginas pares (izquierdas) cuando el modo para generar el documento es a dos caras (*twoside*).

Ejemplo 6. Modificar los márgenes de un documento con estilo libro (*book*).

```

\documentclass[spanish,12pt]{book}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[latin1]{inputenc}

\oddsidemargin 0.0cm
\evensidemargin -0.54cm
\topmargin -1.7cm
\headsep 0.7cm
\textheight 24.0cm
\textwidth 17.0cm
\marginparwidth 1.7cm

\begin{document}
\end{document}

```

En el Ejemplo 6 la distancia del margen izquierdo de las páginas impares (derechas) es de 72.27 puntos más cero centímetros, la distancia del margen izquierdo de las páginas pares (izquierdas) es de 72.27 puntos menos 54 diezmilímetros (0.54 centímetros), la distancia del margen superior es de 72.27 puntos menos 17 milímetros (1.7 centímetros), la distancia del encabezado al cuerpo del documento es de 7 milímetros (0.7 centímetros), la altura del cuerpo del documento es de 24 centímetros, el ancho del cuerpo del documento es de 17 centímetros y el ancho de las notas al margen del cuerpo del documento es de 17 milímetros (1.7 centímetros). Los parámetros que no fueron modificados permanecen con la longitud estándar definida en el estilo libro (*book*) tal y como se muestra en la Tabla 2.16. Los parámetros pueden ser definidos mediante el comando: `\setlength{\parametro}{longitud}`¹⁰ o de forma equivalente mediante el comando: `\addtolength\parametro{longitud}`.

Observación. El margen inferior se puede deducir mediante la longitud del comando `\topmargin` y la longitud del comando `\textheight` ya que el tamaño del papel es carta para el estilo libro. Análogamente se pueden deducir los márgenes derechos de las páginas derechas e izquierdas.

2.6.2. Modificar los parámetros de diseño del documento

Para modificar el valor definido de los parámetros es necesario utilizar el comando siguiente:

```
\addtolength{\parametro}{longitud}
```

O de forma equivalente:

```
\addtolength\parametro{longitud}
```

La longitud estándar de los parámetros se presenta en la tabla siguiente:

PARÁMETRO	LONGITUD
<code>\oddsidemargin</code>	22pt
<code>\evensidemargin</code>	70pt
<code>\topmargin</code>	22pt
<code>\headheight</code>	12pt
<code>\headsep</code>	19pt
<code>\textheight</code>	595pt
<code>\textwidth</code>	360pt
<code>\marginparsep</code>	7pt
<code>\marginparwidth</code>	106pt
<code>\footskip</code>	27pt
<code>\hoffset</code>	0pt
<code>\voffset</code>	0pt

Tabla 2.16: Longitud estándar de los parámetros de diseño para el estilo libro

Observación. Los parámetros `\oddsidemargin`, `\evensidemargin` y `\topmargin` tienen la longitud estándar que se muestra en la Tabla 2.16 más una pulgada (72.27 puntos o 2.54 centímetros).

¹⁰Observar el Ejemplo 7.

2.6.3. Equivalencia entre las unidades de longitud

La equivalencia entre las unidades de longitud se presenta en la tabla siguiente:

PUNTOS	CENTÍMETROS	PULGADAS
72.27pt	2.54cm	1in

Tabla 2.17: Equivalencia entre las unidades de longitud.

Ejemplo 7. Agregar un centímetro de distancia entre el encabezado y el cuerpo del texto del Ejemplo 6 y a partir de la primera parte del libro del Ejemplo 5.

```
\documentclass[spanish,12pt]{book}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[latin1]{inputenc}

\setlength{\oddsidemargin}{0.0cm}
\setlength{\evensidemargin}{-0.54cm}
\setlength{\topmargin}{-1.7cm}
\setlength{\headsep}{0.7cm}
\setlength{\textheight}{24.0cm}
\setlength{\textwidth}{17.0cm}
\setlength{\marginparwidth}{1.7cm}

\begin{document}
\author{Act.~ José Antonio Climent Hernández}
\title{Manual básico \ para describir \LaTeX}
\date{}
\maketitle
\frontmatter
\include{Resumen}
\include{Introduccion}
\tableofcontents
\mainmatter

\addtolength{\headsep}{1cm}

\part{Artículos, reportes y tesis}\label{p1}
\include{Antecedentes} ...
\part{Presentaciones}\label{p2}
\include{Beamer} ...
\appendix
\include{Clases} ...
\backmatter
\listoffigures ...
\end{document}
```

Al colocar los comandos de la Tabla 2.15 en el preámbulo del documento, sirven para modificar todo el documento, esto es, son comandos GLOBALES.

Para modificar otros parámetros del documento, [L^AT_EX](#) cuenta con los comandos siguientes:

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
<code>\leftskip</code>	Distancia adicional para comenzar el renglón.
<code>\rightskip</code>	Distancia adicional para terminar el renglón.
<code>\parindent</code>	Longitud de la sangría.
<code>\parskip</code>	Distancia entre párrafos.

Tabla 2.18: Comandos adicionales para modificar los parámetros de diseño del documento

Observación. Al colocar los comandos `\parindent` y `\parskip` ¹¹. en el preámbulo de documento, se modifica la longitud de la sangría y el espacio entre párrafos del documento. Al colocar los comandos `\parindent` y `\parskip` en el cuerpo del documento, se modifica la longitud de la sangría y el espacio entre párrafos a partir del párrafo siguiente de donde están colocados estos comandos y sólo en el archivo (capítulo) en el que se coloca. Los comandos `\leftskip` y `\rightskip` sólo se pueden usar en el contenido del documento.

2.6.4. Modificar el estilo de las páginas del documento

El contenido del encabezado y el pie de página del documento se puede determinar mediante el comando siguiente:

```
\pagestyle{opción}
```

El argumento `opcion` tiene las posibilidades siguientes:

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
<code>empty</code>	Indicar que el contenido del encabezado y el pie de página del documento es vacío.
<code>plain</code>	Indicar que el contenido del encabezado es vacío y el número de página está centrado en el pie de página (opción estándar para el estilo artículo y para el estilo reporte).
<code>headings</code>	Indicar que la información del encabezado depende del estilo de documento seleccionado (artículo, reporte o libro).
<code>myheadings</code>	Indicar que el contenido del encabezado es el número de página (parte externa de la página), la información contenida en el encabezado se puede personalizar mediante los comandos <code>\markboth{derecho}{izquierdo}</code> y <code>\markright{derecho}</code> y el pie de página va vacío.

Tabla 2.19: Estilos de página

¹¹Se recomienda no usar el comando `\parskip` ya que se modifican los espacios entre líneas del entorno lista. Se recomienda usar el paquete `parskip` (`\usepackage{parskip}`).

El contenido del encabezado (páginas pares) es el número de página, el número de capítulo, capítulo o el número de sección, sección, número de página (páginas impares) y el contenido del pie de página es vacío (opción estándar para el estilo libro).

2.6.5. Personalizar el encabezado de las páginas del documento

Al utilizar el comando `\pagestyle{myheadings}` la información contenida en el encabezado se puede personalizar al utilizar los comandos siguientes:

```
\markboth{encabezado derecho}{Encabezado izquierdo}
\markright{encabezado derecho}
```

Al emplear el modo a dos caras (*towside*) se puede personalizar el encabezado izquierdo y el encabezado derecho de las páginas del documento y se debe utilizar el comando `\markboth{}`. El contenido del encabezado izquierdo es generado mediante el argumento `encabezado izquierdo`, mientras que el encabezado derecho es generado por el argumento `encabezado derecho`.

Al emplear el modo a una cara (*oneside*) todas las páginas son consideradas como derechas y se puede personalizar el contenido del encabezado del documento al utilizar el comando `\markright{}`. El contenido del encabezado derecho es generado por el argumento `encabezado derecho`.

Observación. Los comandos `\markboth{}` y `\markright{}` son GLOBALES al estar en el preámbulo del documento y son LOCALES al estar en el cuerpo del documento.

Al usar el parámetro `headings` en el comando `\pagestyle{}`, entonces **L^AT_EX** asigna valores a los comandos `\chaptermark{}` y `\sectionmark{}` a través de los comandos `\markboth{}` y `\markright{}` para generar los encabezados del estilo libro como se puede observar en la tabla siguiente:

MODO	MARCA DE ESTILO	
	IZQUIERDA	DERECHA
twoside	<code>\renewcommand*{\chaptermark}[1]{\markboth{\MakeUppercase{\chaptername\ \thechapter.\ #1}}{}}</code>	<code>\renewcommand*{\sectionmark}[1]{\markright{\MakeUppercase{\thesection.\ #1}}}</code>
oneside	No aplica	<code>\renewcommand*{\chaptermark}[1]{\markright{\MakeUppercase{\chaptername\ \thechapter.\ #1}}}</code>

Tabla 2.20: Marcas de estilo para la clase libro

Ejemplo 8. Modificar las marcas de los encabezados.

```
\renewcommand{\chaptermark}[1]{\markboth{\chaptername \thechapter. #1}{}}
\renewcommand{\sectionmark}[1]{\markright{\thesection #1}}
```

Mediante el comando `\renewcommand{comando}[argumentos]{definicion}`¹² se modifica el contenido de las marcas del encabezado como sigue:

Al anexas las líneas del Ejemplo 8 en el preámbulo del documento, a partir de la línea siguiente el contenido del encabezado (páginas pares) es el número de página, el número de capítulo, capítulo. El número de sección, sección, número de página (páginas impares). En ambos casos (páginas izquierdas y derechas), se omiten las letras mayúsculas, excepto que así se indique en la marca correspondiente (capítulo y sección) y el contenido del pie de página es vacío.

2.6.6. Numerar las páginas del documento

El contenido del encabezado y el pie de página, usualmente incluyen el número de página, el cual es útil para los lectores del documento al poder ubicar en el índice general el capítulo, la sección, la bisección y el número de página en el que se encuentra.

La usar el comando `\pagenumbering{estilo}` se puede especificar, mediante el argumento `estilo` alguna de las opciones siguientes:

ESTILO	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
arabic	Numeración arábica (estilo estándar).	1, 2, 3, . . .
roman	Numeración romana en minúscula	I, II, III, . . .
Roman	Numeración romana en mayúscula	I, II, III, . . .
alph	Numeración alfabética en minúscula	a, b, c, . . .
Alph	Numeración alfabética en mayúscula	A, B, C, . . .

Tabla 2.21: Estilos de numeración

Debido a que en español los números romanos en minúscula se consideran una falta de ortografía, al utilizar el paquete `babel` con la opción `spanish`, la distribución de [L^AT_EX](#) (tetex-latex-3.0-36.fc6) de Fedora Core 6 debe usar tipografía en versales para evitar la falta ortográfica al utilizar los numeradores con esta definición.

Observación. Al utilizar el comando `\pagestyle{empty}`, [L^AT_EX](#) asigna numeración a cada página, sin embargo no se imprime el número de página.

¹²Este manual básico para describir [L^AT_EX](#) tiene una sección (página 184) para definir comandos. Más información a cerca de éste comando en [1].

2.7. Conclusiones

Para aprender a escribir documentos en $\text{\LaTeX}$ se requiere de más tiempo que aprender a escribir documentos en los sistemas WYSIWYG. Hay que conocer los caracteres especiales y los comandos que permiten estructurar los documentos y obtener el formato a través de las unidades de estructura de los estilos y las opciones que éstos proporcionan para seleccionar el tamaño de los tipos, el tamaño del papel, el número de columnas en las que se distribuye el contenido del documento y la orientación del papel. Los paquetes facilitan el uso de parámetros para incluir y generar gráficas, texto en color y tipos adicionales. Los parámetros para diseñar las páginas del documento permiten modificar los márgenes del documento, personalizar el contenido de los encabezados, de los pies de página y numerar las páginas con diferentes formatos. Mediante la descripción que se ha realizado se puede dar formato a los documentos escritos en $\text{\LaTeX}$ mediante los comandos en el preámbulo y estructurar el contenido a través de usar las unidades de estructura por lo cual resta escribir el contenido del documento.

Con lo descrito hasta el momento se pueden personalizar los estilos, dar formato y estructurar un documento en $\text{\LaTeX}$.

Al adquirir experiencia en el uso de comandos y paquetes se pueden crear estilos personalizados, los cuales definen el formato y estructura total del documento, por ejemplo artículos, reportes, tesis y libros.

Para ampliar los conocimientos se puede consultar la referencia bibliográfica en la página 213.

Capítulo 3

Escribir textos en $\text{\LaTeX}$

Al concluir el protocolo de investigación se debe comenzar a escribir el resultado de la investigación realizada, ésto se puede plasmar en un artículo, un reporte, una tesis o un libro.

3.1. Titular los documentos en $\text{\LaTeX}$

El trabajo de investigación debe tener un título y para realizar la página del título $\text{\LaTeX}$ tiene los comandos siguientes:

COMANDO	DESCRIPCIÓN
<code>\title{Título}</code>	Título del documento.
<code>\author{Autores}</code>	Lista de los autores.
<code>\date{Fecha}</code>	Fecha que debe tener el documento.
<code>\thanks{Agradecimientos}</code>	Produce una nota al pie de página para los agradecimientos.

Tabla 3.1: Comandos para titular documentos en $\text{\LaTeX}$

El comando `\title{Título}` tiene el argumento `Título`, el cual es el título del documento.

Observación. Se puede usar el comando `\\` para comenzar otro renglón cuando el título es demasiado extenso.

El comando `\author{Autores}` tiene el argumento `Autores`, el cual contiene a los autores del documento, los cuales deben estar separados mediante el comando `\and`.

Observación. Se puede usar el comando `\\` para comenzar otro renglón con información (institución ó dirección electrónica) de cada autor.

El comando `\date{Fecha}` tiene el argumento `Fecha`, el cual contiene el texto con la fecha que se debe imprimir en el documento.

Observación. Al no usar el comando `\date{Fecha}`, $\text{\LaTeX}$ imprime la fecha del sistema al compilar el documento y al usar el comando `\date{}` sin argumento, $\text{\LaTeX}$ no imprime la fecha en el documento.

El comando `\thanks{Agradecimientos}` tiene el argumento `Agradecimientos`, el cual contiene los agradecimientos ó comentarios acerca del título ó los autores del documento.

Observación. Se puede omitir el comando `\thanks{Agradecimientos}`.

Ejemplo 9. Anexar un segundo autor y para cada uno de ellos anexar la institución, correo electrónico, un agradecimiento para el segundo autor y la fecha actual del sistema en español usando el código del Ejemplo 1.

```
\documentclass[12pt]{book}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage{url}

\begin{document}
\title{\Huge{Manual básico \\ para describir \textcolor{blue}{\LaTeX}}}
\author{
  Act.~ José Antonio Climent Hernández \\
  Departamento de Matemáticas \\
  Facultad de Ciencias \\
  Universidad Nacional Autónoma de México \\
  \url{jach@fciencias.unam.mx}
  \and
  Dr.~ Leslie Lamport \\
  Microsoft Corporation \\
  \url{lamport@microsoft.com}
  \thanks{Deseo agradecer a \emph{Leslie Lamport}
  por facilitar la creación de textos técnicos
  y científicos mediante \textcolor{blue}{\LaTeX}.}}
\date{\today}

\maketitle
\end{document}
```

Al compilar el código del Ejemplo 9 se obtiene la página del título del documento “Manual básico para describir $\text{\LaTeX}$ ”, en dos renglones con la tipografía más grande que el estilo libro permite (`\Huge{Manual básico \\ para describir \LaTeX}`). Para anexar la institución y correo electrónico al primer autor es necesario usar el comando `\\` en el argumento Autores del comando `\author{Autores}` de la forma siguiente:

```
\author{Act. José Antonio Climent Hernández \\
  Departamento de Matemáticas \\
  Facultad de Ciencias \\
  Universidad Nacional Autónoma de México \\
  \url{jach@fciencias.unam.mx}}
```

Manual básico para describir $\text{\LaTeX}$

Act. José Antonio Climent Hernández
Departamento de Matemáticas
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional Autónoma de México
`jach@ciencias.unam.mx`

Dr. Leslie Lamport
Microsoft Corporation
`lamport@microsoft.com`¹

10 de septiembre de 2008

¹Deseo agradecer a *Leslie Lamport* por facilitar la creación de textos técnicos y científicos mediante $\text{\LaTeX}$.

Gráfica 3.1: Página del título

Para anexar al segundo autor es necesario usar el comando `\and` en el argumento del comando `\author{Autores}` de la forma siguiente:

```
\author{
Act. José Antonio Climent Hernández \\
Departamento de Matemáticas \\
Facultad de Ciencias \\
Universidad Nacional Autónoma de México \\
\url{jach@fciencias.unam.mx}
\and
Dr. Leslie Lamport \\
Microsoft Corporation \\
\url{lamport@microsoft.com}
\thanks{Deseo agradecer a \emph{Leslie Lamport}
por facilitar la creación de textos técnicos
y científicos mediante \LaTeX.}}
```

Observación. Para utilizar el comando `\url{jach@fciencias.unam.mx}` es necesario incluir el paquete `\usepackage{url}`. El agradecimiento es para el segundo autor.

Al usar el comando `\date{\today}` se imprime la fecha actual del sistema en el que se compila el código y al incluir el paquete `babel` (`\usepackage[spanish]{babel}`) con la opción `[spanish]`, la información se imprime en español como se puede observar en la Gráfica 3.1 (página 31).

Observación. El comando `\maketitle` es para imprimir la página del título en el documento.

3.1.1. Titular los documentos en **L^AT_EX** usando el entorno `titlepage`

En caso de que el formato estándar de **L^AT_EX** no sea suficiente se puede generar la página del título al usar el entorno siguiente:

```
\begin{titlepage}
\end{titlepage}
```

En el entorno se pueden incluir texto y gráficas.

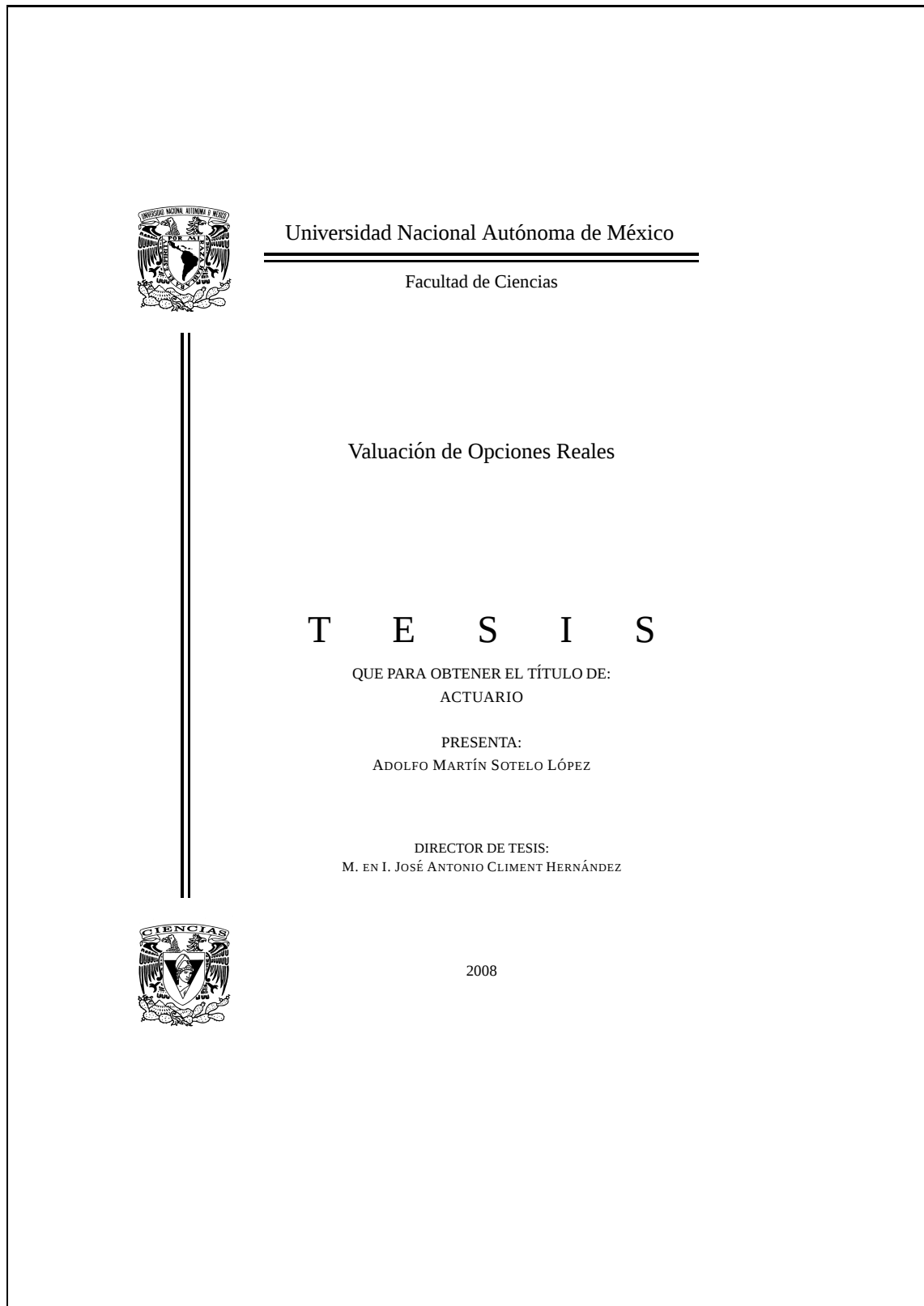
Ejemplo 10. Hacer la portada para tesis con los escudos de la Universidad Nacional Autónoma de México y la Facultad de Ciencias.

```
\documentclass{book}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage[dvips]{graphicx}

\begin{document}
\begin{titlepage}
\begin{center}
\hspace{-1.5cm}
\begin{minipage}[c][10cm][s]{3cm}
\begin{center}
\includegraphics[height=2.6cm]{img/Unam.eps}\[10pt]
\hspace{2pt}\vrule width2pt height13cm\hspace{1mm}
\vrule width1pt height13cm\[10pt]
\includegraphics[height=2.6cm]{img/Ciencias.ps}
\end{center}
\end{minipage}\quad
\begin{minipage}[c][9.0cm][s]{10cm}
\begin{center}
{\Large Universidad Nacional Autónoma de México}\vspace{0.3cm}
\hrule height2pt \vspace{0.1cm}
\hrule height1pt \vspace{0.3cm}
{\large Facultad de Ciencias}\vspace{3.5cm}
{\Large Valuación de Opciones Reales}\vspace{3.5cm}
\makebox[8cm][s]{\Huge T E S I S}\[12pt]
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:\[3pt]
{\scshape ACTUARIO}\[18pt]
PRESENTA:\[3pt]
{\scshape Adolfo Martín Sotelo López}\vspace{1.5cm}
{\small DIRECTOR DE TESIS:\[3pt]
{\scshape M.~ en~ I.~ José Antonio Climent Hernández}}\vspace{2cm}
2008
\end{center}
\end{minipage}
\end{center}
\end{titlepage}
\end{document}
```

Al compilar el código ¹ del Ejemplo 10 se obtiene una página personalizada para el título del documento como se puede observar en la Gráfica 3.2 (página 34).

¹El código del Ejemplo 10 utiliza comandos de $\text{\TeX}$ y algunos otros de $\text{\LaTeX}$ que son analizados en las páginas siguientes de este manual.



Gráfica 3.2: Portada para tesis

3.2. Comentar documentos en $\text{\LaTeX}$

Al usar comandos en el preámbulo y en el contenido del documento es importante comentar los comandos para especificar lo que se está haciendo en cada parte del documento.

Al usar el caracter especial%, $\text{\LaTeX}$ interpreta los caracteres siguientes como comentarios del documento, por lo cual, éstos no están impresos en el documento.

Ejemplo 11. Documentar el código de Ejemplo 9.

```
%La
del documento es book con tipografía de 12 puntos.
\documentclass[12pt]{book}
%El paquete babel con la opción spanish traduce al español los títulos.
\usepackage[spanish]{babel}
%El paquete inputenc especifica la codificación tipográfica.
%La opción latin1 permite escribir directamente acentos en el documento.
\usepackage[latin1]{inputenc}
%El paquete url define un nuevo estilo de tipografía.
\usepackage{url}

%Comienza el contenido del documento.
\begin{document}
%Título a dos renglones con la tipografía más grande para la clase book.
\title{\Huge{Manual básico \ para describir \LaTeX}}
%Autores con información de la institución y correo electrónico.
\author{
Act.~ José Antonio Climent Hernández \ \ %Salto de línea.
Departamento de Matemáticas \ \ %Salto de línea.
Facultad de Ciencias \ \ %Salto de línea.
Universidad Nacional Autónoma de México \ \ %Salto de línea.
%El comando \url necesita el paquete url.
\url{jach@fciencias.unam.mx}
%Segundo autor
\and %Comando que permite distinguir entre varios autores.
Dr.~ Leslie Lamport \ \ %Salto de línea.
Microsoft Corporation \ \ %Salto de línea.
\url{lamport@microsoft.com}
%Agradecimiento para el segundo autor.
\thanks{Deseo agradecer a \emph{Leslie Lamport}
por facilitar la creación de textos técnicos
y científicos mediante \LaTeX.}}
%Fecha que imprime la fecha del sistema al compilar el documento.
\date{\today} %El comando today imprime la fecha del sistema.

%Imprimir el título del documento.
\maketitle %El título del documento se imprime en esta ubicación.
\end{document}
```

Al compilar el Ejemplo 11 se obtiene el mismo resultado que al compilar el código del Ejemplo 9, la portada que se puede observar en la Gráfica 3.1 (página 31).

3.3. Espaciar el contenido de los documentos en $\text{\LaTeX}$

Los caracteres como el espacio, el tabulador, el final de línea son tratados por $\text{\LaTeX}$ como signos de espacio.

Observación. El conjunto de espacios en blanco continuos es tratado como un espacio único al compilar el documento.

Ejemplo 12. Espaciar un párrafo en $\text{\LaTeX}$.

```
\documentclass[12pt]{book}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage{url}

\begin{document}
\title{\Huge{Manual_básico_\_\_para_describir_\LaTeX}}
%Autores_con_información_de_la_institución_y_correo_electrónico.
\author{
  _Act.~_José_Antonio__Climent_Hernández_\_\
  Departamento_de_Matemáticas_\_\
  Facultad_de_Ciencias_\_\
  Universidad_Nacional_Autónoma_de_México_\_\
  \url{jach@fciencias.unam.mx}
  \and
  Dr.~_Leslie_Lamport_\_\
  Microsoft_Corporation_\_\
  \url{lamport@microsoft.com}
  \thanks{Deseo_agradecer_a_\emph{Leslie_Lamport}
  por_facilitar_la_creación_de_textos_técnicos
  y_científicos_mediante_\_\_\LaTeX.}}
\date{\today}

\maketitle
\end{document}
```

Al compilar el código del Ejemplo 12, el espacio al comienzo del argumento Autores en el comando `\author{Autores}` (`_Act.~_José`) no es considerado. El espacio doble entre Antonio y Climent (`Antonio__Climent`) es considerado por $\text{\LaTeX}$ como un espacio único. El espacio triple entre mediante y el comando `\LaTeX` (`mediante_\_\_\LaTeX`) es considerado por $\text{\LaTeX}$ como un espacio único.

Por lo cual al compilar el código del Ejemplo 12 se obtiene el mismo resultado que al compilar el código del Ejemplo 9, la portada que se observa en la Gráfica 3.1 (página 31).

Para conseguir varios espacios en blanco se puede utilizar el caracter especial $\backslash$, seguido del espacio ($\backslash_$). Estos espacios son constantes, es decir, no cambian de acuerdo a las necesidades de $\text{\LaTeX}$.

Observación. Al usar el caracter especial $\backslash$ seguido por un conjunto de espacios en blanco continuos ($\backslash_ \dots$), es tratado por $\text{\LaTeX}$ como un espacio único ($\backslash_$) al compilar el documento.

El cambio de linea también es tratado por $\text{\LaTeX}$ como un espacio.

Ejemplo 13. Usar espacios y cambios de linea.

```
Los tres espacios siguientes son tratados como un espacio único
y este cambio de linea es tratado como un espacio único.
```

Al compilar el código del Ejemplo 13 se obtiene el resultado siguiente:

Los tres espacios siguientes son tratados como un espacio único y este cambio de linea es tratado como un espacio único.

3.4. Renglones en los documentos $\text{\LaTeX}$

Regularmente el contenido de los documentos tienen los renglones del mismo tamaño. $\text{\LaTeX}$ inserta los cambios de renglón y los espacios entre las palabras para optimizar el contenido de los párrafos. En caso de ser necesario, $\text{\LaTeX}$ puede introducir guiones para separar las palabras que no caben al final de los renglones.

Al separar las palabras, $\text{\LaTeX}$ utiliza como parámetro las sílabas del idioma ² seleccionado en las opciones del paquete babel.

Cuando el algoritmo de separación de sílabas no produce los resultados correctos, entonces se pueden usar las alternativas siguientes:

1. Usar el comando $\backslash\text{hyphenation}\{\text{Texto}\}$.
2. Usar entre las sílabas de cada palabra el comando $\backslash-$.

Observación. El comando $\backslash\text{hyphenation}\{\text{Texto}\}$ debe estar incluido en el preámbulo del documento. El argumento Texto debe contener únicamente palabras sin acentos, sin símbolos y no distingue entre mayúsculas y minúsculas. El conjunto de palabras del argumento Texto se deben separar por medio de un espacio y sin utilizar signos de puntuación.

Ejemplo 14. Usar el comando $\backslash\text{hyphenation}\{\text{Texto}\}$.

```
 $\backslash\text{hyphenation}\{\text{VOLKSWAGEN me-di-ble}\}$ 
```

Al usar el comando $\backslash\text{hyphenation}\{\text{VOLKSWAGEN me-di-ble}\}$ en el preámbulo del documento, se puede evitar que las palabras Volkswagen, volkswagen ó VOLKSWAGEN sean separadas mediante guiones a través del documento y las palabras Medible ó medible solo pueden ser separadas de la misma forma y de acuerdo a las sílabas indicadas (me-, di-).

²El idioma estándar es el inglés.

Ejemplo 15. Usar el comando `\-` en el contenido del documento.

Las palabras siguientes estan divididas por sílabas para poder separarlas adecuadamente al `ter\mi\nar` el renglón.

Las palabras siguientes estan divididas por sílabas para poder separarlas adecuadamente al terminar el renglón.

Al usar el comando `\-` para dividir la palabra `ter\mi\nar`, se puede evitar que la palabra pueda ser separada de forma inadecuada, de acuerdo a las reglas gramaticales, por lo cual únicamente puede ser separada en la sílabas indicadas (`ter-`, `mi-`).

Al usar el comando `\\`, $\text{\LaTeX}$ debe comenzar un renglón, por lo que el texto debe continuar en el renglón siguiente sin comenzar otro párrafo. Al usar el comando `\\*`, $\text{\LaTeX}$ debe comenzar un renglón sin permitir que se produzca un cambio de página.

Ejemplo 16. Comenzar renglones.

Para comenzar un renglón es necesario usar el comando `\\` en el lugar donde se necesita comenzar el renglón.

Al compilar el código del Ejemplo 16 se obtiene el resultado siguiente:

Para comenzar un renglón es necesario usar el comando
en el lugar donde se necesita comenzar el renglón.

Observación. También se puede utilizar el comando `\newline` para comenzar otro renglón.

3.5. Distancia entre palabras para los documentos $\text{\LaTeX}$

Para hacer que los renglones del documento sean de la misma longitud, $\text{\LaTeX}$ debe introducir distancias variables de espacios entre las palabras de cada renglón. $\text{\LaTeX}$ supone que los enunciados deben terminar con puntos, signos de admiración o signos de interrogación. Al terminar cada enunciado, $\text{\LaTeX}$ debe introducir espacios de mayor longitud que la longitud estándar, estos espacios favorecen la legibilidad del documento. Al haber un punto después de alguna letra mayúscula, entonces $\text{\LaTeX}$ supone que no es el final de la oración a menos que antes del punto se encuentre el comando `\@`.

Observación. El autor debe indicar cualquier excepción de estas reglas.

Al usar el caracter especial `~` entre dos palabras, $\text{\LaTeX}$ genera un espacio de tamaño constante y en el que no se debe comenzar un renglón.

Esta posibilidad es útil para evitar dividir, en renglones, palabras como:

- \$ 10.00.
- 8.24%.
- M. en I. José Antonio Climent Hernández.

Cuando estas palabras se encuentran el final del renglón pueden quedar separadas, por lo cual, para evitar esta separación se puede usar el caracter especial `~` entre las palabras que se necesita no estén separadas con la finalidad de que el contenido del documento no pierda el contexto deseado.

Observación. Esta probable separación ocurre ya que $\text{\LaTeX}$ justifica de forma automática el contenido del documento.

Ejemplo 17. Usar el caracter especial `~` para evitar dividir palabras.

```
Los párrafos contienen palabras que pueden separarse cuando no deben
estar separadas: El M. en I. José Antonio Climent Hernández está
utilizando la tasa de interés libre de riesgo nacional de 8.24\%
anual para valuar opciones financieras estilo europeo mediante el
método binomial utilizando 2 hasta 99 periodos para analizar la
convergencia del método binomial (\emph{Cox, Ross \& Rubinstein}) al
método \emph{Black \& Scholes}.
```

Al compilar el código del Ejemplo 17 se obtiene el párrafo siguiente:

Los párrafos contienen palabras que se pueden separar cuando no deben estar separadas: El M. en I. José Antonio Climent Hernández está utilizando la tasa de interés libre de riesgo nacional de 8.24% anual para valuar opciones financieras estilo europeo mediante el método binomial utilizando 2 hasta 99 periodos para analizar la convergencia del método binomial (*Cox, Ross & Rubinstein*) al método *Black & Scholes*.

Al terminar el primer renglón del párrafo anterior, el grado académico (M. en I.) está dividido. Lo cual puede hacer perder sentido al contenido del texto.

Al usar el caracter especial `~` se obtiene el código siguiente:

```
Los párrafos contienen palabras que se pueden separar cuando no deben
estar separadas: El M.~ en~ I.~ José Antonio Climent Hernández está
utilizando la tasa de interés libre de riesgo nacional de 8.24\%
anual para valuar opciones financieras estilo europeo mediante el
método binomial utilizando 2~ hasta~ 99 periodos para analizar la
convergencia al método binomial (\emph{Cox, Ross \& Rubinstein}) al
método \emph{Black \& Scholes}.
```

Al compilar el código del Ejemplo 17 con el caracter especial `~` se obtiene el párrafo siguiente:

Los párrafos contienen palabras que se pueden separar cuando no deben estar separadas: El M. en I. José Antonio Climent Hernández está utilizando la tasa de interés libre de riesgo nacional de 8.24% anual para valuar opciones financieras estilo europeo mediante el método binomial utilizando 2 hasta 99 periodos para analizar la convergencia del método binomial (*Cox, Ross & Rubinstein*) al método *Black & Scholes*.

Observación. Otra forma de mantener texto unido es mediante el comando `\mbox{Texto}`, ya que el argumento `Texto` se mantiene unido bajo cualquier circunstancia.

3.5.1. Espacios horizontales en el texto para los documentos $\text{\LaTeX}$

$\text{\LaTeX}$ determina automáticamente los espacios entre palabras y enunciados y para poder incluir algún espacio horizontal de longitud específica en el texto, $\text{\LaTeX}$ cuenta con el comando `\hspace{}`.

El comando `\hspace{longitud}` recibe el argumento `longitud`, el cual debe ser alguna unidad de medida aceptada por $\text{\LaTeX}$ (punto pt, pulgada in, centímetro cm, el ancho de la m en la tipografía actual em ó el alto de la x en la tipografía actual ex).

Observación. Al utilizar el comando `\hspace{longitud}`, $\text{\LaTeX}$ quita el espacio horizontal al comenzar ó terminar el renglón. Para evitar que $\text{\LaTeX}$ quite el espacio horizontal es necesario agregar la opción `*` (`\hspace*{longitud}`).

Ejemplo 18. Espacio horizontal.

```
\hspace*{1cm}La Cédula Única de Registro de Población (CURP) está compuesta por:
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}La primera letra del apellido paterno \hfill (A~\ --~\ Z).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}La primera vocal después de la primera letra del apellido paterno
\hfill (A~\ --~\ Z).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}La primera letra del apellido materno \hfill (A~\ --~\ Z).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}La primera letra del nombre (en caso de ser José, Juan ó María, \
\hspace*{1cm} se usa la letra~ X ó la primera letra del segundo nombre)
\hfill (A~\ --~\ Z).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}Los dos últimos dígitos del año de nacimiento \hfill (00~\ --~\ 99).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}Los dos dígitos del mes de nacimiento \hfill (01~\ --~\ 12).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}Los dos dígitos del día de nacimiento \hfill (01~\ --~\ 28,~ 30 ó~ 31).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}La letra H si es hombre y la letra M si es mujer \hfill (H~\ ó~\ M).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}Los dos caracteres representativos del estado de nacimiento
\hfill (A~\ --~\ Z).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}La primera consonante después de la primera letra del apellido paterno\
\hspace*{1cm}\hfill (B~\ --~\ DF~\ --~\ HJ~\ --~\ ÑP~\ --~\ TV).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}La primera consonante después de la primera letra del apellido materno\
\hspace*{1cm}\hfill (B~\ --~\ DF~\ --~\ HJ~\ --~\ ÑP~\ --~\ TV).
\hspace*{1cm}888888
\hspace*{1cm}La primera consonante después de la primera letra del nombre\
\hspace*{1cm}\hfill (B~\ --~\ DF~\ --~\ HJ~\ --~\ ÑP~\ --~\ TV).
\hspace*{1cm}
\hspace*{1cm}Dos caracteres para evitar duplicidad \hfill (A~\ --~\ Z ó 0~\ --~\ 9).
\hspace*{1cm}

\hspace*{1cm} La CURP de Adolfo Martín Sotelo López,
\hspace*{1cm} quien nacio el 29 de septiembre de 1984,
\hspace*{1cm} en el estado de Guerrero es: \hspace{2.5cm}
\fbbox{\textbf{SOLA840929HGRTPD04}}.
```

Al compilar el código del Ejemplo 18 se obtiene el documento similar la que se puede observar en la Gráfica 3.3.

La Cédula Única de Registro de Población (CURP) está compuesta por:	
La primera letra del apellido paterno	(A – Z).
La primera vocal después de la primera letra del apellido paterno	(A – U).
La primera letra del apellido materno	(A – Z).
La primera letra del nombre (para José, Juan ó María, se usa la letra X ó la primera letra del segundo nombre)	(A – Z).
Los dos últimos dígitos del año de nacimiento	(00 – 99).
Los dos dígitos del mes de nacimiento	(01 – 12).
Los dos dígitos del día de nacimiento	(01 – 28, 30 ó 31).
La letra H si es hombre y la letra M si es mujer	(H ó M).
Los dos caracteres representativos del estado de nacimiento	(A – Z).
La primera consonante después de la primera letra del apellido paterno	(B – D, F – H, J – Ñ, P – T, V – Z).
La primera consonante después de la primera letra del apellido materno	(B – D, F – H, J – Ñ, P – T, V – Z).
La primera consonante después de la primera letra del nombre	(B – D, F – H, J – Ñ, P – T, V – Z).
Dos caracteres para evitar duplicidad	(A – Z ó 0 – 9).
La CURP de Adolfo Martín Sotelo López, quien nació el 29 de septiembre de 1984, en el estado de Guerrero es:	SOLA840929HGRTPD04.

Gráfica 3.3: Espacios horizontales

Observación. El comando `\hfill` produce un espacio horizontal variable, el cual $\text{\LaTeX}$ ajusta para que el texto siguiente esté situado justo al final de renglón. El código del Ejemplo 18 (página 40) utiliza el comando `\hfill`.

3.6. Párrafos de los documentos en $\text{\LaTeX}$

$\text{\LaTeX}$ debe comenzar un párrafo al encontrar en el código del documento un renglón en blanco, por lo que al compilar el código del documento el resultado es un espacio entre los párrafos, el cual está determinado mediante el comando `\parskip` y el párrafo siguiente comienza con la sangría, la cual está determinada mediante el comando `\parindent`.

Observación. El conjunto de renglones en blanco continuos es tratado como un único renglón en blanco.

Ejemplo 19. Parrafos en los documentos $\text{\LaTeX}$.

Este es el primer párrafo del Ejemplo 19 y para iniciar un párrafo es necesario insertar el renglón en blanco siguiente:

De esta forma, $\text{\LaTeX}$ debe comenzar otro párrafo, el cual esta separado de acuerdo a la definición del comando `\parskip` y comienza con la sangría de acuerdo a la definición del comando `\parindent`.

Al dejar tres renglones en blanco el resultado es el mismo que dejar únicamente uno.

Al compilar el código del Ejemplo 19 se obtiene el resultado siguiente:

Este es el primer párrafo del Ejemplo 19 y para iniciar un párrafo es necesario insertar el renglón en blanco siguiente:

De esta forma, $\text{\LaTeX}$ debe comenzar otro párrafo, el cual esta separado de acuerdo a la definición del comando `\parskip` y comienza con la sangría de acuerdo a la definición del comando `\parindent`.

Al dejar tres renglones en blanco el resultado es el mismo que dejar únicamente uno.

3.6.1. Espacios verticales para los documentos $\text{\LaTeX}$

$\text{\LaTeX}$ determina automáticamente los espacios entre párrafos y para poder incluir algún espacio vertical de longitud específica en el texto, $\text{\LaTeX}$ cuenta con el comando `\vspace{}`.

El comando `\vspace{longitud}` recibe el argumento `longitud`, el cual debe ser alguna unidad de medida aceptada por $\text{\LaTeX}$.

Observación. Para evitar un espacio no deseado $\text{\LaTeX}$ quita el espacio vertical al comenzar ó terminar la página. Para evitar que $\text{\LaTeX}$ quite el espacio vertical es necesario agregar la opción `*` (`\vspace*{longitud}`).

Otra alternativa para que $\text{\LaTeX}$ pueda imprimir espacios verticales es el comando `\[longitud]`, donde el argumento `longitud` debe ser alguna unidad de medida aceptada por $\text{\LaTeX}$. Para evitar que $\text{\LaTeX}$ deba comenzar otra página es necesario agregar la opción `*` (`\*[longitud]`).

El uso del comando `\vspace{longitud}` y del comando `\[longitud]` se puede observar en el código de Ejemplo 10 (página 33).

El comando `\vfill` produce un espacio vertical variable, el cual $\text{\LaTeX}$ ajusta para que el texto siguiente esté situado justo al final de la página.

Para insertar espacios predefinidos entre renglones ó párrafos, $\text{\LaTeX}$ cuenta con los comandos `\smallskip`³, `\medskip`⁴ y `\bigskip`⁵.

³Equivalente al comando `\vspace{smallskipamount}`. El argumento `smallskipamount` está determinado por el estilo de documento.

⁴Equivalente al comando `\vspace{medskipamount}`. El argumento está determinado por el estilo de documento.

⁵Equivalente al comando `\vspace{bigskipamount}`. El argumento está determinado por el estilo de documento.

Para iniciar una página, L^AT_EX cuenta con el comando `\newpage`.

3.7. Tipografía L^AT_EX

L^AT_EX debe seleccionar la tipografía en base a la estructura del documento.

El aspecto de los caracteres depende de las características: familia, serie, forma, tamaño y color.

3.7.1. Familia de la tipografía L^AT_EX

L^AT_EX tiene las familias siguientes:

FAMILIA	COMANDO	
Roman	<code>\rmfamily Roman</code>	<code>\textrm{Roman}</code>
Sans Serif	<code>\sffamily Sans Serif</code>	<code>\textsf{Sans Serif}</code>
Type writer	<code>\ttfamily Type writer</code>	<code>\texttt{Type writer}</code>

Tabla 3.2: Familia de caracteres

Observación. La familia estándar es Roman.

3.7.2. Serie de la tipografía L^AT_EX

L^AT_EX tiene las series siguientes:

SERIE	COMANDO	
Normal	<code>\mdseries Normal</code>	<code>\textmd{Normal}</code>
Negrita	<code>\bfseries Negrita</code>	<code>\textbf{Negrita}</code>

Tabla 3.3: Serie de caracteres

Observación. La serie estándar es Normal.

3.7.3. Forma de la tipografía L^AT_EX

L^AT_EX tiene las formas siguientes:

FORMA	COMANDO	
Vertical	<code>\upshape Vertical</code>	<code>\textup{Vertical}</code>
<i>Itálica</i>	<code>\itshape Itálica</code>	<code>\textit{Itálica}</code>
<i>Inclinada</i>	<code>\slshape Inclinada</code>	<code>\textsl{Inclinada}</code>
VERSALES	<code>\scshape Versales</code>	<code>\textsc{Versales}</code>

Tabla 3.4: Forma de caracteres

Observación. La forma estándar es Vertical..

Para resaltar texto se puede usar el comando `\emph{texto}`.

3.7.4. Tamaño de la tipografía $\text{\LaTeX}$

El tamaño de la tipografía se define en la opción del estilo de documento mediante el comando `\documentclass[opciones]{estilo}` y se pueden usar tamaños relativos para el contenido del documento.

$\text{\LaTeX}$ tiene los tamaños siguientes:

TAMAÑO	COMANDO	
Diminuta	<code>{\tiny Diminuta}</code>	<code>\tiny{Diminuta}</code>
Escritura	<code>{\scriptsize Escritura}</code>	<code>\scriptsize{Escritura}</code>
Nota al pie	<code>{\footnotesize Nota al pie}</code>	<code>\footnotesize{Nota al pie}</code>
Pequeña	<code>{\small Pequeña}</code>	<code>\small{Pequeña}</code>
Normal	<code>{\normalsize Normal}</code>	<code>\normalsize{Normal}</code>
Grande	<code>{\large Grande}</code>	<code>\large{Grande}</code>
Extragrande	<code>{\Large Extragrande}</code>	<code>\Large{Extragrande}</code>
Mayor	<code>{\LARGE Mayor}</code>	<code>\LARGE{Mayor}</code>
Enorme	<code>{\huge Enorme}</code>	<code>\huge{Enorme}</code>
Extraenorme	<code>{\Huge Extraenorme}</code>	<code>\Huge{Extraenorme}</code>

Tabla 3.5: Tamaño de caracteres

Observación. Al utilizar la opción `12pt` en el estilo de documento `\documentclass[12pt]{book}` el tamaño `\huge` es igual que le tamaño `\Huge`. No es así al utilizar la opción `10pt` ó la opción `11pt`.

Al utilizar el comando `\fontsize{tamaño}{salto}`, $\text{\LaTeX}$ debe fijar el tamaño de la tipografía, el argumento `tamaño` es la unidad de medida en puntos (pt) de la tipografía y el argumento `salto` es la unidad de medida en puntos es el espacio determinado por el comando `\baselineskip` (el espacio estándar es 1.2 veces el tamaño de la tipografía).

Observación. Para que los cambios en el tamaño de tipografía sean aplicados es necesario usar el comando `\selectfont, {\fontsize{40pt}{48pt}\selectfont Tipografía 40 puntos.}`.

3.7.5. Color de la tipografía $\text{\LaTeX}$

Para escribir tipografía con color se puede usar el comando `\textcolor{color}{texto}`⁶, donde el parámetro `color` puede ser alguna de las opciones siguientes: *blue, red, green, yellow, brown, cyan, orange, gray, white, black, magenta, purple, violet* y el parámetro `texto` es el texto que debe ir en el color seleccionado.

Observación. Se puede utilizar en el parámetro `color` la opción *white*, mas no visible el texto al imprimir el contenido del documento en papel blanco.

⁶Para utilizar el comando `\textcolor` es necesario incluir el paquete `color` (`\usepackage{color}`).
Apéndice C.3.2 (página 44).

Ejemplo 20. Hacer la página del título del documento “Manual básico para describir $\text{\LaTeX}$ ”, en tres renglones con la tipografía en color azul, los autores en tipografía color negro, las direcciones electrónicas en color azul y el agradecimiento en color rojo resaltando el nombre de *Leslie Lamport* en color azul. (Ejemplo 9, página 30)

```
\documentclass[12pt]{book}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage{mathptmx}
\usepackage{pstricks}
\usepackage{url}
\begin{document}
\title{\textcolor{blue}{
{\fontsize{80pt}{96pt}\selectfont Manual básico} \[0.5cm]
{\fontsize{80pt}{96pt}\selectfont para describir} \[1.0cm]
{\fontsize{180pt}{216pt}\selectfont \LaTeX{}}}}}
%Autores con información de la institución y correo electrónico.
\author{
\large{Act.~ José Antonio Climent Hernández} \[
\large{Departamento de Matemáticas} \[
\large{Facultad de Ciencias} \[
\large{Universidad Nacional Autónoma de México} \[
\large{\textcolor{blue}{\url{jach@ciencias.unam.mx}}}}
\and
\large{Dr.~ Leslie Lamport} \[
\large{Microsoft Corporation} \[
\large{\textcolor{blue}{\url{lamport@microsoft.com}}}}
\thanks{\textcolor{red}{Deseo agradecer a
\emph{\textcolor{blue}{Leslie Lamport}}
por facilitar la creación de textos técnicos
y científicos mediante \textcolor{blue}{\LaTeX{}}.}}}
\date{\today}
\maketitle
\end{document}
```

Al compilar el código del Ejemplo 20 se obtiene la página de título que se puede observar en la Gráfica 3.4 (página 46).

Manual básico para describir $\text{\LaTeX}$

Act. José Antonio Climent Hernández

Departamento de Matemáticas

Facultad de Ciencias

Universidad Nacional Autónoma de México

jach@ciencias.unam.mx

Dr. Leslie Lamport

Microsoft Corporation

lamport@microsoft.com¹

10 de octubre de 2008

¹Deseo agradecer a *Leslie Lamport* por facilitar la creación de textos técnicos y científicos mediante $\text{\LaTeX}$.

Gráfica 3.4: Página del título generada con color

Al combinar la familia, la serie, la forma, el tamaño y el color de la tipografía, el contenido del documento es más agradable y legible.

3.8. Acentos y puntuación

3.8.1. Acentos

Al hablar es importante pronunciar correctamente las palabras, al escribir es de mayor importancia ya que esto queda inmortalizado, convirtiendo lo escrito en un momento histórico. Por lo cual se puede decir que a las palabras se las lleva el viento, mientras que los escritos son un legado.

En español hay tres tipos de acentos:

1. Prosódico: Se manifiesta al aplicar mayor intensidad al pronunciar de una sílaba de la palabra.
2. Ortográfico: Se debe escribir y sirve para indicar en que sílaba de la palabra se debe aplicar mayor intensidad al pronunciar ésta.
3. Diacrítico: Se usa para distinguir una palabra de otra con diferente significado e idéntica pronunciación.

Observación. En español las palabras acentuadas se dividen en: agudas (tienen acento prosódico u ortográfico en la última sílaba), graves (tienen acento prosódico u ortográfico en la penúltima sílaba), esdrújulas (tienen acento ortográfico en la antepenúltima sílaba) y sobresdrújulas (tienen acento ortográfico en la sílaba anterior a la antepenúltima sílaba).

3.8.2. Puntuación

Al escribir, la puntuación representa lo que la respiración al hablar.

Observación. En español se tienen los signos de puntuación siguientes: la coma, el punto y coma, los dos puntos, el punto y seguido, el punto y aparte, los puntos suspensivos, el signo de interrogación, el signo de admiración o de exclamación, el paréntesis, el guión, las rayas y las comillas.

Observación. En [L^AT_EX](#) las comillas se deben escribir con el acento grave (‘) y el apóstrofo (’). Las comillas ‘sencillas’ y las comillas ‘dobles’.

Al usar el paquete `inputenc` con la opción `latin1`, [L^AT_EX](#) admite la escritura con acentos, diéresis y símbolos de puntuación.

En caso de omitir el paquete `babel` es necesario usar comandos para escribir los acentos. Por ejemplo, para escribir la letra i sin punto (i) es necesario escribir el comando `\i`, comando que es necesario usar (`\j`) para evitar obtener la consonante jota con el punto y además el acento, como se puede observar a continuación: `\acute{j}`, `\grave{j}`, `\tilde{j}`, `\hat{j}`, `\bar{j}`, `\check{j}`, `\breve{j}`, `\circ{j}`, `\dot{j}`, `\ddot{j}`. Para escribir la consonante jota con el punto y además el acento es necesario el código siguiente:

```
\' {j}, \‘ {j}, \" {j}, \^ {j}, \= {j}, \u {j}, \. {j}, \v {j}, \H {j}, \t {j}, \~ {j}.
```

Observación. Al usar el paquete `inputenc` con la opción `latin1`, se puede escribir el documento con diéresis, acentos ortográficos y símbolos de puntuación (`\usepackage[latin1]{inputenc}`).

Ejemplo 21. Escribir algunos párrafos que contengan palabras con: diéresis, acento ortográfico, coma, punto y coma, dos puntos, punto y seguido, punto y aparte, puntos suspensivos, signo de interrogación, signo de admiración (exclamación), paréntesis, guión, rayas y comillas.

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), corporación pública --organismo descentralizado del Estado-- dotado de plena capacidad jurídica y que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionistas, técnicos, profesores e investigadores universitarios útiles a la sociedad, organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible, los beneficios de la cultura; por los medios que la UNAM juzgue convenientes. Tendrá, además la facultad y responsabilidad de gobernarse a sí misma; realizar sus fines de acuerdo con los principios del Artículo 3°. Constitucional, respetando la libertad de cátedra e investigación y de libre examen y discusión de las ideas; determinará sus planes y programas; fijará los términos de ingreso, promoción y permanencia de su personal académico; y administrará su patrimonio.

El salario de los trabajadores se incrementa con una compensación por antigüedad por cada año de servicio cumplido, de la manera siguiente: Entre el quinto año y el vigésimo año 2~\%, a partir del vigésimo~primer año, el 2.5~\%.

A todo trabajador académico de nuevo ingreso, la UNAM le proporcionará un ejemplar de la publicación titulada \emph{Legislación Académico-Laboral Universitaria}, ... y por separado el Contrato Colectivo de Trabajo vigente del Personal Académico. La entrega deberá efectuarse dentro de los treinta días hábiles siguientes al inicio de la vigencia de su relación de trabajo.

La UNAM se compromete a solicitar las credenciales para que el personal académico obtenga descuentos en el programa ‘‘Maestros a la Cultura’’, así como todos los servicios turísticos y recreativos que se otorguen a través del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), o de las entidades y dependencias que desempeñen esa función.

-- ¿Qué les parece?

-- ¡No lo puedo creer!

Al compilar el código ⁷ del Ejemplo 21 se obtiene el resultado siguiente:

La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), corporación pública –organismo descentralizado del Estado– dotado de plena capacidad jurídica y que tiene por fines impartir educación superior para formar profesionistas, técnicos, profesores e investigadores universitarios útiles a la sociedad, organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales, y extender con la mayor amplitud posible, los beneficios de la cultura; por los medios que la UNAM juzgue convenientes. Tendrá, además la facultad y responsabilidad de gobernarse a sí misma; realizar sus fines de acuerdo con los principios del Artículo 3º. Constitucional, respetando la libertad de cátedra e investigación y de libre examen y discusión de las ideas; determinará sus planes y programas; fijará los términos de ingreso, promoción y permanencia de su personal académico; y administrará su patrimonio.

El salario de los trabajadores se incrementa con una compensación por antigüedad por cada año de servicio cumplido, de la manera siguiente: Entre el quinto año y el vigésimo año 2 %, a partir del vigésimo primer año, el 2.5 %.

A todo trabajador académico de nuevo ingreso, la UNAM le proporcionará un ejemplar de la publicación titulada *Legislación Académico-Laboral Universitaria*, ... y por separado el Contrato Colectivo de Trabajo vigente del Personal Académico. La entrega deberá efectuarse dentro de los treinta días hábiles siguientes al inicio de la vigencia de su relación de trabajo.

La UNAM se compromete a solicitar las credenciales para que el personal académico obtenga descuentos en el programa “Maestros a la Cultura”, así como todos los servicios turísticos y recreativos que se otorguen a través del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), o de las entidades y dependencias que desempeñen esa función.

– ¿Qué les parece?

– ¡No lo puedo creer!

Hasta este momento se puede escribir casi todo el texto necesario para artículos, reportes y libros, sin embargo se necesitan más herramientas para escribir, por ejemplo, un diccionario.

diacrítico, ca. Del gr. *διακριτικός*, que distingue.

1. adj. *Gram.* Dicho de un signo ortográfico: Que sirve para dar a una letra o a una palabra algún valor distintivo. El adverbio **más** lleva acento diacrítico frente a la conjunción **mas**.
2. adj. *Med.* Dicho de un síntoma o de una señal: Que permite distinguir una enfermedad exactamente de otra.

⁷Texto que forma parte del Contrato Colectivo de Trabajo de la Universidad Nacional Autónoma de México.

La etimología de la palabra diacrítico proviene del griego y para escribir adecuadamente el origen es necesario tener el alfabeto griego. Para escribir el alfabeto griego son necesarios los comandos siguientes ⁸:

LETRA	COMANDO	LETRA	COMANDO	LETRA	COMANDO
α	<code>\alpha</code>	β	<code>\beta</code>	γ	<code>\gamma</code>
δ	<code>\delta</code>	ϵ	<code>\epsilon</code>	ε	<code>\varepsilon</code>
ζ	<code>\zeta</code>	η	<code>\eta</code>	θ	<code>\theta</code>
ι	<code>\iota</code>	κ	<code>\kappa</code>	λ	<code>\lambda</code>
μ	<code>\mu</code>	ν	<code>\nu</code>	ξ	<code>\xi</code>
$\omicron$	<code>\omicron</code>	π	<code>\pi</code>	ϖ	<code>\varpi</code>
ρ	<code>\rho</code>	ϱ	<code>\varrho</code>	σ	<code>\sigma</code>
ς	<code>\varsigma</code>	τ	<code>\tau</code>	υ	<code>\upsilon</code>
ϕ	<code>\phi</code>	φ	<code>\varphi</code>	χ	<code>\chi</code>
ψ	<code>\psi</code>	ω	<code>\omega</code>		
LETRA	COMANDO	LETRA	COMANDO	LETRA	COMANDO
Γ	<code>\Gamma</code>	Δ	<code>\Delta</code>	Θ	<code>\Theta</code>
Λ	<code>\Lambda</code>	Ξ	<code>\Xi</code>	Π	<code>\Pi</code>
Σ	<code>\Sigma</code>	Υ	<code>\Upsilon</code>	Φ	<code>\Phi</code>
Ψ	<code>\Psi</code>	Ω	<code>\Omega</code>		

Tabla 3.6: Alfabeto griego

El alfabeto español tiene 28 caracteres para expresar 25 sonidos que constituyen la fonética del idioma, el alfabeto inglés tiene 26 caracteres, los cuales no son suficientes para representar los sonidos necesarios para la pronunciación de esa lengua.

En un diccionario inglés español se puede leer lo siguiente:

diacritic, **al** [dajækɾɪtɪk], [al].

1. adj. (*gram.* y *med.*) diacrítico; diagnóstico.
2. sust. (*gram.*) signo diacrítico.

Mediante los símbolos fonéticos se conoce como se deben pronunciar las palabras.

Observación. Para escribir el símbolo fonético [i] ⁹ es necesario usar el comando `\k{i}` y para escribir el símbolo fonético [a] ¹⁰ es necesario usar el comando `\td{a}`.

El paquete *phonetic* no está incluido en la distribución de $\text{\LaTeX}$ (*tetex-latex-3.0-36.fc6*) de *Fedora Core 6*.

Observación. Para la instalación del paquete *phonetic* en *Linux* (*Fedora Core 6*) se recomienda leer el Apéndice B (página 199).

⁸Es necesario escribir los comandos en el entorno matemático (`\begin{math}comando\end{math}`) o de forma equivalente `\$comando\$`).

⁹Para escribir este símbolo es necesario usar el paquete *fontenc* con la opción T1 (`\usepackage[T1]{fontenc}`).

¹⁰Para escribir este símbolo es necesario usar el paquete *phonetic* (`\usepackage{phonetic}`).

Primero se puede indicar la pronunciación inglesa a través de los símbolos fonéticos siguientes:

SÍMBOLO	COMANDO	SONIDO
[a]	[a]	Parecido a la <i>a</i> española. En algunas palabras se puede pronunciar como el sonido representado por el símbolo fonético [ɔ].
[æ]	[\ae]	Entre la <i>a</i> y la <i>e</i> española.
[ɛ]	[\epsi]	Parecido a la <i>e</i> española.
[ej]	[e\k{i}]	Parecido a la <i>ei</i> española.
[ɔ]	[\varopeno]	Parecido a la <i>o</i> española.
[ā]	[\d{\={a}}]	Como [ej], pero más breve y atenuado.
[ā]	[\td{a}]	Como [æ], sólo en posición átona.
[ā]	[\td{"{a}}]	Como [a], pero con una articulación muy relajada.
[b]	[b]	Parecido a la <i>b</i> española.
[k]	[k]	Parecido a la <i>c</i> española.
[s]	[s]	Parecido a la <i>s</i> española.
[ŝ]	[\^{s}]	Parecido a la <i>ch</i> francesa (<i>sh</i>).
[d]	[d]	Parecido a la <i>d</i> española.
[t]	[t]	Parecido a la <i>t</i> española.
[dž]	[d\^{z}]	Parecido a la <i>y</i> española.
[œ]	[\oe{ }]	Parecido al diptongo francés <i>eu</i> .
[i]	[i]	Parecido a la <i>i</i> española, pero más cerrado y más tenso.
[ĭ]	[\k{i}]	Parecido a la <i>i</i> española, pero más abierto y más breve.
[ē]	[\d{\={e}}]	Como [i], pero muy breve y atenuado.
[ĕ]	[\td{e}]	Como [ɛ], sólo en sílabas sin acento.
[f]	[f]	Parecido a la <i>f</i> española.
[g]	[g]	Parecido a la <i>g</i> española.
[ž]	[\^{z}]	Parecido a la <i>g</i> o a la <i>j</i> francesa.
[h]	[h]	Parecido a la <i>j</i> española, pero mucho más suave.
[ai]	[a\k{i}]	Parecido a la combinación <i>ai</i> española.
[l]	[l]	Parecido a la <i>l</i> española.
[m]	[m]	Parecido a la <i>m</i> española.
[n]	[n]	Parecido a la <i>n</i> española.
[ŋ]	[\engma]	Parecido a la <i>n</i> española.
[o]	[o]	Parecido a la <i>o</i> española, pero más breve.
[ou]	[o\k{u}]	Parecido a la combinación <i>ou</i> española.
[u]	[u]	Parecido a la <i>u</i> española.
[ū]	[\k{u}]	Parecido a la <i>u</i> española, pero más abierto.
[Λ]	[\pwedge]	Parecido a la <i>o</i> francesa.
[au]	[a\k{u}]	Parecido a la combinación <i>au</i> española (díptongo).
[ɔ]	[\td{o}]	Como [o], [ɔ], [Λ] y [a]; pero con una articulación relajada.
[p]	[p]	Parecido a la <i>p</i> española.
[kw]	[kw]	Como la <i>cu</i> española.

Tabla 3.7: Símbolos fonéticos

SÍMBOLO	COMANDO	SONIDO
[r]	[r]	Parecido a la <i>p</i> española, pero sin vibración.
[s]	[s]	Parecido a la <i>s</i> española, pero más más tenso y más largo.
[z]	[z]	Parecido a la <i>s</i> española.
[t]	[t]	Parecido a la <i>t</i> española, pero la punta de la lengua se retira hacia los alveólos, añadiendo una aspiración laríngea.
[ch]	[ch]	Parecido a la <i>ch</i> española.
[iu] [i̯u]	<code>[\\k{i}u]</code> <code>[\\k{i}\\k{u}]</code>	Parecido a la <i>iu</i> española, pero [i̯] tiene articulación semivocal.
[yu] [y̯u]	<code>[yu]</code> <code>[y\\k{u}]</code>	Parecido a la <i>yu</i> española, pero [y̯] tiene articulación semiconsonante.
[ū]	<code>[\\d{\\={u}}]</code>	Como [iu], [i̯u], [yu] ó [y̯u], pero breve y atenuado.
[ū̄]	<code>[\\td{\\={u}}]</code>	Como [ū], pero más relajado.
[v]	[v]	Parecido a la <i>ch</i> española (labiodental).
[w]	[w]	Parecido a la <i>u</i> española.
[ks]	[ks]	Parecido a la <i>x</i> española.
[gz]	[gz]	Combina el sonido de la <i>g</i> fricativa con el de la [z].
[y]	[y]	Como [y] española, pero más relajado.

Tabla 3.7: Símbolos fonéticos

Observación. Para escribir el símbolo fonético $[\epsilon]$ ¹¹ es necesario usar el comando `[\\epsi]`, para escribir el símbolo fonético $[\varpropeno]$ ¹⁰ es necesario usar el comando `[\\varopeno]`, para escribir el símbolo fonético $[\eta]$ ¹⁰ es necesario usar el comando `[\\engma]` y para escribir el símbolo fonético $[\Lambda]$ ¹⁰ es necesario usar el comando `[\\pwedge]`.

3.9. Entornos $\text{\LaTeX}$

Los entornos son ambientes que ofrece $\text{\LaTeX}$ para escribir estructuras especiales.

Se pueden utilizar para alinear (centrar, justificar a la izquierda ó a la derecha), resaltar (teoremas, código y poesía), listar y tabular párrafos. Además de incluir lenguaje matemático, imágenes y generar gráficas.

Para usar algún entorno se puede usar la sintaxis siguiente:

```

\begin{Entorno}
Texto
\end{Entorno}

```

El el Ejemplo 10 (Página 33) se utiliza el entorno `titlepage` para generar la página del título de forma personalizada. Se utilizan los entornos `center` y `minipage` dentro del entorno `titlepage`.

¹¹Para escribir este símbolo es necesario usar el paquete `phonetic` (`\usepackage{phonetic}`).

Los entornos por describir son los siguientes:

ESTRUCTURA	ENTORNO	ACCIÓN
Alinear	center	Centrar texto.
	flushleft	Alinear texto a la izquierda.
	flushright	Alinear texto a la derecha.
Resaltar	quotation	Citar texto con sangría en los párrafos.
	quote	Citar texto sin sangría en los párrafos.
	verbatim	Resaltar texto mediante el efecto de mecanografía.
	verse	Resaltar texto para poesía.
Listar	description	Etiquetar listas.
	enumerate	Numerar listas.
	itemize	Marcar listas.
Tabular	tabbin	Alinear texto en columnas mediante tabuladores arbitrarios.
	table	Actualizar el contador de tablas flotantes.
	tabular	Alinear texto en columnas.
Matemática	displaymath	Incluir fórmulas matemáticas sin numerar entre los párrafos.
	equation	Incluir fórmulas matemáticas numeradas entre los párrafos.
	math	Incluir texto matemático en los párrafos.
Incluir	figure	Actualizar el contador de gráficas flotantes.

Tabla 3.8: Entornos

Observación. Los entornos figure y table son objetos adicionales al texto y $\text{\LaTeX}$ coloca estos objetos en el lugar conveniente (son objetos flotantes), además de que se pueden crear los índices de figuras (gráficas) y de cuadros (tablas).

3.9.1. Entorno para centrar texto (center)

Permite crear párrafos con el texto centrado entre los márgenes izquierdo y derecho.

La sintaxis para crear párrafos con el texto centrado es la siguiente:

```
\begin{center}
Texto centrado.
\end{center}
```

Observación. Los renglones se deben concluir mediante el comando `\\`. En caso de omitir el comando `\\` para concluir el renglón, $\text{\LaTeX}$ se encarga de centrar automáticamente el texto.

3.9.2. Entorno para alinear texto a izquierda (flushleft)

Permite crear párrafos con el texto alineado a la izquierda.

La sintaxis para crear párrafos con el texto alineado a la izquierda es la siguiente:

```
\begin{flushleft}
Texto alineado a la izquierda.
\end{flushleft}
```

3.9.3. Entorno para alinear texto a derecha (`flushright`)

Permite crear párrafos con el texto alineado a la izquierda.

La sintaxis para crear párrafos con el texto alineado a la derecha es la siguiente:

```
\begin{flushright}
Texto alineado a la derecha.
\end{flushright}
```

3.9.4. Entorno para resaltar texto con sangría (`quotation`)

Permite citar el texto con sangría, por lo cual es preferente usar el entorno para resaltar citas largas ó con más de un párrafo.

La sintaxis para citar el texto con sangría es la siguiente:

```
\begin{quotation}
Citar el texto con sangría.
\end{quotation}
```

3.9.5. Entorno para resaltar texto sin sangría (`quote`)

Permite citar el texto sin sangría, por lo cual es preferente usar el entorno para resaltar citas con un párrafo único.

La sintaxis para citar el texto sin sangría es la siguiente:

```
\begin{quote}
Citar el texto sin sangría.
\end{quote}
```

3.9.6. Entorno para resaltar texto con efecto de mecanografía (`verbatim`)

Permite resaltar el texto con tipografía de máquina de escribir (*typewriter*).

La sintaxis para resaltar el texto con tipografía mecanográfica es la siguiente:

```
\begin{verbatim}
Resaltar texto con efecto mecanográfico.
\end{verbatim}
```

Observación. Para resaltar texto dentro de un párrafo con efecto de mecanografía se puede usar el comando `\verb[Texto]` y el Texto contenido en el entorno `verbatim` se debe imprimir tal cual está contenido en el código, impreso con tipografía de máquina de escribir, espacios y además los comandos $\text{\LaTeX}$ no se deben ejecutar en el interior del entorno.

3.9.7. Entorno para resaltar texto para poesía (verse)

Permite resaltar poemas.

La sintaxis para resaltar poesía es la siguiente:

```
\begin{verse}
Resaltar poesía.
\end{verse}
```

Observación. Es necesario usar el comando `\\` para separar los versos y las estrófas mediante un renglón en blanco.

Ejemplo 22. Escribir texto usando los entornos `center`, `flushleft`, `flushright`, `quotation`, `quote`, `verbatim`, y `verse`.

Se redacta una carta dirigida al Consejo Departamental, en la que se solicita turnar a la comisión correspondiente el trabajo titulado “Para un menú”, con la finalidad de publicar el poema.

```
\begin{flushright}\today\end{flushright}

\begin{flushleft}
\textbf{CONSEJO DEPARTAMENTAL} \\ \textbf{PRESENTE}
\end{flushleft}

Por este medio se solicita turnar a la comisión correspondiente el trabajo titulado

\begin{center}‘‘\textbf{Para un menú}’’\end{center}

Con la finalidad de publicar el poema.

Sin otro particular agradezco su atención y continúo a sus órdenes.

\begin{center}Atentamente\\[1cm]Manuel Gutiérrez Nájera\end{center}
\end{quote}
```

Observación. Para resaltar el código de la carta al Consejo Departamental se debe usar el entorno `verbatim`.

Se anexa a la carta el poema titulado “Para un menú”.

```
\begin{quotation}
Al pensar en la poesía y después de leer algunos poemas se decidió incluir
el poema siguiente:
\end{quotation}

\begin{verse}
Para un menú

Las novias pasadas son copas vacías,\\
en ellas pusimos un poco de amor;\\
el néctar tomamos ... huyeron los días ...\\
;Traed otras copas con nuevo licor!

;Champán son las rubias de cutis de azalia;\\
borgoña los labios de vivo carmín;\\
los ojos oscuros son vino de Italia\\
los verdes y claros son vino del Rhin!

Las bocas de grana son húmedas fresas;\\
las negras pupilas escancian café,\\
son ojos azules las llamas traviesas\\
que trémulas corren como almas del té!

;La copa se apura, la dicha se agota;\\
de un sorbo tomamos mujer y licor ...\\
Las copas dejemos ...; si queda una gota,\\
que beba el lacayo la heces de amor!
\end{verse}

\begin{quote}
\begin{flushright}
Manuel Gutiérrez Nájera
\end{flushright}
\end{quote}
```

Observación. Para resaltar el código del anexo de la carta al Consejo Departamental se debe usar el entorno `verbatim`, como se muestra en el código siguiente:

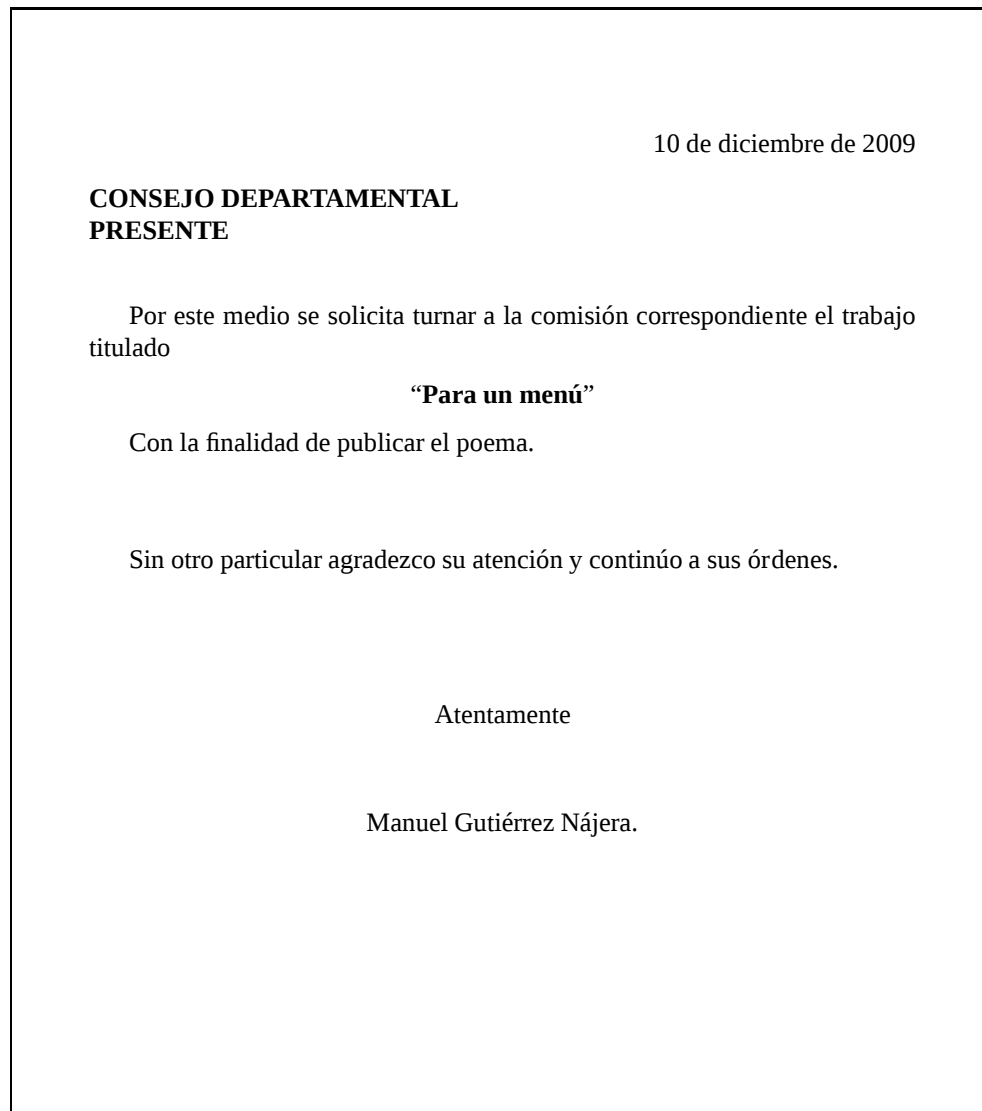
```
\begin{quote}\begin{verbatim}

\begin{quotation}
Al pensar en la poesía y después de leer algunos poemas se decidió incluir
el poema siguiente:
\end{quotation}

\begin{verse}
Para un menú
...
\end{verse}

\end{verbatim}\end{quote}
```

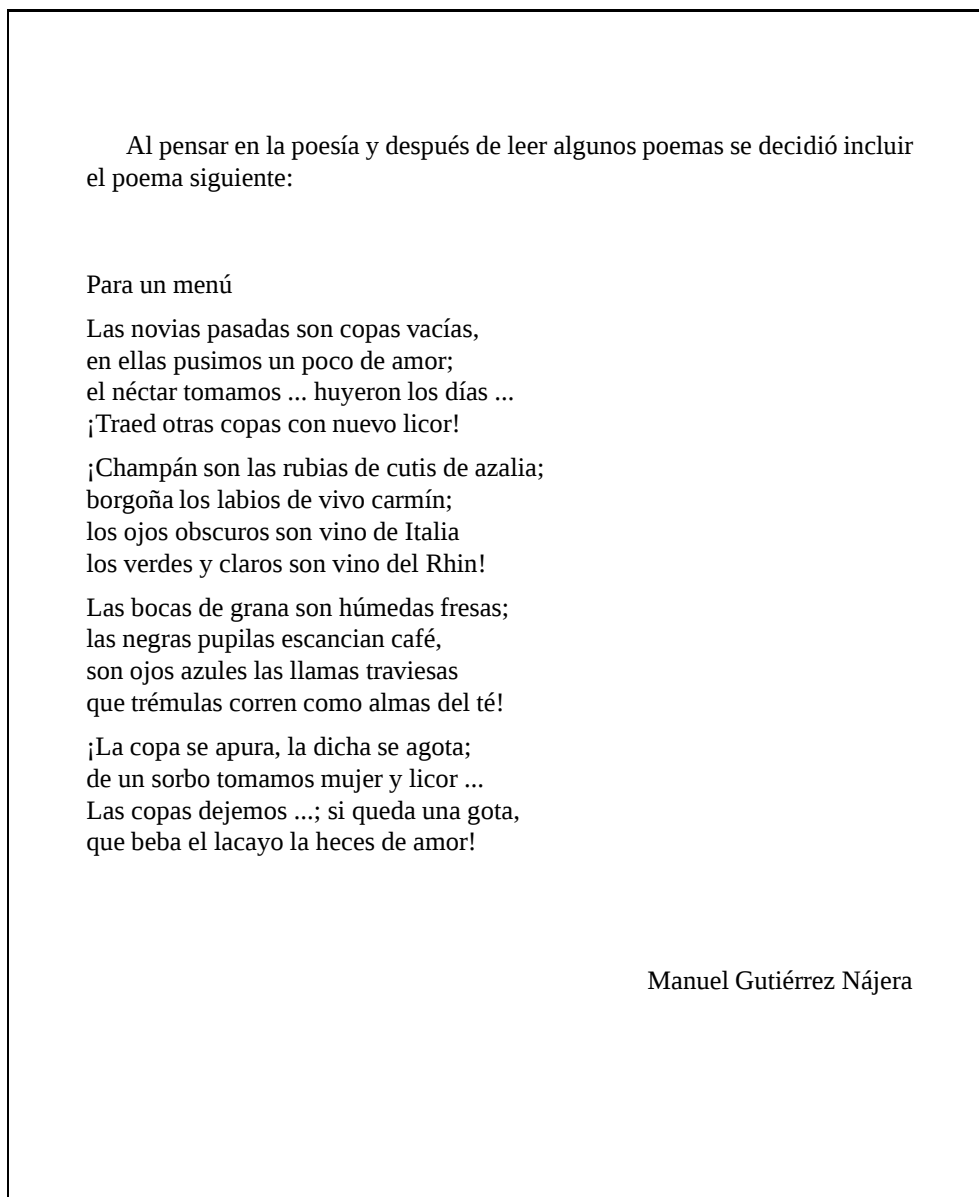
Al compilar el código de la carta (Página 55) el contenido es el siguiente:



Gráfica 3.5: Carta al Consejo Departamental

La carta (Gráfica 3.5) tiene la fecha actual alineada a la derecha; al destinatario, en este caso el Consejo Departamental alineado a la izquierda; el título está centrado; se manifiesta el objetivo; el agradecimiento y la rúbrica del autor está centrada.

Al compilar el código anexo a la carta (Página 56) se obtiene la página siguiente:



Gráfica 3.6: Anexo de la carta al Consejo Departamental

El documento anexo a la carta (Gráfica 3.6) indica que se incluye el poema “Para un menú”¹², el cual está compuesto de cuatro estrofas de cuatro versos cada una.

¹²El poema “Para un menú” pertenece al autor Manuel Gutiérrez Nájera y el 11 de noviembre de 2008 fue copiado de la página electrónica www.avantel.net/~eoropesa/html/poesia/poesia.html.

3.10. Conclusiones

Con lo que se ha podido explicar en este manual de nivel básico se puede personalizar el título de los documentos y hacer la portada de acuerdo a las necesidades del autor, se ha explicado como comentar el código de los documentos para poder documentar el uso de los comandos, de los paquetes y de las opciones necesarias para generar el resultado deseado. Mediante estos conocimientos los autores pueden personalizar las portadas y documentar el código de los documentos al usar [L^AT_EX](#).

Se ha logrado mostrar como optimar y personalizar el uso de espacio en el contenido de los documentos mediante la distribución de los espacios entre las palabras y entre los párrafos, se ha podido caracterizar la tipografía que [L^AT_EX](#) ofrece para que los autores puedan escribir y hacer más legibles los documentos mediante la familia, la serie, la forma, el tamaño y el color tipográfico. A través de estas características los autores pueden matizar de forma personalizada el contenido de los documentos escritos con [L^AT_EX](#).

Para lograr que los documentos sean totalmente personalizados, [L^AT_EX](#) cuenta con los paquetes necesarios para usar alfabetos, acentos y símbolos de puntuación para expresar de forma escrita las diferentes formas de comunicación. Al conocer estas reglas los autores logran transmitir de forma adecuada las ideas y conceptos mediante el contenido de los documentos escritos con [L^AT_EX](#). Con los conocimientos y ejemplos, los autores pueden escribir documentos con todo el texto necesario, el cual se puede enfatizar través de espacios, características de la tipografía, acentos y puntuación que se pueden usar en [L^AT_EX](#).

Para alinear y resaltar el texto se deben usar los entornos que facilitan a los autores determinar los espacios, características de la tipografía, acentos y símbolos de puntuación para lograr un documento que permite distribuir el contenido de la forma necesaria para que los lectores encuentren, además de la satisfacción por el contenido del documento, la satisfacción por el diseño. A través del uso de entornos los autores pueden diseñar y personalizar el contenido de los documentos escritos en [L^AT_EX](#).

Mediante los conocimientos que se han podido mostrar hasta el momento, los autores pueden listar acontecimientos, distribuir la información en renglones y columnas, sin embargo esta tarea puede resultar problemática para los autores, ya que hay que llevar la cuenta al listar acontecimientos y medir para alinear la información; lo cual puede desviar a los autores del objetivo principal, que es estar concentrados en escribir, por cual, los capítulos siguientes se utilizan para describir los entornos que se pueden utilizar para facilitar la escritura de listas, tablas y fórmulas matemáticas en los documentos escritos en [L^AT_EX](#).

Capítulo 4

Listar información en $\text{\LaTeX}$

Al escribir, en ocasiones, es necesario listar información y $\text{\LaTeX}$ facilita esta tarea mediante los entornos siguientes:

4.1. Detallar información en $\text{\LaTeX}$ (entorno `itemize`)

Para detallar información $\text{\LaTeX}$ tiene el entorno `itemize`, el cual permite a los autores listar los párrafos mediante indicadores, los indicadores se pueden jerarquizar hasta con cuatro niveles.

Los cuatro niveles de jerarquización se muestran en la lista siguiente:

- Indicador estándar para el primer nivel de información.
- La longitud de la información para cada nivel no tiene límite, esto es, la información debe ser justificada automáticamente por $\text{\LaTeX}$.
 - Indicador estándar para el segundo nivel de información.
 - * Indicador estándar para el tercer nivel de información.
 - Indicador estándar para el cuarto nivel de información.

Gráfica 4.1: Indicadores estándar para el entorno `itemize`

Al utilizar el paquete `babel` (`\usepackage[spanish]{babel}`), $\text{\LaTeX}$ cambia los indicadores estándar y éstos se pueden observar en la lista siguiente:

- Indicador estándar para el primer nivel de información.
- Indicador estándar para el segundo nivel de información.
 - Indicador estándar para el tercer nivel de información.
 - ◇ Indicador estándar para el cuarto nivel de información.

Cada indicador de la lista debe comenzar con el comando `\item[indicador]`, donde la opción `[indicador]` se puede utilizar para modificar el indicador estándar.

Observación. Al omitir la opción `[indicador]`, entonces $\text{\LaTeX}$ debe utilizar el indicador estándar para cada nivel.

El código de la Gráfica 4.1 es el siguiente:

Los cuatro niveles de jerarquización se muestran en la lista siguiente:

```
\begin{itemize}
\item[ $\bullet$ ] Indicador estándar para el primer nivel de información.
\item[ $\bullet$ ] La longitud de la información para cada nivel no tiene límite,
esto es, la información debe ser justificada automáticamente por  $\text{\LaTeX}$ .
\begin{itemize}
\item[ $-$ ] Indicador estándar para el segundo nivel de información.
\begin{itemize}
\item[ $*$ ] Indicador estándar para el tercer nivel de información.
\begin{itemize}
\item[ $\cdot$ ] Indicador estándar para el cuarto nivel de información.
\end{itemize}
\end{itemize}
\end{itemize}
\end{itemize}
```

El entorno para detallar información (`itemize`) utiliza los indicadores `itemi`, `itemii`, `itemiii` e `itemiv`. El indicador estándar se puede modificar mediante la instrucción siguiente:

```
\renewcommand{\labelitemi}{indicador}
```

El comando `\labelitemi` es definido con el nuevo indicador.

Observación. Al colocar la instrucción `\renewcommand{\labelitemi}{indicador}`, entonces el indicador se modifica para el primer nivel del entorno `itemize` de manera LOCAL, esto es, a partir del lugar donde ha sido colocada la instrucción y solo para el archivo en el cual se ha colocado la instrucción.

En este manual se han modificado los indicadores estándar para el entorno `itemize` de todo el documento mediante las instrucciones siguientes:

```
\renewcommand{\labelitemi}{ $\bullet$ }
\renewcommand{\labelitemii}{ $\circ$ }
\renewcommand{\labelitemiii}{ $\star$ }
```

Observación. Para modificar los indicadores estándar para el entorno `itemize` de este manual, las instrucciones están colocadas justo después del comando `\begin{document}` y debido a que se han utilizado grandes unidades de estructura se ha logrado que la modificación sea para todo el contenido del documento.

Por lo cual, el indicador estándar para el cuarto nivel del entorno `itemize` es el símbolo $\diamond$ (`\diamond`), tal y como se puede observar en la lista siguiente:

- Indicador estándar para el primer nivel de información.
 - Indicador estándar para el segundo nivel de información.
 - ★ Indicador estándar para el tercer nivel de información.
 - ◊ Indicador estándar para el cuarto nivel de información.

Observación. El entorno `itemize` es adecuado para listas pequeñas y al ser utilizado debe tener cuando menos un indicador.

4.2. Numerar información en $\text{\LaTeX}$ (entorno `enumerate`)

Para numerar información $\text{\LaTeX}$ tiene el entorno `enumerate`, este entorno permite a los autores numerar los párrafos mediante numeradores, los numeradores se pueden jerarquizar hasta con cuatro niveles.

Los cuatro niveles de jerarquización se muestran en la lista siguiente:

1. Numerador estándar para el primer nivel de información.
 - (a) Numerador estándar para el segundo nivel de información.
 - i. Numerador estándar para el tercer nivel de información.
 - ii. Numerador estándar para el tercer nivel de información.
 - A. Numerador estándar para el cuarto nivel de información.
 - B. Numerador estándar para el cuarto nivel de información.
 - C. Numerador estándar para el cuarto nivel de información.
2. Numerador estándar para el primer nivel de información.
 - (a) Numerador estándar para el segundo nivel de información.

Gráfica 4.2: Numeradores estándar para el entorno `enumerate`

Al utilizar el paquete `babel` (`\usepackage[spanish]{babel}`), $\text{\LaTeX}$ cambia los numeradores estándar y éstos se pueden observar en la lista siguiente:

1. Numerador estándar para el primer nivel de información.
 - a) Numerador estándar para el segundo nivel de información.
 - 1) Numerador estándar para el tercer nivel de información.
 - a' Numerador estándar para el cuarto nivel de información.
2. Numerador estándar para el primer nivel de información.

Cada indicador de la lista debe comenzar con el comando `\item[numerador]`, donde la opción `[numerador]` se puede utilizar para modificar el numerador estándar.

Observación. Al omitir la opción `[numerador]`, entonces $\text{\LaTeX}$ debe utilizar el indicador estándar para cada nivel.

El código de la Gráfica 4.2 es el siguiente:

Los cuatro niveles de jerarquización se muestran en la lista siguiente:

```
\begin{enumerate}
\item Numerador estándar para el primer nivel de información.
\begin{enumerate}
\item[(a)] Numerador estándar para el segundo nivel de información.
\begin{enumerate}
\item[i.] Numerador estándar para el tercer nivel de información.
\item[ii.] Numerador estándar para el tercer nivel de información.
\begin{enumerate}
\item[A.] Numerador estándar para el cuarto nivel de información.
\item[B.] Numerador estándar para el cuarto nivel de información.
\item[C.] Numerador estándar para el cuarto nivel de información.
\end{enumerate}
\end{enumerate}
\end{enumerate}
\end{enumerate}
\item Numerador estándar para el primer nivel de información.
\begin{enumerate}
\item[(a)] Numerador estándar para el segundo nivel de información.
\end{enumerate}
\end{enumerate}
```

El entorno `enumerate` utiliza numeradores `enumi`, `enumii`, `enumiii` y `enumiv` para numerar los niveles de jerarquización de la información. El numerador estándar se puede modificar mediante la instrucción siguiente:

```
\renewcommand{\labelenumi}{numerador}
```

Observación. Al colocar la instrucción `\renewcommand{\labelenumi}{numerador}`, entonces el numerador se modifica para el primer nivel del entorno `enumerate` de manera LOCAL, esto es, a partir del lugar donde ha sido colocada la instrucción y solo para el archivo en el cual se ha colocado la instrucción.

El argumento `numerador` puede ser de alguna de las formas siguientes:

1. Ordenar alfabéticamente con caracteres en mayúscula `\Alph{enumi}`.
2. Ordenar alfabéticamente con caracteres en minúscula `\alph{enumi}`.
3. Ordenar numéricamente con números arábigos `\arabic{enumi}`.
4. Ordenar numéricamente con números romanos en mayúscula `\Roman{enumi}`.
5. Ordenar numéricamente con números romanos en minúscula ¹ `\roman{enumi}`.

¹Debido a que en español los números romanos en minúscula se consideran una falta de ortografía, al utilizar el paquete `babel` con la opción `spanish`, la distribución de $\text{\LaTeX}$ (`tetex-latex-3.0-36.fc6`) de *Fedora Core 6* debe usar tipografía en versales para evitar la falta ortográfica al utilizar los numeradores con esta definición.

En este manual se han modificado los numeradores estándar para el entorno `enumerate` de todo el documento mediante las instrucciones siguientes:

```
\renewcommand{\labelenumiv}{\roman{enumiv}.}
```

Observación. Para modificar los indicadores estándar para el entorno `enumerate` de este manual, la instrucción está colocada justo después del comando `\begin{document}` y debido a que se han utilizado grandes unidades de estructura se ha logrado que la modificación sea para todo el contenido del documento.

Por lo cual, el numerador estándar para el cuarto nivel del entorno `enumerate` es con números romanos en versales (I., II., ...), tal y como se puede observar en la lista siguiente:

1. Numerador estándar para el primer nivel de información.
 - a) Numerador estándar para el segundo nivel de información.
 - 1) Numerador estándar para el tercer nivel de información.
 - I. Numerador estándar para el cuarto nivel de información.
2. Numerador estándar para el primer nivel de información.
 - a) Numerador estándar para el segundo nivel de información.

Observación. El entorno `enumerate` es adecuado para numerar listas y al ser utilizado debe tener cuando menos un indicador.

4.3. Etiquetar información en $\text{\LaTeX}$ (entorno `description`)

Para etiquetar información $\text{\LaTeX}$ tiene el entorno `description`, este entorno permite a los autores etiquetar los párrafos mediante etiquetas personalizadas.

Observación. El entorno `description` se puede considerar como la generalización del entorno `itemize`, en el cual las etiquetas pueden ser personalizadas.

diacrítico, ca. Del gr. *διακριτικός*, que distingue.

1. adj. *Gram.* Dicho de un signo ortográfico: Que sirve para dar a una letra o a una palabra algún valor distintivo. El adverbio **más** lleva acento diacrítico frente a la conjunción **mas**.
2. adj. *Med.* Dicho de un síntoma o de una señal: Que permite distinguir una enfermedad exactamente de otra.

ortográfico, ca adj. Perteneciente o relativo a la ortografía.

prosódico, ca Del lat. *prosodĭcus*, y del gr. *προσῳδικός*

1. adj. Perteneciente o relativo a la prosodia.

Gráfica 4.3: Etiquetas personalizadas para el entorno `description`

Cada etiqueta de la lista debe comenzar con el comando `\item[etiqueta]`, donde la opción `[etiqueta]` se puede utilizar para etiquetar la información.

Observación. En el entorno para describir listas (`description`), las etiquetas tienen la tipografía con serie negrita y la información está alineada a la derecha con sangría francesa. Las listas se pueden incluir (`enumerate`) unas dentro de otras (`description`). Al omitir la opción `[etiqueta]`, entonces $\text{\LaTeX}$ debe omitir la etiqueta.

El código de la Gráfica 4.3 es el siguiente:

```
\begin{description}
\item[diacrítico, ca.] Del gr.  $\delta$ 
 $\iota\alpha\kappa\rho\iota\tau\iota\kappa\sigma$ , que distingue.
\begin{enumerate}
\item adj. Gram. Dicho de un signo ortográfico: Que sirve para dar
a una letra o a una palabra algún valor distintivo. El adverbio más
lleva acento diacrítico frente a la conjunción mas.
\item adj. Med. Dicho de un síntoma o de una señal: Que permite
distinguir una enfermedad exactamente de otra.
\end{enumerate}
\item[ortográfico, ca] adj. Perteneciente o relativo a la ortografía.
\item[prosódico, ca] Del lat. prosod $\iota\kappa\sigma$ ,
y del gr.  $\pi\rho\sigma\sigma\iota\kappa\omega\delta\epsilon\iota\alpha\kappa\sigma$ 
\begin{enumerate}
\item adj. Perteneciente o relativo a la prosodia.
\end{enumerate}
\end{description}
```

4.4. Listar información en $\text{\LaTeX}$ (entorno `list`)

Para listar información $\text{\LaTeX}$ tiene el entorno `list`, este entorno permite a los autores controlar el formato de la lista.

Para listar información mediante el ambiente `list` se debe utilizar la sintaxis siguiente:

```
\begin{list}{etiqueta}{espacio}
\item[etiqueta]
\end{list}
```

El argumento `etiqueta` debe contener el texto para crear la etiqueta estándar, se pueden utilizar comandos de $\text{\LaTeX}$.

El argumento `espacio` debe contener los comandos para modificar los parámetros para espaciar la lista, este argumento puede estar vacío y entonces $\text{\LaTeX}$ debe usar los espacios estándar de los parámetros para espaciar la lista.

Observación. El entorno `list` se puede utilizar para crear macros.

Los comandos que se pueden usar en el parámetro `espacio` son los siguientes:

COMANDO	DESCRIPCIÓN
<code>\topsep</code>	Para definir el espacio vertical (además de <code>\parskip</code>) que $\text{\LaTeX}$ debe insertar entre el texto del último párrafo y el primer artículo (<code>\item</code>) de la lista, así como el espacio vertical que $\text{\LaTeX}$ debe insertar entre el último artículo de la lista y el texto del párrafo siguiente a la lista (el espacio estándar es 0.125in).
<code>\partopsep</code>	Para definir el espacio vertical extra (además de <code>\topsep</code> y <code>\parskip</code>) que $\text{\LaTeX}$ debe insertar, si el entorno está precedido por una línea en blanco entre el texto del último párrafo y el primer artículo de la lista, así como el espacio vertical extra que $\text{\LaTeX}$ debe insertar entre el último artículo de la lista y el texto del párrafo siguiente a la lista.
<code>\itemsep</code>	Para definir el espacio vertical extra (además de <code>\parsep</code>) que $\text{\LaTeX}$ debe insertar entre los artículos de la lista (el espacio estándar es 0.06in).
<code>\parsep</code>	Para definir el espacio vertical que $\text{\LaTeX}$ debe insertar entre los párrafos de los artículos (el espacio estándar es 0.06in).
<code>\leftmargin</code>	Para definir el espacio horizontal que $\text{\LaTeX}$ debe insertar entre el margen izquierdo del entorno cercano y el margen izquierdo de la lista (sin incluir la etiqueta). El espacio debe ser positivo y es relativo al margen izquierdo del entorno cercano (el espacio estándar es de 2.5em).
<code>\rightmargin</code>	Para definir el espacio horizontal que $\text{\LaTeX}$ debe insertar entre el margen derecho del entorno cercano y el margen derecho de la lista. El espacio debe ser positivo y es relativo al margen derecho del texto. (el espacio estándar es de 0em).
<code>\listparindent</code>	Para definir la sangría adicional que $\text{\LaTeX}$ debe insertar en el primer renglón de cada párrafo excepto en el primer artículo (la sangría estándar es 0in y puede ser negativa).
<code>\itemindent</code>	Para definir la sangría del primer renglón que $\text{\LaTeX}$ debe insertar en cada artículo (la sangría estándar es 0in y puede ser negativa).
<code>\labelsep</code>	Para definir el espacio horizontal que $\text{\LaTeX}$ debe insertar entre el extremo de la caja que contiene la etiqueta y el texto del primer renglón del artículo (el espacio estándar es 0.5em y puede ser negativo).
<code>\labelwidth</code>	Para definir el ancho de la caja que contiene a la etiqueta (el ancho estándar es de 2em). Si el ancho estándar de la etiqueta es mayor que el ancho de la caja, entonces $\text{\LaTeX}$ debe escribir la etiqueta en una caja del ancho de la etiqueta.

Tabla 4.1: Comandos para modificar el parámetro `espacio`

Para conocer la relación existente entre las opciones de compra europeas y las opciones de venta europeas se analizan los portafolios de inversión siguientes:

PORTAFOLIO A: Está integrado por los subyacentes siguientes:

1. Una opción de compra europea emitida sobre un subyacente con precio $M_{t \in [0, T]}$, tiempo de vigencia T y precio de liquidación $S: c(t, M)$.
2. La cantidad $Se^{\mu(T-t)}$ en efectivo: $Se^{\mu(T-t)}$.

PORTAFOLIO B: Está integrado por los subyacentes siguientes:

1. Una opción de venta europea emitida sobre un subyacente con precio $M_{t \in [0, T]}$, tiempo de vigencia T y precio de liquidación $S: p(T, M)$.
2. El bien subyacente, sobre el que se emite la opción europea de venta $p(t, M)$, en cantidad unitaria y con precio subyacente M_0 al momento de negociar la opción $p(t, M): M_0$.

Gráfica 4.4: Artículos personalizados para el entorno list

El código de la Gráfica 4.4 es el siguiente:

```
\newcounter{Alfab}
```

Para conocer la relación existente entre las opciones de compra europeas y las opciones de venta europeas se analizan los portafolios de inversión siguientes:

```
\begin{list}{\textbf{PORTAFOLIO \Alph{Alfab}}:}{\usecounter{Alfab}}
\item Está integrado por los subyacentes siguientes:
\begin{enumerate}
\item Una opción de compra europea emitida sobre un subyacente con precio
 $M_{t \in [0, T]}$ , tiempo de vigencia  $T$  y precio de liquidación
 $S: c(t, M)$ .
\item La cantidad  $Se^{\mu(T-t)}$  en efectivo:
 $Se^{\mu(T-t)}$ .
\end{enumerate}

\item Está integrado por los subyacentes siguientes:
\begin{enumerate}
\item Una opción de venta europea emitida sobre un subyacente con precio
 $M_{t \in [0, T]}$ , tiempo de vigencia  $T$  y precio de liquidación  $S: p(T, M)$ .
\item El bien subyacente, sobre el que se emite la opción europea de venta
 $p(t, M)$ , en cantidad unitaria y con precio subyacente  $M_0$ 
al momento de negociar la opción  $p(t, M): M_0$ .
\end{enumerate}
\end{list}
```

El comando `\newcounter{nombre}[contador]` es para definir un nuevo contador llamado (de forma diferente que cualquier otro contador existente) `nombre`. El argumento opcional `contador` hace que el nuevo contador llamado `nombre` sea reajustado siempre que el contador nombrado en el argumento opcional se incremente.

El comando `\usecounter{nombre}` se puede utilizar en el segundo argumento del entorno `list` para que el contador llamado `nombre` se pueda utilizar para numerar los artículos de la lista.

El código de la Gráfica 4.4 es un ejemplo para facilitar a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ la creación del contador “Alfab” mediante el comando `\newcounter{Alfab}` y para personalizar los artículos de la lista, el argumento `etiqueta` (`\textbf{PORTAFOLIO \Alph{Alfab}}`;) es un **PORTAFOLIO**, de forma que cada artículo de la lista está identificado por el contador alfabético creado mediante el comando `\Alph{Alfab}`², el cual debe utilizar caracteres alfabéticos en mayúscula (A, B, C, ... Z). Por lo cual, $\text{\LaTeX}$, de manera automática para cada comando `\item`, el artículo es un **PORTAFOLIO** que se puede identificar alfabéticamente (A ... Z).

Observación. Es necesario usar el comando `\usecounter{Alfab}` en el argumento espacio del entorno `list` para utilizar el contador alfabético .

²Los usuarios $\text{\LaTeX}$ pueden personalizar los artículos mediante otros contadores (Tabla 2.21) ó utilizar comandos $\text{\LaTeX}$ (`\bigstar` ★, `\Ecommerce` @, ..., `\textbullet` ●) para cada artículo del entorno `list`.

4.5. Conclusiones

En este manual de nivel básico los autores han adquirido los conocimientos para listar información mediante los entornos: `itemize`, `enumerate`, `description` y `list`; para poder detallar, numerar, etiquetar y listar información de forma personalizada, automática y sencilla.

Por medio de estos conocimientos los autores pueden personalizar las listas de información de los documentos al usar $\text{\LaTeX}$. Los entornos de $\text{\LaTeX}$ se puede optimar y personalizar el uso de listas en el contenido de los documentos para ordenar la información mediante indicadores, numeradores, etiquetas y artículos de forma automática o personalizada.

Mediante los conocimientos que se han podido mostrar hasta el momento, los autores pueden listar acontecimientos de forma automática ó personalizada, permitiendo que los autores se puedan concentrar en su objetivo principal, escribir.

Capítulo 5

Tabular información en $\text{\LaTeX}$

En ocasiones es necesario distribuir la información de acuerdo a los atributos que tiene, lo cual se hace para identificar eficientemente la información y facilitar su lectura y comprensión. Para realizar esta tarea $\text{\LaTeX}$ tiene los entornos siguientes:

5.1. Alinear información en $\text{\LaTeX}$ (entorno `tabbing`)

Para alinear la información en columnas $\text{\LaTeX}$ cuenta con el entorno `tabbing`, el cual no genera tablas exactamente y no puede controlar el formato totalmente, sin embargo permite presentar la información en columnas de manera similar a los tabuladores de las máquinas de escribir.

La sintaxis para trabajar con el entorno `tabbing` es la siguiente:

```
\begin{tabbing}
Información y comandos. \kill
Columna 1 \= Columna 2 \= ... \= Columna n \\
columna 1 \> columna 2 \> ... \> columna n \\
\end{tabbing}
```

Se tiene la información siguiente:

```
CUENTA;NOMBRES;PATERNO;MATERNO;GENERACIÓN, SEMESTRE
403059669;Alina Fernanda;Aguilar;Pradal;2003;2005-1
402058229;Leonardo;Kuba;Dorfsman;;2005-1
300856167;Adolfo Martín;Sotelo;López ;2004;2006-1
402057552;Luis Fernando;Villagordoa;de Anda;2002;2006-2
301728955;Teicu Azucena;Huerta;Ortega;2004;2007-1
;José Antonio;Palumbo;Sánchez;2004;2007-1
301201364;Perla;Rivero;;2004;2007-2
302090349;Jovana Madai;López;Cardiel;2005;2008-1
301602091;Ernesto;Delint;Magallon;2004;2008-2
```

Tabla 5.1: Información de alumnos de Valuación de Opciones

El entorno `tabbing` cuenta con los comandos siguientes:

COMANDO	DESCRIPCIÓN
<code>\=</code>	Para fijar la posición de los tabuladores.
<code>\></code>	Para avanzar al tabulador siguiente.
<code>\<</code>	Para retroceder al tabulador anterior. Se debe utilizar al principio del renglón.
<code>\\</code>	Para finalizar un renglón.
<code>\+</code>	Para hacer que el renglón siguiente deba conimenzar en el tabulador siguiente al previsto.
<code>\-</code>	Para hacer que el renglón siguiente deba conimenzar en el tabulador anterior al previsto.
<code>\'</code>	Para alinear la información (anterior al comando) de la columna actual a la derecha de la columna anterior.
<code>\'</code>	Para alinear la información (posterior al comando) que se encuentra en la última columna (sólo la que se encuentra en la última columna) al margen derecho .
<code>\kill</code>	Para omitir el renglón que finaliza con este comando.

Tabla 5.2: Comandos para el entorno `tabbing`

Observación. El entorno `tabbing` se usa para hacer tablas sencillas debido a que no permite controlar formato de forma total.

Ejemplo 23. Presentar la información de la Tabla 5.1 organizada en columnas.

La información de Tabla 5.1 está separada por un delimitador (;) entre cada atributo (CUENTA, NOMBRES, PATERNO, MATERNO, GENERACIÓN y SEMESTRE), al usar el entorno `tabbing` se puede presentar la información organizada en columnas de la forma siguiente:

CUENTA	NOMBRES	PATERNO	MATERNO	GENERACIÓN	SEMESTRE
403059669	Alina Fernanda	Aguilar	Pradal	2003	2005-1
402058229	Leonardo	Kuba	Dorfsman		2005-1
300856167	Adolfo Martín	Sotelo	López	2004	2006-1
402057552	Luis Fernando	Villagordoa	de Anda	2002	2006-2
301728955	Teicu Azucena	Huerta	Ortega	2004	2007-1
	José Antonio	Palumbo	Sánchez	2004	2007-1
301201364	Perla	Rivero		2004	2007-2
302090349	Jovana Madai	López	Cardiel	2005	2008-1
301602091	Ernesto	Delint	Magallon	2004	2008-2

Tabla 5.3: Información de alumnos de Valuación de Opciones organizada con el entorno `tabbing`

La información de la Tabla 5.3 tiene las características siguientes:

1. Se pueden identificar los atributos siguientes:
 - a) Número de cuenta (CUENTA).
 - b) Nombres (NOMBRES).
 - c) Apellido paterno (PATERNO).
 - d) Apellido materno (MATERNO).
 - e) Generación a la que pertenece el alumno (GENERACIÓN).
 - f) Semestre en el que el alumno cursó la materia (SEMESTRE).
2. Algunos registros no cuentan con la información siguiente:
 - a) Número de cuenta (CUENTA).
 - b) Apellido materno (MATERNO).
 - c) Generación (GENERACIÓN).

Para organizar la información de la Tabla 5.3 en columnas y obtener la Tabla 5.3 se puede utilizar el código siguiente:

```
\begin{tabbing}
Información y comandos. \kill
\textbf{CUENTA \hspace{0.5cm}} \= \textbf{NOMBRES \hspace{1.0cm}}
\= \textbf{PATERNO \hspace{0.5cm}} \= \textbf{MATERNO \hspace{0.5cm}}
\= \textbf{GENERACIÓN} \= \'\textbf{SEMESTRE}\\
403059669\>Alina Fernanda\>Aguilar\>Pradal\>\>2003\'\'\2005-1\\
402058229\>Leonardo\>Kuba\>Dorfsman\>\>\'\'\2005-1\\
300856167\>Adolfo Martín\>Sotelo\>López\>\>2004\'\'\2006-1\\
402057552\>Luis Fernando\>Villagordoa\>de Anda\>\>2002\'\'\2006-2\\
301728955\>Teicu Azucena\>Huerta\>Ortega\>\>2004\'\'\2007-1\+\\\
José Antonio\>Palumbo\>Sánchez\>\>2004\'\'\2007-1-\\\
301201364\>Perla\>Rivero\>\>\>2004\'\'\2007-2\\
302090349\>Jovana Madai\>López\>Cardiel\>\>2005\'\'\2008-1\\
301602091\>Ernesto\>Delint\>Magallon\>\>2004\'\'\2008-2
\end{tabbing}
```

El código para generar la Tabla 5.3 tiene la columna GENERACIÓN vacía (excepto el título) para presentar el año alineado a la derecha de la columna GENERACIÓN (comando `\'`), por lo cual la información correspondiente a la generación se encuentra en la columna SEMESTRE. La columna SEMESTRE está alineada al margen derecho (comando `\'`). La información del alumno José Antonio Palumbo Sánchez no tiene el número de cuenta, por lo cual la información correspondiente se debe presentar en el tabulador siguiente al previsto (comando `\+` en el renglón anterior). La información de la alumna Perla Rivero tiene número de cuenta, por lo cual la información correspondiente se debe presentar en el tabulador anterior al previsto (comando `\-` en el renglón anterior, al usar este comando en el renglón anterior se evita usar el comando `\<` al comenzar los cuatro renglones siguientes).

5.2. Tabular información en $\text{\LaTeX}$ (entorno `tabular`)

Para organizar información en renglones y columnas, $\text{\LaTeX}$ tiene el entorno `tabular`, el cual debe producir una caja que consiste en renglones de información alineada verticalmente en columnas.

La longitud de cada columna se adapta a la longitud de la información más extensa contenida en la columna. Se pueden introducir líneas horizontales y verticales. Se puede definir la alineación (izquierda, centrada, derecha o justificada en párrafos de ancho fijo) de la información para cada columna.

Los usuarios de $\text{\LaTeX}$ pueden controlar el formato al utilizar la sintaxis siguiente:

```
\begin{tabular}[posicion]{formato}
Información y comandos.
Columna 1 & Columna 2 & ... & Columna n \\ %Primer renglón.
columna 1 & columna 2 & ... & columna n \\ %Segundo renglón.
\end{tabular}
```

Observación. En el argumento `formato` se debe indicar el número de columnas que tiene la tabla a través del indicador para alinear la información de cada columna. El número de tabuladores (&) para delimitar la información en columnas debe ser el mismo en cada renglón (excepto al usar el comando `\multicolumn`, página 78). Los renglones se deben delimitar mediante el comando para finalizar un renglón (`\\`). El argumento `posicion` es de uso opcional. Al usar el entorno `tabular`, $\text{\LaTeX}$ debe alinear la tabla a la sangría del margen izquierdo.

Para organizar la información en renglones y columnas a través de una caja (entorno `tabular`) con un ancho predeterminado, los usuarios de $\text{\LaTeX}$ pueden utilizar la sintaxis siguiente:

```
\begin{tabular*}{ancho}[posicion]{formato}
Información y comandos.
Columna 1 & Columna 2 & ... & Columna n \\ %Primer renglón.
columna 1 & columna 2 & ... & columna n \\ %Segundo renglón.
\end{tabular*}
```

Observación. En el argumento `ancho` se debe indicar el ancho de la tabla (entorno `tabular`). $\text{\LaTeX}$ debe utilizar un espacio entre las columnas para ajustar al ancho predeterminado.

5.2.1. Estructurar información (argumento `formato`)

El argumento `formato` es el que permite estructurar la información y se compone de:

1. Indicadores (obligatorios y son para indicar la existencia de cada columna de la tabla).
2. Separadores (opcionales y son para indicar como se deben separar las columnas).

5.2.2. Alinear información (indicadores para el argumento `formato`)

Para indicar la existencia de cada columna y la alineación que debe tener la información en cada columna es necesario usar en el argumento `formato` los indicadores de la Tabla 5.4 (página 75).

Ejemplo 24. La sintaxis mínima para crear una tabla de dos columnas (la información se debe alinear a la izquierda) es:

```
\begin{tabular}{ll}
\end{tabular}
```

Observación. $\text{\LaTeX}$ debe determinar automáticamente la longitud de cada columna, de acuerdo a la longitud de la información más extensa contenida en la columna, excepto al usar el indicador `p{longitud}`.

Para indicar la existencia de cada columna del entorno `tabular` es necesario usar en el argumento `formato` los indicadores siguientes:

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
l	Para indicar la existencia de una columna que debe alinear la información a la izquierda (el ancho de la columna se determina automáticamente).
c	Para indicar la existencia de una columna que debe centrar la información (el ancho de la columna se determina automáticamente).
r	Para indicar la existencia de una columna que debe alinear la información a la derecha (el ancho de la columna se determina automáticamente).
p{longitud}	Para indicar el ancho fijo de la columna, con la información justificada.
{cantidad}{formato}	Para establecer la cantidad de copias (argumento <code>cantidad</code>) de columnas y para indicar el formato que éstas tienen (argumento <code>formato</code>) por medio de los indicadores (l, c, r, p{longitud} o <code>{cantidad}{formato}</code>).

Tabla 5.4: Indicadores para el argumento `formato` en el entorno `tabular`

5.2.3. Delimitar columnas (separadores para el argumento `formato`)

Para delimitar las columnas es necesario usar en el argumento `formato` los separadores siguientes:

SEPARADOR	DESCRIPCIÓN
	Para insertar una línea vertical entre las columnas de la tabla.
@{objeto}	Para insertar algún objeto entre las columnas de la tabla.

Tabla 5.5: Separadores para el argumento `formato` en el entorno `tabular`

Observación. Al usar el separador `@{objeto}` $\text{\LaTeX}$ debe eliminar el espacio entre las columnas y lo debe reemplazar por el argumento `objeto`. El argumento `objeto` puede ser texto o un conjunto de comandos (`@{ $\$$ \bigstar $\$$ \hspace{1em}}`).

5.2.4. Posicionar el entorno tabular (argumento posicion)

El argumento `posicion` es opcional y se debe utilizar para especificar la posición de la tabla (del entorno `tabular`) con respecto al texto en el cual se incluye.

Observación. El estándar del argumento `posicion` es el indicador `c`.

Para indicar la posición de la tabla con respecto al renglón en la que se encuentra, los usuarios de $\text{\LaTeX}$ cuentan con los indicadores siguientes:

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
t	Para colocar la parte superior de la tabla en el renglón actual en el cual se encuentra la tabla.
c	Para colocar la parte central de la tabla en el renglón actual en el cual se encuentra la tabla.
b	Para colocar la parte inferior de la tabla en el renglón actual en el cual se encuentra la tabla.

Tabla 5.6: Indicadores para el argumento `posicion` en el entorno `tabular`

Ejemplo 25. Anexar al código del Ejemplo 24 la información de la matriz cuadrada A_{ij} , con dos columnas centradas y que la posición de la tabla esté centrada con respecto al renglón en el que se encuentra.

```
La matriz $A_{ij}=\left(
\begin{tabular}{*{2}{c}}
$a_{11}$ & $a_{12}$ \\
$a_{21}$ & $a_{22}$
\end{tabular}
\right)$ tiene los elementos $a_{11}$ y $a_{12}$ ordenados en dos columnas.
```

Al compilar el código del Ejemplo 25 se obtiene el resultado siguiente:

La matriz $A_{ij} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix}$ tiene los elementos a_{ij} ordenados en dos columnas.

El código del Ejemplo 25 tiene el entorno `tabular` contenido en el entorno matemático:

```
$A_{ij}=\left(\begin{tabular}{*{2}{c}} \dots \end{tabular}\right)$
```

Observación. Al incluir el entorno `tabular` en el entorno matemático, los usuarios de $\text{\LaTeX}$ pueden disponer de los comandos y atributos que el entorno matemático tiene (subíndices y delimitadores).

Mediante los comandos `\left` y `\right` (par de delimitadores para el entorno matemático), el paréntesis ($\left(\dots \right)$) de la matriz A_{ij} tiene el tamaño (altura) correcto. Al omitir el argumento `posicion`, la parte central de la matriz A_{ij} está colocada en el renglón en el que se encuentra la tabla (entorno `tabular`) con los elementos a_{ij} ordenados en dos columnas centradas. Se tiene sólo un $(n - 1)$ tabuladores, donde n es el número de columnas) tabulador (`&`) obligatorio en cada renglón y el separador (`\`) para finalizar el primer renglón (no es obligatorio colocar el separador en el último renglón, excepto para usar los comandos `\hline` ó `\cline{i-j}`) de la tabla (entorno `tabular`).

5.2.5. Tabular y delimitar información (tabulador y delimitadores)

Para delimitar la información de las columnas de la tabla, los usuarios de $\text{\LaTeX}$ deben usar (dentro del entorno `tabular`) el tabulador siguiente:

TABULADOR	DESCRIPCIÓN
<code>&</code>	Para delimitar la información de las columnas de la tabla.

Tabla 5.7: Tabulador para columnas dentro el entorno `tabular`

Observación. El número de tabuladores para una tabla con n columnas es exactamente $n - 1$ en cada renglón de la tabla (excepto al usar el comando `\multicolumn`, página 78).

Para delimitar la información de los renglones de la tabla, los usuarios de $\text{\LaTeX}$ pueden usar los comandos siguientes:

DELIMITADOR	DESCRIPCIÓN
<code>\</code>	Para finalizar un renglón.
<code>\hline</code>	Para imprimir una línea horizontal a través de la tabla (todas las columnas).
<code>\cline{i-j}</code>	Para imprimir una línea horizontal desde el comienzo de la columna i hasta el final de la columna j .
<code>\vline</code>	Para imprimir una línea vertical (adicional a la especificada mediante el separador <code> </code> del argumento <code>formato</code>) con la altura total del renglón y centrada horizontalmente en la columna (se puede insertar espacio horizontal a través de los comandos <code>_</code> , <code>\quad</code> y <code>\hspace{longitud}</code>).

Tabla 5.8: Delimitadores para renglones dentro del entorno `tabular`

Observación. El delimitador `\` es obligatorio (excepto en el último renglón). Al usar los comandos `\hline` y `\cline{i-j}` (depués del delimitador `\`, esto es, al comenzar el renglón siguiente), $\text{\LaTeX}$ debe imprimir una línea horizontal entre los renglones correspondientes (anterior y en el que se encuentra el comando `\hline`).

5.2.6. Agrupar información de varias columnas (comando `\multicolumn`)

Para ubicar el contenido del argumento objeto y que éste se pueda agrupar en varias columnas los usuarios de $\text{\LaTeX}$ cuentan con el comando `\multicolumn{columnas}{formato}{objeto}`.

El argumento `columnas` debe contener un número entero (positivo) para indicar las columnas en las que se debe agrupar el contenido del argumento objeto. El argumento `formato` es para estructurar la información del número de columnas, debe tener un indicador (Tabla 5.4, página 75) y puede tener un conjunto de separadores (Tabla 5.5, página 75). El argumento `objeto` debe contener la información que se debe agrupar en el número de columnas propuestas y con el formato especificado (indicador y conjunto de separadores en el argumento `formato`).

Observación. Los argumentos (`columnas`, `formato` y `objeto`) del comando `\multicolumn` son obligatorios, sin embargo, el contenido del argumento `objeto` (`\multicolumn{2}{1}{}`) puede estar vacío .

Al usar el entorno `tabular` con la sintaxis adecuada (página 74), los indicadores (obligatorios y opcionales, páginas 75 y 76) y los separadores (opcionales, página 75) para los argumentos `formato` (obligatorio, página 74) y `posicion` (opcional, página 76), el tabulador (obligatorio, página 77), los delimitadores (obligatorios y opcionales, página 77) y el comando `\multicolumn` con la sintaxis adecuada (opcional, página 78) los usuarios de $\text{\LaTeX}$ puede crear tablas con formato y delimitadas por líneas horizontales y verticales.

Ejemplo 26. Se ha recibido información de algunos alumnos de Valuación de Opciones (Tabla 5.9), la cual está vinculada a la información de la Tabla 5.9 a través del atributo `CUENTA`.

La información de algunos alumnos de Valuación de Opciones se encuentra en la tabla siguiente:

```
CUENTA;NOMBRES;PATERNO;MATERNO;GENERACIÓN;AÑO;PERIODO
403059669;Alina Fernanda;Aguilar;Pradal;2003;2005;1
402058229;Leonardo;Kuba;Dorfsman;2002;2005;1
300856167;Adolfo Martín;Sotelo;López;2004;2006;1
402057552;Luis Fernando;Villagordoa;de Anda;2002;2006;2
301728955;Teicu Azucena;Huerta;Ortega;2004;2007;1
404054739;José Antonio;Palumbo;Sánchez;2004;2007;1
301201364;Perla;Rivero;Ortega;2004;2007;2
302090349;Jovana Madai;López;Cardiel;2005;2008;1
301602091;Ernesto;Delint;Magallon;2004;2008;2
```

Tabla 5.9: Información de alumnos de Valuación de Opciones (2009–2)

La información vinculada mediante el atributo CUENTA se encuentra en la tabla siguiente:

```
CUENTA;ACTIVIDAD;ACTIVIDADES
403059669;Ayudante
402058229;Prestador de Servicio Social
300856167;Ayudante,Teista
402057552;Ayudante
301728955;Ayudante
404054739;Ayudante
301201364;Ayudante
302090349;
301602091;Prestador de Servicio Social
```

Tabla 5.10: Información de otras actividades (alumnos de Valuación de Opciones)

Presentar la información en siete columnas:

1. Número de cuenta (alineación a la izquierda).
2. Nombre completo (alineación a la izquierda) dividido en las columnas siguientes:
 - a) Nombres.
 - b) Apellido (alineación a la izquierda) dividido en las columnas siguientes:
 - 1) Paterno (alineación a la izquierda).
 - 2) Materno (alineación a la izquierda).
3. Generación (alineación a la derecha).
4. Semestre ¹ (alineación a la derecha).

La tabla se debe imprimir con el encabezado “ALUMNOS DE VALUACIÓN DE OPCIONES” alineado al centro de las siete columnas. Los encabezados de cada atributo (seis) con tipografía en mayúscula, con serie tipográfica negrita (`\textbf{ENCABEZADO}`) y con alineación centrada. La tabla debe estar separada con líneas verticales entre cada atributo y delimitada por líneas horizontales para cada renglón de información.

Los seis encabezados se deben distribuir en los tres renglones siguientes:

1. Nombre completo (columnas dos a cuatro).
2. Número (columna uno) y apellido (columnas tres y cuatro).
3. De cuenta, nombres, paterno, materno, generación y semestre (columnas seis y siete).

Después del número de cuenta (en la misma columna) vincular la información de las actividades adicionales que cada alumno ha desempeñado con el profesor José Antonio Climent Hernández.

¹La información está compuesta por el año y el periodo, por lo cual es necesario trabajar ambos atributos para imprimir ambos como el semestre (año – periodo) en el que el alumno cursó la materia.

La estructura para crear la tabla tiene los requerimientos siguientes:

1. El argumento formato (obligatorio) se debe estructurar por:
 - a) Siete indicadores (obligatorios) que indican la existencia de cada columna a través de:
 - 1) Cuatro indicadores alineados a la izquierda con separador vertical (opcional) a la izquierda ($\text{*{4}\{1\}}$).
 - 2) Tres indicadores alineados a la derecha con separador vertical (opcional) entre el último de los cuatro anteriores y el primero de éstos, así como entre el primero y el segundo de éstos, el separador (opcional) entre el segundo y el tercero de éstos se omite y en su lugar un guión ($\text{\@{--}}$) para separar el semestre en año y periodo, por último un separador vertical (opcional) después del último indicador de estos tres ($\text{\|r|r@{ -- }r|}$).

Por lo que la sintaxis para crear la tabla con siete columnas es la siguiente:

```
\begin{center}
\begin{tabular}{*{4}\{1\}|r|r@{ -- }r|}\hline
Información, tabuladores y delimitadores.
\end{tabular}
\end{center}
```

Observación. El entorno tabular debe alinear la tabla a la sangría del margen izquierdo, por lo que para centrar la tabla es necesario utilizar el entorno center.

Para imprimir la línea horizontal al comenzar la tabla es necesario comenzar el primer renglón con el comando `\hline`.

Para imprimir en el primer renglón de la tabla el encabezado “ALUMNOS DE VALUACIÓN DE OPCIONES” alineado al centro de las siete columnas es necesario usar el comando `\multicolumn` con la sintaxis siguiente:

```
\multicolumn{7}{|c|}{\textbf{ALUMNOS DE VALUACIÓN DE OPCIONES}} \\ \hline
```

Observación. El contenido del argumento columns indica a $\text{\LaTeX}$ que se deben utilizar las siete columnas, por lo cual se debe omitir el uso de los seis tabuladores (`&`). El argumento formato tiene el indicador (c) y los separadores verticales (|) para imprimir las líneas verticales que delimitan el renglón. El argumento objeto contiene el encabezado con tipografía en mayúscula y con la serie tipográfica negrita. Para finalizar el renglón se debe usar el delimitador `\\` y para imprimir la línea horizontal entre el renglón actual y el anterior (encabezado), se debe usar el comando `\hline`.

Para imprimir los seis encabezados en los tres renglones siguientes se puede utilizar el código siguiente:

```
& \multicolumn{3}{|c|}{\textbf{NOMBRE COMPLETO}} & & \multicolumn{2}{|c|}{\textbf{APELLIDO}} & \\
\\ \cline{2-4}
\multicolumn{1}{|c|}{\textbf{NÚMERO}} & & \multicolumn{2}{|c|}{\textbf{APELLIDO}} & & \multicolumn{2}{|c|}{\textbf{SEMESTRE}} & \\
\multicolumn{1}{|c|}{\textbf{DE CUENTA}} & & \multicolumn{2}{|c|}{\textbf{NOMBRES}} & & \multicolumn{2}{|c|}{\textbf{PATERNO}} & \\
\multicolumn{1}{|c|}{\textbf{PATERNO}} & & \multicolumn{2}{|c|}{\textbf{MATERNO}} & & \multicolumn{2}{|c|}{\textbf{GENERACIÓN}} & \\
\multicolumn{1}{|c|}{\textbf{GENERACIÓN}} & & \multicolumn{2}{|c|}{\textbf{SEMESTRE}} & & \multicolumn{2}{|c|}{\textbf{SEMESTRE}} & \\
\\ \hline
```

En el primer renglón se deja la primer columna en blanco para que el encabezado número de cuenta se distribuya en los dos renglones siguientes. A través del comando `\multicolumn` se utilizan las columnas dos, tres y cuatro para imprimir, centrado, el encabezado nombre completo (se deben omitir dos tabuladores). La quinta columna se deja en blanco para que el encabezado generación se imprima en el tercer renglón. Mediante el comando `\multicolumn` se utilizan las columnas seis y siete (se debe omitir un tabulador) con el argumento `objeto` en blanco para que el encabezado semestre se imprima en el tercer renglón. Para finalizar el primer renglón se debe utilizar el delimitador `\`. La línea horizontal que se debe imprimir solo es necesaria para delimitar el segundo renglón y el encabezado nombre completo (columnas dos, tres y cuatro), por lo que se debe utilizar el comando `\cline{2-4}`.

Observación. Al omitir el comando `\multicolumn` (columnas dos, tres y cuatro), el encabezado nombre completo se debe alinear a la izquierda. Al omitir el comando `\multicolumn` (columnas seis y siete) en el primer y segundo renglón, $\text{\LaTeX}$ debe imprimir el separador (`@{--}`) centrado.

En el segundo renglón se debe utilizar el comando `\multicolumn` para centrar el contenido del argumento `objeto` y delimitar las columnas. La primer columna contiene parte (número) del encabezado número de cuenta. La segunda columna se deja en blanco para que el encabezado nombres se imprima en el tercer renglón. La tercera columna tiene el comando `\multicolumn` para utilizar las columnas tres y cuatro para imprimir el encabezado apellido (se debe omitir un tabulador). La quinta columna se deja en blanco para que el encabezado generación se imprima en el tercer renglón. Mediante el comando `\multicolumn` se utilizan las columnas seis y siete (se debe omitir un tabulador) con el argumento `objeto` en blanco para que el encabezado semestre se imprima en el tercer renglón. Para finalizar el segundo renglón se debe utilizar el delimitador `\`. La línea horizontal que se debe imprimir solo es necesaria para delimitar el tercer renglón y el encabezado apellido (columnas tres y cuatro), por lo que se debe utilizar el comando `\cline{3-4}`.

Observación. Al omitir los separadores en el argumento `formato` en el comando `\multicolumn`, $\text{\LaTeX}$ no imprime las líneas verticales para delimitar las columnas. Al usar el comando `\hline` en lugar de `\cline{3-4}` el resto de las columnas deben ser atravesadas por la línea horizontal.

En el tercer renglón se debe utilizar el comando `\multicolumn` para centrar el contenido del argumento `objeto` y delimitar las columnas. La primer columna contiene parte (de cuenta) del encabezado número de cuenta. La segunda columna contiene el encabezado nombres. La tercera columna contiene el encabezado paterno. La quinta columna contiene el encabezado materno. La sexta columna contiene el encabezado generación. Mediante el comando `\multicolumn` se utilizan las columnas seis y siete (se debe omitir un tabulador) con el argumento `objeto` que contiene el encabezado semestre. Para finalizar el tercer renglón se debe utilizar el delimitador `\`. La línea horizontal que se debe imprimir es necesaria para delimitar el renglón siguiente y los seis encabezados anteriores, por lo que se debe utilizar el comando `\hline`.

Observación. En las siete columnas se utiliza el comando `\multicolumn` con el argumento `formato` que indica a $\text{\LaTeX}$ que la información debe estar centrada y está delimitada mediante una línea vertical con la altura del renglón (separador).

La información de los alumnos está codificada de la forma siguiente:

1. El número de cuenta en entorno matemático y a través de un superíndice se utiliza un símbolo (*, • y ★) para indicar las actividades adicionales que cada alumno ha desempeñado con el profesor de asignatura ordinario “B”, José Antonio Climent Hernández.
2. Nombres.
3. Apellido.
 - a) Paterno.
 - b) Materno.
4. Generación.
5. Semestre.
 - a) Año que identifica al ciclo escolar.
 - b) Periodo que identifica al año del ciclo escolar.

Para imprimir la información de los alumnos se puede utilizar el código siguiente:

```
$403059669~{\circledast}$ & Alina Fernanda & Aguilar & Pradal & 2003 &
\hspace*{5ex}2005 & 1 \\\hline
$402058229~{\bullet}$ & Leonardo & Kuba & Dorfsman & 2002 & 2005 & 1 \\\hline
$300856167~{\bigstar}$ & Adolfo Martín & Sotelo & López & 2004 & 2006 & 1 \\\hline
$402057552~{\circledast}$ & Luis Fernando & Villagordoa & de Anda & 2002 &
2006 & 2 \\\hline
$301728955~{\circledast}$ & Teicu Azucena & Huerta & Ortega & 2004 &
2007 & 1 \\\hline
$404054739~{\circledast}$ & José Antonio & Palumbo & Sánchez & 2004 &
2007 & 1 \\\hline
$301201364~{\circledast}$ & Perla & Rivero & Ortega & 2004 & 2007 & 2 \\\hline
$302090349$ & Jovana Madai & López & Cardiel & 2005 & 2008 & 1 \\\hline
$301602091~{\bullet}$ & Ernesto & Delint & Magallon & 2004 & 2008&2 \\\hline
```

El semestre (año y el periodo) está delimitado por el separador @{-} a través del tabulador (&).

Observación. Al usar el separador @{-} $\text{\LaTeX}$ debe eliminar el espacio entre las columnas seis y siete, y debe reemplazar el espacio por el separador @{-}, el cual debe estar centrado entre la columna seis y siete. Para alinear el semestre a la izquierda de las columnas seis y siete, se debe utilizar (cuando menos en el primer renglón) un espacio horizontal ($\hspace*{5ex}$) previo al año que identifica al ciclo escolar.

El resultado es la tabla siguiente:

ALUMNOS DE VALUCIÓN DE OPCIONES					
NÚMERO DE CUENTA	NOMBRE COMPLETO			GENERACIÓN	SEMESTRE
	NOMBRES	APELLIDO			
		PATERNO	MATERNO		
403059669 [®]	Alina Fernanda	Aguilar	Pradal	2003	2005 – 1
402058229 [•]	Leonardo	Kuba	Dorfsman	2002	2005 – 1
300856167 [★]	Adolfo Martín	Sotelo	López	2004	2006 – 1
402057552 [®]	Luis Fernando	Villagordoa	de Anda	2002	2006 – 2
301728955 [®]	Teicu Azucena	Huerta	Ortega	2004	2007 – 1
404054739 [®]	José Antonio	Palumbo	Sánchez	2004	2007 – 1
301201364 [®]	Perla	Rivero	Ortega	2004	2007 – 2
302090349	Jovana Madai	López	Cardiel	2005	2008 – 1
301602091 [•]	Ernesto	Delint	Magallon	2004	2008 – 2

Tabla 5.11: Información organizada con el entorno tabular

★ Tesista y ayudante.

• Prestador de Servicio Social.

⊗ Ayudante.

Para anexar los símbolos que relacionan las actividades adicionales los alumnos han desempeñado con el M. en I. José Antonio Climent Hernández, se puede utilizar el código siguiente:

```
\begin{description}
\item[$^{\bigstar}$] Tesista y ayudante.
\item[$^{\bullet}$] Prestador de Servicio Social.
\item[$^{\circledast}$] Ayudante.
\end{description}
```

5.2.7. Parámetros de estilo

Los parámetros de estilo permiten modificar el formato del entorno tabular y éstos se pueden modificar en cualquier parte del documento. Los parámetros de estilo se pueden definir de forma GLOBAL y de forma LOCAL.

Observación. Los cambios en los parámetros de estilo se deben delimitar entre llaves ({}) o en un entorno.

Para modificar el formato del entorno tabular, $\text{\LaTeX}$ cuenta con los parámetros de estilo siguientes:

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN
<code>\tabcolsep</code>	Para definir el espacio horizontal entre columnas. Se puede redefinir mediante el comando <code>\setlength{\tabcolsep}{longitud}</code> . El espacio horizontal estándar entre columnas es 6pt.
<code>\arrayrulewidth</code>	Para definir el grosor de las líneas horizontales y verticales que $\text{\LaTeX}$ debe crear a través del separador <code> </code> y de los delimitadores <code>\hline</code> , <code>\cline{i-j}</code> y <code>\vline</code> . Se puede redefinir mediante el comando <code>\setlength{\arrayrulewidth}{grosor}</code> . El grosor estándar de las líneas es 0.4pt.
<code>\arraystretch</code>	Para definir el espacio entre los renglones. Para redefinir se puede usar el comando <code>\renewcommand{\arraystretch}{longitud}</code> (el espacio estándar entre los renglones es multiplicado por el parámetro <code>\arraystretch</code>). El espacio estándar entre los renglones es la unidad y es igual que valor del comando <code>\baselinestretch</code> .
<code>\doublerulesep</code>	Para definir el espacio entre las líneas que $\text{\LaTeX}$ debe imprimir por los dos separadores <code> </code> consecutivos o por los dos delimitadores <code>\hline\hline</code> consecutivos. Se puede redefinir mediante el comando <code>\setlength{\doublerulesep}{2pt}</code> . El espacio estándar entre las líneas consecutivas es 2pt.

Tabla 5.12: Parámetros de estilo para modificar el entorno tabular

Observación. Para controlar el espacio entre renglones específicos del entorno tabular se puede usar el comando `\rule{longitud}{grosor}`, en donde el parámetro longitud debe ser cero (0in, 0pt o 0cm) y el parámetro grosor es el que determina la altura de la fila. También se puede usar el delimitador `\` y anexar el parámetro opcional longitud (`\[longitud]`).

Ejemplo 27. Presentar la información de la Tabla 3.6 (página 50) dividida en dos tablas (minúsculas y mayúsculas) del ancho de la página, con el doble de espacio horizontal entre las columnas, el grosor de las líneas de medio punto, el espacio entre renglones de 1.1 veces el espacio estándar (excepto los renglones con los encabezados, en los cuales el espacio es de catorce puntos).

Para crear las tablas el código es el siguiente:

```
{% Llaves para modificar el formato del entorno tabular*
\setlength{\tabcolsep}{12pt}\setlength{\arrayrulewidth}{0.5pt}
\renewcommand{\arraystretch}{1.1}
\begin{tabular*}{\textwidth}{@{\extracolsep{\fill}}|c|l|c|l|c|l|} \hline
Información, tabuladores y delimitadores.
\end{tabular*}
}% Llaves para modificar el formato del entorno tabular*
```

Observación. El entorno tabular está contenido entre llaves y le anteceden los comandos siguientes:

- `\setlength{\tabcolsep}{12pt}`.
- `\setlength{\arrayrulewidth}{0.5pt}`.
- `\renewcommand{\arraystretch}{1.1}`.

Para que la información esté contenida en una tabla (entorno tabular) del ancho de la página se utiliza el entorno `tabular*` (`\begin{tabular*}{ancho}{formato} ... \end{tabular*}`), el parámetro `ancho` utiliza el comando `\textwidth` (definido en el preámbulo del documento) y en el formato se incluyen los indicadores y separadores (`@{\extracolsep{\fill}}|c|l|c|l|c|l|`).

Observación. El comando `\extracolsep{\fill}` debe crear un espacio de ancho elástico (`\fill`) a la izquierda de las columnas siguientes.

Para que el espacio horizontal entre las columnas sea de doce puntos se puede utilizar el comando `\setlength{\tabcolsep}{12pt}`, para que el espacio de las líneas que separan y delimitan la tabla sean del medio punto se puede utilizar el comando `\setlength{\arrayrulewidth}{0.5pt}` y para que el espacio entre los renglones sea 1.1 veces el espacio estándar se puede utilizar el comando `\renewcommand{\arraystretch}{1.1}`.

Observación. La excepción para que los renglones con los encabezados sean de catorce puntos se puede hacer mediante el comando `\rule{0pt}{14pt}` en renglón correspondiente.

Para crear los encabezados se puede utilizar el código siguiente:

```
\multicolumn{1}{|c|}{\rule{0pt}{14pt}\textbf{LETRA}} &
\multicolumn{1}{c|}{\textbf{COMANDO}} & \multicolumn{1}{c|}{\textbf{LETRA}} &
\multicolumn{1}{c|}{\textbf{COMANDO}} & \multicolumn{1}{c|}{\textbf{LETRA}} &
\multicolumn{1}{c|}{\textbf{COMANDO}} \\ \hline
```

Para la información, tabuladores y delimitadores el código de cada renglón puede ser como el siguiente:

```
\alpha$ & \verb|$alpha$| & $beta$ & \verb|$beta$| & $gamma$ &
\verb|$gamma$| \\ \hline
...
```

Lo cual permite organizar la información y presentar las letras minúsculas del alfabeto griego en la tabla siguiente:

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

Tabla 5.13: Alfabeto griego (minúsculas)

Las letras mayúsculas del alfabeto griego se presentan en la tabla siguiente:

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

Tabla 5.14: Alfabeto griego (mayúsculas)

Observación. Al usar las llaves para modificar el formato del entorno `tabular` o `tabular*`, las modificaciones son locales.

5.3. Colorear el entorno `tabular` (paquete `colortbl`)

Para colorear el los renglones, las columnas y las líneas que separan y delimitan la información del entorno `tabular` se puede usar el paquete `colortbl` (`\usepackage{colortbl}`²).

5.3.1. Colorear columnas (comando `\columncolor`)

Para colorear las columnas del entorno `tabular` se puede utilizar el comando `\columncolor`. La sintaxis es la siguiente:

```
\columncolor[modelo]{definicion}[separacioni][separaciond]
\columncolor{nombre}[separacioni][separaciond]
```

El argumento `modelo` (C.2, página 202) permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar el modelo de color que $\text{\LaTeX}$ debe utilizar.

El argumento `definicion` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar la cantidad de color primario o atributo (entre cero y la unidad) que se debe utilizar para el modelo de color utilizado.

El argumento `separacioni` (opcional) permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar la distancia a la izquierda que el fondo de color debe exceder el espacio ocupado por el texto de la columna.

Observación. La distancia estándar está definida a través del comando `\tabcolsep`, lo cual quiere decir que al no incluir el argumento opcional `separaciond`, el fondo de color debe ocupar el ancho total de la columna.

El argumento `separaciond` (opcional) permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar la distancia a la derecha que el fondo de color debe exceder el espacio ocupado por el texto de la columna.

Observación. La distancia estándar está definida a través del comando `\tabcolsep`, lo cual quiere decir que al no incluir el argumento opcional `separaciond`, el fondo de color debe ocupar el ancho total de la columna.

²Al usar el paquete `colortbl` $\text{\LaTeX}$ debe cargar los paquetes `color` y `array`.

El argumento nombre permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ seleccionar algún color predefinido.

El paquete color tiene los ocho colores predefinidos siguientes:

1. **Blanco** (`\textcolor{white}{\fcolorbox{white}{black}{Blanco}}`).
2. Negro (`\textcolor{black}`).
3. Rojo (`\textcolor{red}{Rojo}`).
4. Verde (`\textcolor{green}{Verde}`).
5. Azul oscuro (`\textcolor{blue}{Azul oscuro}`).
6. Azul claro (`\textcolor{cyan}{Azul claro}`).
7. Rosa (`\textcolor{magenta}{Rosa}`).
8. Amarillo (`\textcolor{yellow}{Amarillo}`).

Además se pueden utilizar los colores siguientes: Café (*brown*), gris (*gray*), naranja (*orange*), púrpura (*purple*) y violeta (*violet*).

Observación. Los resultados esperados se pueden observar en los formatos PDF y PS. Los visores para archivos DVI pueden presentar resultados diferentes a los esperados.

Al usar colores predefinidos la sintaxis del comando `\columncolor` es la siguiente:

`\columncolor{nombre}[separacioni][separaciond]`

Observación. El comando `\columncolor` se debe colocar en el argumento objeto del indicador de columna opcional (`>{objeto}`) en el argumento formato del entorno tabular ó en el argumento formato del comando `\multicolumn` (`\multicolumn{columnas}{formato}{objeto}`).

Ejemplo 28. Presentar la información de la Tabla 5.14 (página 86) las columnas de las letras griegas en color gris (modelo *gray*) al 90% (las letras en color negro), las columnas de los comandos en color gris (modelo *gray*) al 97% con las letras de color púrpura (*purple*), los símbolos del entorno matemático (\$) en color azul (*blue*) y las celdas de los títulos en color gris (modelo *gray*) al 60% (los títulos en color negro).

LETRA	COMANDO	LETRA	COMANDO	LETRA	COMANDO
Γ	Γ	Δ	Δ	Θ	Θ
Λ	Λ	Ξ	Ξ	Π	Π
Σ	Σ	Υ	Υ	Φ	Φ
Ψ	Ψ	Ω	Ω		

Tabla 5.15: Alfabeto griego (mayúsculas) y comandos (color)

Para que el fondo de las columnas de las letras griegas sean de color gris al 90% y que el fondo de las columnas de los comandos sean de color gris al 97% se puede usar el código siguiente:

```
\begin{tabular*}{\textwidth}{@{\extracolsep{\fill}}
|>{\columncolor[gray]{0.9}}c
|>{\columncolor[gray]{0.97}[16.4pt][12pt]}l
|>{\columncolor[gray]{0.9}[16.3pt][12pt]}c
|>{\columncolor[gray]{0.97}[16.4pt][12pt]}l
|>{\columncolor[gray]{0.9}[16.4pt][12pt]}c
|>{\columncolor[gray]{0.97}[16.4pt][12pt]}l|
} \hline
...
\end{tabular*}
```

En el argumento formato del entorno tabular se deben incluir los indicadores y los separadores. Para colorear las columnas es necesario utilizar el comando `\columncolor`, el cual se debe colocar en el argumento objeto del indicador de columna (`>\columncolor[modelo]{definicion}`), entre los separadores (opcionales) y previo a cada indicador (obligatorio).

Observación. Los argumentos opcionales (`separacioni` y `separaciond`) se utilizan para compensar el separador opcional `@{\extracolsep{\fill}}`.

Para que el fondo de las columnas de los encabezados (letra y comando) sean de color gris al 60% se puede usar el código siguiente:

```
...
\multicolumn{1}{|>{\columncolor[gray]{0.6}}c|}
{\rule{0pt}{14pt}\textbf{LETRA}} &
\multicolumn{1}{>{\columncolor[gray]{0.6}[16.4pt][11pt]}c|}
{\textbf{COMANDO}} &
\multicolumn{1}{>{\columncolor[gray]{0.6}[16.4pt][11pt]}c|}
{\textbf{LETRA}} & \multicolumn{1}{>{\columncolor[gray]{0.6}[16.4pt][11pt]}c|}
{\textbf{COMANDO}} &
\multicolumn{1}{>{\columncolor[gray]{0.6}[16.4pt][11pt]}c|}
{\textbf{LETRA}} & \multicolumn{1}{>{\columncolor[gray]{0.6}[16.4pt][11pt]}c|}
{\textbf{COMANDO}}
\\ \hline
...
```

En el argumento formato del comando `\multicolumn` se deben incluir los indicadores y los separadores. Para colorear cada celda (columna) del renglón que tiene los encabezados (letra y comando) es necesario utilizar el comando `\columncolor`, el cual se debe colocar en el argumento objeto del indicador de columna opcional (`>\columncolor[modelo]{definicion}`), entre los separadores (opcionales) y previo a cada indicador (obligatorio).

Observación. Al usar el comando `\multicolumn`, el color de fondo se aplica al número de columnas indicado en el argumento `columnas` (`\multicolumn{columnas}{formato}{objeto}`).

Para que los caracteres ($\textcolor{blue}{\$entorno\$}$) que permiten activar el entorno matemático sean de color azul (*blue*) y el comando del alfabeto griego sea de color púrpura (*purple*) se puede usar el código siguiente:

```
...
 $\Gamma$  &
\texttt{\textcolor{blue}{\$}\textcolor{purple}{
\textbackslash Gamma}\textcolor{blue}{\$}} &
 $\Delta$  &
\texttt{\textcolor{blue}{\$}\textcolor{purple}{
\textbackslash Delta}\textcolor{blue}{\$}} &
 $\Theta$  &
\texttt{\textcolor{blue}{\$}\textcolor{purple}{
\textbackslash Theta}\textcolor{blue}{\$}}
\\ \hline
...
```

El usar colores diferentes y tipografía variada hace más agradable y fácil de leer los documentos.

5.3.2. Colorear renglones (comando `\rowcolor`)

Para colorear los renglones del entorno tabular se puede utilizar el comando `\rowcolor`. La sintaxis es la siguiente:

```
\rowcolor[modelo]{definicion}
\rowcolor{nombre}
```

Observación. El comando `\rowcolor` se debe colocar en el argumento objeto del indicador de columna opcional (`>{objeto}`) en el argumento formato del comando `\multicolumn`.

El argumento *modelo* (C.2, página 202) permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar el modelo de color que $\text{\LaTeX}$ debe utilizar.

El argumento *definicion* permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar la cantidad de color primario o atributo (entre cero y la unidad) que se debe utilizar para el modelo de color utilizado.

El argumento *nombre* permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ seleccionar algún color predefinido.

Observación. El comando `\rowcolor` se debe colocar al comenzar cada renglón del entorno tabular que se desea colorear. Al utilizar simultáneamente los comandos `\columncolor` (en el argumento formato del entorno tabular) y `\rowcolor` (al comenzar cada renglón) para colorear columnas y renglones, la instrucción para colorear renglones (`\rowcolor`) es la que $\text{\LaTeX}$ debe ejecutar (ésto se debe a que es la última de ambas instrucciones).

Ejemplo 29. Crear una tabla en la cual cada renglón sea, respectivamente, de color blanco, rojo (99%), verde (50%), azul claro (80%), azul oscuro (90% y con letras blancas), café (40%), gris (40%), naranja, púrpura y violeta (70%). El renglón del encabezado en color negro (letras blancas) y en cada renglón las columnas (COLOR Y COMANDO) con el nombre del color y con el comando `\rowcolor{nombre}`.

Para crear la la tabla con dos columnas con el renglón del encabezado con color negro y letras blancas se puede utilizar el código siguiente:

```
\begin{tabular}{|l|l|} \hline
\multicolumn{1}{|>\columncolor{black}c|}{\textcolor{white}{\textbf{COLOR}}}&
\multicolumn{1}{>\columncolor{black}c|}{\textcolor{white}{\textbf{COMANDO}}}
\\ \hline
```

A través del entorno tabular se indica en el argumento formato que la tabla debe tener dos columnas alineadas a la izquierda dos indicadores obligatorios (l) y para las líneas verticales tres delimitadores separadores (|). Para la línea horizontal se puede comenzar con el delimitador opcional (\hline). Para centrar los títulos del encabezado se puede utilizar el comando \multicolumn para cada columna y en el argumento formato se puede utilizar el indicador de columna opcional (>{objeto}) para usar en el argumento objeto el comando \columncolor para indicar el color de la columna, se debe utilizar también en el argumento formato el indicador obligatorio (c) para centrar el título y se puede utilizar el separador opcional (|). En el argumento objeto del comando \multicolumn se puede indicar a través del comando \textcolor que la tipografía es de color blanco y a través del comando \textbf que la serie es negrita. Para terminar el renglón se debe usar el delimitador obligatorio (\\) y para la línea horizontal se puede usar el delimitador opcional (\hline).

Para los renglones de color se puede utilizar el código siguiente:

```
...
Color blanco & \verb|\rowcolor{white}| \\ \hline
\rowcolor{red!99} Rojo & \verb|\rowcolor{red!99}| \\ \hline
\rowcolor{green!50} Verde & \verb|\rowcolor{green!50}| \\ \hline
...
```

Se debe comenzar cada renglón con el comando \rowcolor con el nombre del color predefinido y el porcentaje (\rowcolor{red!99}).

COLOR	COMANDO
Color blanco	\rowcolor{white}
Rojo	\rowcolor{red!99}
Verde	\rowcolor{green!50}
Azul claro	\rowcolor{cyan!80}
Azul oscuro	\rowcolor{blue!90}
Gris	\rowcolor{gray!40}
Café	\rowcolor{brown!70}
Naranja	\rowcolor{orange}
Púrpura	\rowcolor{purple}
Violeta	\rowcolor{violet!70}

Tabla 5.16: Tabla con renglones de color (comando \rowcolor)

5.3.3. Colorear celdas (comando `\cellcolor`)

Para colorear las celdas de forma individual en el entorno tabular se puede utilizar el comando `\cellcolor`. La sintaxis es la siguiente:

```
\cellcolor[modelo]{definicion}
\cellcolor{nombre}
```

Observación. El comando `\cellcolor` se debe colocar en el argumento objeto del indicador de columna opcional (`>{objeto}`) en el argumento formato del comando `\multicolumn`.

El argumento `modelo` (C.2, página 202) permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar el modelo de color que $\text{\LaTeX}$ debe utilizar.

El argumento `definicion` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar la cantidad de color primario o atributo (entre cero y la unidad) que se debe utilizar para el modelo de color utilizado.

El argumento `nombre` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ seleccionar algún color predefinido.

Observación. El comando `\cellcolor` se debe colocar al comenzar cada celda del entorno tabular que se desea colorear. Al utilizar simultáneamente los comandos `\columncolor` (en el argumento formato del entorno tabular), `\rowcolor` (al comenzar cada renglón) y `\cellcolor` para colorear columnas, renglones y celdas, la instrucción para colorear celdas (`\cellcolor`) es la que $\text{\LaTeX}$ debe ejecutar (ésto se debe a que es la última de las instrucciones).

Ejemplo 30. Crear la tabla del Ejemplo 29 usando el comando `\cellcolor` para crear el renglón del encabezado y el renglón de color rojo.

COLOR	COMANDO
Color blanco	<code>\rowcolor{white}</code>
Rojo	<code>\rowcolor{red!99}</code>
Verde	<code>\rowcolor{green!50}</code>
Azul claro	<code>\rowcolor{cyan!80}</code>
Azul oscuro	<code>\rowcolor{blue!90}</code>
Gris	<code>\rowcolor{gray!40}</code>
Café	<code>\rowcolor{brown!70}</code>
Naranja	<code>\rowcolor{orange}</code>
Púrpura	<code>\rowcolor{purple}</code>
Violeta	<code>\rowcolor{violet!70}</code>

Tabla 5.17: Tabla con renglones de color (comando `\cellcolor`)

5.3.4. Colorear líneas (comando `\arrayrulecolor`)

Para colorear las líneas (separador opcional `|` y delimitadores opcionales `\hline`, `\cline` y `\vline`) del entorno tabular se puede utilizar el comando `\arrayrulecolor`. La sintaxis es la siguiente:

```
\arrayrulecolor[modelo]{definicion}
\arrayrulecolor{nombre}
```

Observación. El comando `\arrayrulecolor` debe modificar el documento desde el punto en el que se ha colocado (comando GLOBAL). Para que el color de las líneas sea el predeterminado (negro) nuevamente, se debe indicar a $\text{\LaTeX}$ a través del comando `\arrayrulecolor{black}` al terminar el entorno tabular.

El argumento `modelo` (C.2, página 202) permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar el modelo de color que $\text{\LaTeX}$ debe utilizar.

El argumento `definicion` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar la cantidad de color primario o atributo (entre cero y la unidad) que se debe utilizar para el modelo de color utilizado.

El argumento `nombre` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ seleccionar algún color predefinido.

Ejemplo 31. Crear la tabla del Ejemplo 30 con las líneas de color gris (modelo *gray* al 30%) y el grosor de las líneas de 1.6 puntos.

Para indicar a $\text{\LaTeX}$ que el color de las líneas se debe usar el modelo *gray* al 30% y que el grosor de las líneas es de 1.6 puntos se puede usar el código siguiente:

```
{\arrayrulecolor[gray]{0.3}
\setlength{\arrayrulewidth}{1.6pt}
\begin{tabular}{|l|l|} \hline
...
\end{tabular}
}\arrayrulecolor{black}
```

COLOR	COMANDO
Color blanco	<code>\rowcolor{white}</code>
Rojo	<code>\rowcolor{red!99}</code>
Verde	<code>\rowcolor{green!50}</code>
Azul claro	<code>\rowcolor{cyan!80}</code>
Azul oscuro	<code>\rowcolor{blue!90}</code>
Gris	<code>\rowcolor{gray!40}</code>
Café	<code>\rowcolor{brown!70}</code>
Naranja	<code>\rowcolor{orange}</code>
Púrpura	<code>\rowcolor{purple}</code>
Violeta	<code>\rowcolor{violet!70}</code>

Tabla 5.18: Tabla con líneas de color (comando `\arrayruelcolor`)

5.4. Alinear columnas en el entorno tabular (paquete array)

Al cargar el paquete `colortbl`, [L^AT_EX](#) debe cargar el paquete `array`, el cual define opciones adicionales para alinear las columnas del entorno `tabular`³.

5.4.1. Alinear información verticalmente (indicadores del paquete array)

Para indicar la existencia de cada columna del entorno `tabular` se pueden usar en el argumento formato los indicadores siguientes:

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
<code>m{longitud}</code>	Para indicar el ancho fijo de la columna, con la información justificada y además la información se debe centrar verticalmente en las celdas de la columna.
<code>b{longitud}</code>	Para indicar el ancho fijo de la columna, con la información justificada y además la información se debe alinear verticalmente en la parte inferior de las celdas de la columna.
<code>>{comando}</code>	Para ejecutar el comando en cada una de las celdas de la columna. Se debe colocar antes de los indicadores <code>l</code> , <code>c</code> , <code>r</code> , <code>p{longitud}</code> , <code>m{longitud}</code> y <code>b{longitud}</code> .
<code><{comando}</code>	Para ejecutar el comando después de cada una de las celdas de la columna. Se debe colocar después de los indicadores <code>l</code> , <code>c</code> , <code>r</code> , <code>p{longitud}</code> , <code>m{longitud}</code> y <code>b{longitud}</code> .

Tabla 5.19: Indicadores para en argumento formato del entorno `tabular` (paquete `array`)

Observación. Para utilizar la serie tipográfica negrita en alguna de las columnas, es suficiente usar el indicador de columna `>\bfseries` precediendo al indicador de existencia obligatorio (`l`, `c`, `r`, `p{longitud}`, `m{longitud}` y `b{longitud}`) evitando comenzar cada celda de la columna con el comando `\bfseries` o `\textbf{texto}`. Los indicadores `>{comando}` y `<{comando}` fueron desarrollados originalmente para generar una columna en modo matemático en el entorno `tabular` (`>{$}c<{$}`).

³El entorno `array` permite usar las opciones adicionales que proporciona el paquete `array` para alinear columnas.

5.4.2. Alinear información horizontalmente al usar indicadores de ancho fijo

Para alinear la información horizontalmente a la izquierda, al centro o a la derecha de la celda, al usar los indicadores de columna $p\{longitud\}$, $m\{longitud\}$ y $b\{longitud\}$, $\text{\LaTeX}$ tiene los comandos siguientes:

COMANDO	DESCRIPCIÓN
$\backslash\text{raggedright}$	Para alinear la información a la izquierda.
$\backslash\text{centering}$	Para centrar la información.
$\backslash\text{raggedleft}$	Para alinear la información a la derecha.

Tabla 5.20: Comandos para alinear la información horizontalmente con indicadores de ancho fijo

Observación. Los comandos para alinear la información horizontalmente al usar indicadores de ancho fijo ($p\{longitud\}$, $m\{longitud\}$ y $b\{longitud\}$) se deben colocar en el argumento comando de los indicadores de columna $>\{comando\}$, $<\{comando\}$ o al comenzar en el argumento objeto del comando $\backslash\text{multicolumn}\{columnas\}\{formato\}\{objeto\}$.

5.4.3. Delimitar información al usar indicadores de ancho fijo

Al usar los indicadores de ancho fijo ($p\{longitud\}$, $m\{longitud\}$ y $b\{longitud\}$) es posible separar la información en varias líneas. En cada celda del entorno tabular en la que se desea separar la información se puede utilizar el delimitador $\backslash\backslash$. En las celdas finales de cada renglón se debe terminar con el comando tabularnewline , el cual indica a $\text{\LaTeX}$ que debe finalizar el renglón.

5.4.4. Delimitar columnas (separadores adicionales del paquete array)

Para delimitar columnas se pueden usar en el argumento formato los separadores siguientes:

SEPARADOR	DESCRIPCIÓN
	Para insertar una línea vertical entre las columnas de la tabla. El espacio estándar entre las columnas se debe incrementar en proporción al grosor de la línea vertical.
!\{objeto\}	Para insertar algún objeto entre las columnas de la tabla sin eliminar el espacio entre las columnas.

Tabla 5.21: Separadores para en argumento formato del entorno tabular (paquete array)

Observación. Al usar el separador $!\{hspace\{longitud\}\}$ el espacio entre columnas que $\text{\LaTeX}$ debe agrandar es $longitud$. Al usar el separador $@\{hspace\{longitud\}\}$ el espacio entre columnas es de $longitud$ exactamente.

Ejemplo 32. Crear la tabla del Ejemplo 28 con las columnas centradas verticalmente, con las medidas estándar de los parámetros de estilo, las columnas de las letras con un ancho de 1.7 centímetros y las columnas de los comandos con un ancho de 2.7 centímetros.

Para indicar a [L^AT_EX](#) que las columnas se deben centrar verticalmente, que la información de las columnas de los comandos se debe centrar horizontalmente, que las columnas de las letras tienen un ancho de 1.7 centímetros y que las columnas de los comandos tienen un ancho de 2.7 centímetros se puede usar el código siguiente:

```
\begin{tabular}{  
|>\centering\columncolor[gray]{0.90}$}m{1.7cm}<{$}  
|>\columncolor[gray]{0.97}\ttfamily\textcolor{blue}{\}$}  
m{2.7cm}<\textcolor{blue}{\}$}  
|>\centering\columncolor[gray]{0.90}$}m{1.7cm}<{$}  
|>\columncolor[gray]{0.97}\ttfamily\textcolor{blue}{\}$}  
m{2.7cm}<\textcolor{blue}{\}$}  
|>\centering\columncolor[gray]{0.90}$}m{1.7cm}<{$}  
|>\columncolor[gray]{0.97}\ttfamily\textcolor{blue}{\}$}  
m{2.7cm}<\textcolor{blue}{\}$}} \hline  
...  
\end{tabular}
```

En el argumento formato se usa el indicador de columna opcional (>{comando}) para indicar que las columnas de las letras deben estar centradas (\centering), que el color de cada celda de estas columnas es gris al 90% (\columncolor[gray]{0.90}) y para indicar que el contenido de las celdas se debe presentar con estructura matemática (entorno math). Se utiliza el indicador obligatorio (m{1.7}) para indicar el ancho de la columna de las letras y el indicador de columna opcional (<{\$}) para terminar el entorno math. En las columnas de los comandos se usa el indicador de columna opcional (>{comando}) para indicar que el color de cada celda de estas columnas es gris al 97% (\columncolor[gray]{0.97}), para indicar que la familia tipográfica es de máquina de escribir (\ttfamily), para indicar que el contenido de cada celda de estas columnas debe imprimir el símbolo del entorno math (\$) en color azul antes de imprimir el comando. Se utiliza el indicador obligatorio (m{2.7cm}) para indicar el ancho de la columna de los comandos y el indicador de columna opcional (\textcolor{blue}{\}\$}) para indicar que después de imprimir el comando se debe imprimir el símbolo del entorno math (\$) en color azul.

Para el renglón que contiene los encabezados se puede usar el código siguiente:

```
\rowcolor[gray]{0.6}  
\textbf{LETRA} &  
\multicolumn{1}{|>\cellcolor[gray]{0.6}c|}{\textbf{COMANDO}} &  
\textbf{LETRA} &  
\multicolumn{1}{>\cellcolor[gray]{0.6}c|}{\textbf{COMANDO}} &  
\textbf{LETRA} &  
\multicolumn{1}{>\cellcolor[gray]{0.6}c|}{\textbf{COMANDO}}  
\tabularnewline \hline
```

Se indica a $\text{\LaTeX}$ que el color del renglón es gris al 60%, para las columnas de las letras se debe indicar a $\text{\LaTeX}$ que la serie tipográfica es negrita ($\text{\texttt{\textbf{LETRA}}}$). En las columnas de los comandos se usa el comando $\text{\texttt{\multicolumn}}$ para indicar a $\text{\LaTeX}$ que en el encabezado no se debe imprimir los símbolos del entorno math ($\text{\texttt{\$comando\$}}$) en color azul. Para indicar el color de las celdas se utiliza el comando $\text{\texttt{\cellcolor}}$ en el argumento comando del indicador de columna opcional ($\text{\texttt{>\cellcolor[gray]{0.6}}}$) y en el argumento objeto el comando ($\text{\texttt{\textbf{COMANDO}}}$) para indicar que la serie tipográfica es negrita.

Para las letras y los comandos se puede usar el código siguiente:

```
\Gamma & \textcolor{purple}{\textbackslash Gamma} &
\Delta & \textcolor{purple}{\textbackslash Delta} &
\Theta & \textcolor{purple}{\textbackslash Theta}
\tabularnewline \hline
...
```

Para las celdas de las letras solo se usa el comando que corresponde a cada letra griega y para el comando se indica que el color es púrpura a través del comando $\text{\texttt{\textcolor}}$. Para indicar el término de cada renglón se debe usar el comando $\text{\texttt{\tabularnewline}}$.

LETRA	COMANDO	LETRA	COMANDO	LETRA	COMANDO
Γ	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Gamma\$}}}$	Δ	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Delta\$}}}$	Θ	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Theta\$}}}$
Λ	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Lambda\$}}}$	Ξ	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Xi\$}}}$	Π	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Pi\$}}}$
Σ	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Sigma\$}}}$	Υ	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Upsilon\$}}}$	Φ	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Phi\$}}}$
Ψ	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Psi\$}}}$	Ω	$\text{\textcolor{blue}{\texttt{\$Omega\$}}}$		

Tabla 5.22: Alfabeto griego (mayúsculas) usando indicadores de ancho fijo

Observación. Al usar los indicadores de columna opcionales se puede optimar el uso de código ya que se puede evitar repetir código en cada una de las celdas.

5.5. Incluir archivos gráficos *PostScript* (PS o EPS) en $\text{\LaTeX}$

Para incluir archivos gráficos *PostScript* en el documento $\text{\LaTeX}$ se tienen los pasos siguientes:

1. Tener los archivos gráficos en formato PS o EPS.
2. Cargar el paquete `graphicx`.

```
\usepackage[opciones]{graphicx}
```

3. Utilizar el comando $\text{\texttt{\includegraphics[opciones]{archivo}}}$.

Observación. El argumento opcional `opciones` del comando $\text{\texttt{\usepackage}}$ se debe especificar el controlador.

5.5.1. Controladores para transformar archivos

Los controladores para transformar los archivos DVI son los siguientes:

CONTROLADOR	DESCRIPCIÓN
dvips	Para transformar archivos DVI a PS e incorporar imágenes en formato <i>PostScript</i> (PS), <i>PostScript</i> encapsulado (EPS).
pdftex	Para transformar archivos DVI a PDF e incorporar imágenes en formato PDF, PNG, JPG, GIF y TIF.
dvipdfm	Para transformar archivos DVI a PDF e incorporar imágenes en formato PDF, JPG, PNG.

Tabla 5.23: Controladores para transformar los archivos DVI

En este manual se utilizan en el paquete `graphicx` las opciones (controladores) siguientes:

1. `\usepackage[pdftex]{graphicx}` para archivos PDF.
2. `\usepackage[dvips]{graphicx}` para archivos PS.

En el preámbulo se tiene el código siguiente:

```
\usepackage{ifpdf}
\ifpdf
  \usepackage[pdftex]{graphicx}
  \pdfcompresslevel=9
  \DeclareGraphicsExtensions{.pdf,.png,.gif,.jpg}
\else
  \usepackage[dvips]{graphicx}
  \DeclareGraphicsExtensions{.ps,.eps}
\fi
```

5.5.2. El comando `\includegraphics`

Para incluir archivos gráficos se debe utilizar el comando `\includegraphics`. La sintaxis es la siguiente:

```
\includegraphics[opciones]{archivo}
```

Observación. En el argumento opcional `opciones` se puede indicar el ancho, la altura y el ángulo de rotación de la imagen. El argumento obligatorio `archivo` debe incluir la ruta absoluta o relativa y el nombre del archivo gráfico que $\text{\LaTeX}$ debe incluir.

Algunas opciones del comando `\includegraphics` son las siguientes:

OPCIÓN	DESCRIPCIÓN
<i>width</i>	Para indicar el ancho que la imagen debe tener. Al usar la opción <i>with</i> y omitir la opción <i>height</i> , $\text{\LaTeX}$ debe conservar la razón (ancho y alto) original.
<i>height</i>	Para indicar la altura que la imagen debe tener. Al usar la opción <i>height</i> y omitir la opción <i>with</i> , $\text{\LaTeX}$ debe conservar la razón (alto y ancho) original.
<i>keepaspectratio</i>	Para conservar la razón original. Inclusive al usar simultaneamente las opciones <i>with</i> y <i>height</i> .
<i>angle</i>	Para indicar el ángulo de rotación levógiro (en sentido contrario de las manecillas del reloj). El ángulo de rotación se debe encontrar entre los valores del intervalo $[-360^\circ, 360^\circ]$.
<i>origin</i>	Para indicar el punto de referencia para rotar la imagen. Se debe usar con la opción <i>angle</i> .
<i>totalheight</i>	Para indicar la altura total de la imagen (<i>height</i> y <i>depth</i>). Se debe usar para sustituir a la opción <i>height</i> cuando la imagen se rota más de 90° para que $\text{\LaTeX}$ pueda conservar la información durante la rotación.
<i>scale</i>	Para escalar la imagen (alto y ancho).
<i>draft</i>	Para marcar la zona que la imagen debe ocupar y mostrar solo el nombre de la imagen.

Tabla 5.24: Opciones del comando `\includegraphics`

Ejemplo 33. Presentar en una tabla las instituciones del área metropolitana que imparten la carrera de Actuaría, con las columnas siguientes: logotipo, nombre de la institución y el año en que comenzó a impartir la carrera. La columna del logotipo de tres centímetros de ancho, centrada en forma vertical y horizontal. La columna de la institución de nueve centímetros de ancho, centrada en forma vertical y horizontal. La columna del año en que la institución comenzó a impartir la carrera de un centímetro de ancho, centrada en forma vertical y alineada a la izquierda. El ancho de cada logotipo de dos centímetros. El renglón que contiene los encabezados (logotipo, institución y año) en modelo gris (*gray*) al 60%, con serie negrita y en mayúscula.

Para indicar que la tabla tiene tres columnas con las características indicadas se puede usar el código siguiente:

```
\begin{tabular}{|>\centering m{3cm}|>\centering m{9cm}|>\raggedleft m{1cm}|}
...
\end{tabular}
```

Para el renglón que contiene los encabezados se puede usar el código siguiente:

```
\multicolumn{1}{|>\cellcolor[gray]{0.6}c|}{\textbf{ESCUDO}} &
\multicolumn{1}{>\cellcolor[gray]{0.6}c|}{\textbf{INSTITUCIÓN}} &
\multicolumn{1}{>\cellcolor[gray]{0.6}c|}{\textbf{AÑO}} \\
\hline
```

Para cada institución (logotipo, institución y año) se puede usar el código siguiente:

```
\includegraphics[width=2cm]{img/Ciencias.eps} &  
Universidad Nacional Autónoma de México \newline  
Facultad de Ciencias & 1946 \tabularnewline \hline
```

```
\includegraphics[width=2cm]{img/Anahuac.eps} &  
Universidad Anáhuac México Norte \newline  
Escuela de Actuaría & 1969  
\tabularnewline \hline
```

```
\includegraphics[width=2cm]{img/Unam.eps} &  
Universidad Nacional Autónoma de México \newline  
Facultad de Estudios Superiores Acatlán & 1972  
\tabularnewline \hline
```

```
\includegraphics[width=2cm]{img/Itam.eps} &  
Instituto Tecnológico Autónomo de México \newline  
División Académica de Actuaría y Seguros & 1982 \tabularnewline
```

```
\includegraphics[width=2cm]{img/Anahuac.eps} &  
Universidad Anáhuac México Sur \newline  
Escuela de Actuaría & 1983  
\tabularnewline \hline
```

```
\includegraphics[width=2cm]{img/Udla.eps} &  
Universidad de las Américas Puebla \newline  
Escuela de Ingeniería y Ciencias & 1983  
\tabularnewline \hline
```

```
\includegraphics[width=2cm]{img/Uag.eps} &  
Universidad Autónoma de Guadalajara \newline  
Facultad de Matemáticas y Actuaría & 1983  
\tabularnewline \hline
```

```
\includegraphics[width=2cm]{img/Uta.eps} &  
Universidad Tecnológica Americana & 1995  
\tabularnewline \hline
```

```
\includegraphics[width=2cm]{img/Uma.eps} &  
Universidad Marista & 1999  
\tabularnewline \hline
```

```
\includegraphics[width=2cm]{img/Uaem.eps} &  
Universidad Autónoma del Estado de México \newline  
Facultad de Economía & 2004  
\tabularnewline \hline
```

El resultado se puede apreciar en la tabla siguiente:

ESCUDO	INSTITUCIÓN	AÑO
	Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias	1946
	Universidad Anáhuac México Norte Escuela de Actuaría	1969
	Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Estudios Superiores Acatlán	1972
	Instituto Tecnológico Autónomo de México División Académica de Actuaría y Seguros	1982
	Universidad Anáhuac México Sur Escuela de Actuaría	1983
	Universidad de las Américas Puebla Escuela de Ingeniería y Ciencias	1983
	Universidad Autónoma de Guadalajara Facultad de Matemáticas y Actuaría	1983
	Universidad Tecnológica Americana	1995
	Universidad Marista	1999
	Universidad Autónoma del Estado de México Facultad de Economía	2004

Tabla 5.25: Instituciones que imparten la carrera de Actuaría en el área metropolitana

5.6. Tabular información como objeto flotante (entorno `table`)

Las tablas que son creadas a través del entorno `tabbing` ó a través del entorno `tabular` son texto sin posición fija (`LATEX` debe intentar colocar la información después del lugar en el que se encuentra el código fuente, sin embargo existe la posibilidad de que el espacio de la página en la que se encuentra el código fuente sea insuficiente, por lo que `LATEX` debe intentar colocar la información en la página siguiente, dejando en blanco el espacio restante de la página anterior).

Las tablas (entorno `tabbing` y entorno `tabular`) se pueden distribuir adecuadamente entre las páginas del documento para impedir la existencia de páginas parcialmente vacías.

El entorno `table` permite a los usuarios de `LATEX` tratar a las tablas como objetos flotantes para que puedan tener la mejor ubicación en el documento, mientras `LATEX` debe ocupar el espacio que dejan las tablas con la información del documento.

Observación. Al usar el entorno `table`, `LATEX` no debe permitir que las tablas contenidas en el entorno `table` sean divididas en varias páginas.

La sintaxis del entorno `table` es la siguiente:

```
\begin{table}[posicion]

\caption[abreviado]{titulo}
\label{etiqueta}
\end{table}
```

Observación. El entorno `table` no crea las tablas. Las tablas se crean a través del entorno `tabbing` o del entorno `tabular`.

El argumento opcional `posicion` sirve para indicar a `LATEX` en que lugar de la página debe intentar colocar la tabla. Los designadores de posición son los siguientes:

DESIGNADOR	DESCRIPCIÓN
t	Para indicar a <code>L^AT_EX</code> que debe intentar colocar la tabla al comenzar la página o en la parte superior de la página (<i>top</i>).
b	Para indicar a <code>L^AT_EX</code> que debe intentar colocar la tabla al terminar la página o en la parte inferior de la página (<i>bottom</i>).
p	Para indicar a <code>L^AT_EX</code> que debe intentar colocar la tabla en alguna página especial que exclusivamente debe contener objetos flotantes (<i>page of floats</i>).
h	Para indicar a <code>L^AT_EX</code> que debe intentar colocar la tabla exactamente en la posición en la que se encuentra el código fuente (<i>here</i>).
!	Para indicar a <code>L^AT_EX</code> que debe ignorar la mayoría de las restricciones y parámetros (número máximo de objetos flotantes en la página) que pueden impedir que el objeto flotante sea colocado de acuerdo al designador de posición.

Tabla 5.26: Designadores de posición (entorno `table`)

Cuando la tabla no cabe en la página actual, el entorno `table` hace flotar la tabla hasta la página siguiente mientras que $\text{\LaTeX}$ debe ocupar el espacio de la página actual con el texto del documento que sigue al código fuente del entorno `table`.

Observación. El orden estándar que deben tomar los designadores de posición al omitir el argumento opcional `posicion` es `[tbp]` (en la parte superior de la página, en la parte inferior de la página o en alguna página especial que exclusivamente debe contener objetos flotantes).

Cuando $\text{\LaTeX}$ no puede colocar un objeto flotante (tabla) en la página actual, con respecto al código fuente, entonces debe aplazar la colocación introduciendo el objeto flotante en una cola (tipo FIFO ⁴). Al comenzar la página siguiente, $\text{\LaTeX}$ debe colocar, si es posible, los objetos flotantes que se encuentran en la cola.

Observación. $\text{\LaTeX}$ debe mantener el orden original de los objetos flotantes.

5.6.1. Rotular tablas (comando `\caption`)

El comando opcional `\caption[abreviado]{titulo}` permite rotular la tabla.

Observación. El comando `\caption` se puede colocar al iniciar o al concluir el entorno `table`. Al usar el comando opcional `\caption` $\text{\LaTeX}$ debe numerar la tabla.

El argumento obligatorio `titulo` es para rotular la tabla.

Observación. El argumento obligatorio `titulo` debe contener el rótulo que $\text{\LaTeX}$ debe colocar al iniciar o concluir el entorno `table`.

El argumento opcional `abreviado` debe contener el rótulo que $\text{\LaTeX}$ debe usar en el índice de tablas ⁵.

Observación. Al omitir el argumento opcional `abreviado`, $\text{\LaTeX}$ debe utilizar el rótulo contenido en el argumento obligatorio `titulo` en el Índice de cuadros.

5.6.2. Etiquetar tablas (comando `\label`)

El comando opcional `\label{etiqueta}` permite referenciar las tablas que fueron rotuladas a través del comando `\caption`.

Observación. Al omitir el comando opcional `\caption` y usar el comando opcional `\label`, $\text{\LaTeX}$ debe etiquetar el objeto anterior.

5.6.3. Referenciar tablas (comando `\ref`)

Para referenciar las tablas etiquetadas a través del comando `\label{etiqueta}` en cualquier parte de contenido del documento se puede utilizar el comando `\ref{etiqueta}`.

El argumento obligatorio `etiqueta` es el nombre del identificador asignado por el usuario.

⁴Primero en entrar, primero en salir (*First In, First Out*).

⁵Para crear el Índice de cuadros es necesario utilizar el comando `\listoftables`.

5.6.4. Referenciar las páginas donde se ubican las tablas (comando `\pageref`)

Para referenciar las páginas en las que se encuentran ubicadas las tablas etiquetadas a través del comando `\label{etiqueta}` en cualquier parte de contenido del documento se puede utilizar el comando `\pageref{etiqueta}`.

Observación. $\text{\LaTeX}$ debe reemplazar la referencia de página (`\pageref{etiqueta}`) por el número de página en donde está etiquetada la tabla.

5.6.5. Redefinir el rótulo de las tablas

Al utilizar el entorno `table` y rotular las tablas a través del comando `\caption`, $\text{\LaTeX}$ debe rotular la tabla y después de un espacio, anexar el número de capítulo, seguido de un punto y el número de sección, seguido de dos puntos (:) y después de un espacio, el contenido del argumento obligatorio título del comando `\caption`.

Para cambiar el rótulo estándar se puede usar el comando `\renewcommand` de la forma siguiente:

```
\renewcommand{\tablename}{rotulo}
```

El argumento obligatorio `rotulo` debe tener el nombre alternativo que se desea. El argumento obligatorio `comando` debe tener el comando que controla el rótulo que se desea cambiar, en este caso, el rótulo del entorno `table` está controlado por el comando `\tablename`.

Observación. El argumento obligatorio `rotulo` puede contener comandos para cambiar la familia, la serie, la forma, el tamaño y el color de la tipografía del rótulo.

Al usar el el paquete `babel` con la opción `spanish` (`\usepackage[spanish]{babel}`), $\text{\LaTeX}$ debe rotular el entorno `table` como Cuadro (Cuadro 5.25: Instituciones que imparten la carrera de Acturía en el área metropolitana).

Para redefinir el rótulo del entorno `table` como Tabla se puede colocar en el preámbulo del documento el comando `\renewcommand{\tablename}{Tabla}`.

Observación. Si algún paquete usado en el preámbulo del documento, redefina los rótulos, entonces las redefiniciones que los usuarios deseen realizar se deben ubicar en el contenido del documento ⁶.

La definición ⁷ de este documento es la siguiente:

```
\renewcommand{\tablename}{Tabla}
```

Observación. Para conservar la integridad en la referencia de las tablas y el índice de éstas, se puede redefinir el rótulo del comando `\listoftables` ⁸ como se ha hecho en este documento (`\renewcommand{\listoftables}{Índice de tablas}`).

Ejemplo 34. Presentar el código de la Tabla 5.25 en el entorno `table`, la referencia de este ejemplo a la mencionada tabla y a la página en la que se encuentra.

⁶Después de `\begin{document}`.

⁷Se encuentra en el contenido del documento, ya que se utiliza el paquete `babel` con la opción `spanish`.

⁸La definición estándar al usar el paquete `babel` con la opción `spanish` es Índice de cuadros.

El código de la Tabla 5.25 es el siguiente:

```
\begin{table}[h!]
\begin{center}
\begin{tabular}{|>\centering m{2.5cm}|>\centering m{9cm}|>\raggedleft m{1cm}||}

\multicolumn{1}{|>\cellcolor[gray]{0.6}c|}{\textbf{ESCUDO}} &
\multicolumn{1}{>\cellcolor[gray]{0.6}c|}{\textbf{INSTITUCIÓN}} &
\multicolumn{1}{>\cellcolor[gray]{0.6}c|}{\textbf{AÑO}}
\tabularnewline \hline

\includegraphics[width=1.9cm]{img/Ciencias.eps} &
\hspace*{0.25cm}Universidad Nacional Autónoma de México \newline
Facultad de Ciencias & 1946 \tabularnewline \hline

\vspace*{0.05cm}\includegraphics[width=1.9cm]{img/Anahuac.eps} &
\hspace*{0.7cm}Universidad Anáhuac México Norte \newline
Escuela de Actuaría & 1969
\tabularnewline \hline

\includegraphics[width=1.9cm]{img/Unam.eps} &
\hspace*{0.35cm}Universidad Nacional Autónoma de México \newline
Facultad de Estudios Superiores Acatlán & 1972
\tabularnewline \hline

\vspace*{0.4cm}\includegraphics[width=1.9cm]{img/Itam.eps}\vspace*{0.2cm} &
\hspace*{0.4cm}Instituto Tecnológico Autónomo de México \newline
División Académica de Actuaría y Seguros & 1982
\tabularnewline \hline

\vspace*{0.05cm}\includegraphics[width=1.9cm]{img/Anahuac.eps} &
\hspace*{0.8cm}Universidad Anáhuac México Sur \newline
Escuela de Actuaría & 1983
\tabularnewline \hline

\vspace*{0.05cm}\includegraphics[width=1.9cm]{img/Udla.eps} &
\hspace*{0.6cm}Universidad de las Américas Puebla \newline
Escuela de Ingeniería y Ciencias & 1983
\tabularnewline \hline

...

\end{tabular}
\caption{Instituciones que imparten la carrera de Actuaría en el área metropolitana}
\label{Actuaria}
\end{center}
\end{table}
```

El código de la referencia es el siguiente:

La Tabla~ \ref{Actuaria} se encuentra en la página~ \pageref{Actuaria}.

5.7. Conclusiones

Capítulo 6

Incluir gráficas como elementos flotantes

El paquete `graphicx`¹ permite rotar, reflejar, escalar objetos e incluir gráficas elaboradas con *software* externo a través del comando `\includegraphics` (sección 5.5.2, página 97).

El paquete `graphicx` necesita el soporte de los controladores² (sección 5.5.1, página 97) de pantalla e impresora.

6.1. Escalar objetos

Para aumentar o reducir el tamaño de los objetos, [L^AT_EX](#) tiene los comandos:

1. `\scalebox`.
2. `\resizebox`.

6.1.1. Escalar objetos (comando `\scalebox`)

Para escalar los objetos, [L^AT_EX](#) tiene el comando `\scalebox`. La sintaxis es la siguiente:

```
\scalebox{escala}[vertical]{objeto}
```

Observación. El argumento obligatorio `objeto` debe contener el objeto (texto, ecuación o gráfica) que [L^AT_EX](#) debe escalar. El argumento obligatorio `escala` es un número positivo que le indica a [L^AT_EX](#) la escala³ que debe tener el objeto. El argumento opcional `vertical` es un número positivo que le indica a [L^AT_EX](#) la escala vertical que debe tener el objeto⁴.

¹`\usepackage[opciones]graphicx`.

²Los controladores para transformar los archivos DVI se pueden observar en la Tabla 5.23 en la página 97.

³Los valores entre cero y menores que la unidad reducen el tamaño del objeto y los valores mayores que la unidad aumentan el tamaño del objeto.

⁴Al usar el argumento opcional `vertical`, el argumento obligatorio `escala` pasa a ser el argumento que le indica a [L^AT_EX](#) la escala horizontal que debe tener el objeto.

6.1.2. Escalar objetos (comando `\resizebox`)

Para escalar los objetos, `LATEX` tiene el comando `\resizebox`. La sintaxis es la siguiente:

```
\scalebox{horizontal}[vertical]{objeto}
```

Observación. El argumento obligatorio objeto debe contener el objeto que `LATEX` debe escalar. Los argumentos obligatorios horizontal y vertical deben contener alguna unidad de longitud que le indica a `LATEX` las dimensiones que debe tener el objeto. Para conservar la razón original del objeto es suficiente usar el carácter `!` (`!`) en alguno de los argumentos.

6.2. Reflejar objetos (comando `\reflectbox`)

Para escalar los objetos, `LATEX` tiene el comando `\reflectbox`. La sintaxis es la siguiente:

```
\reflectbox{objeto}
```

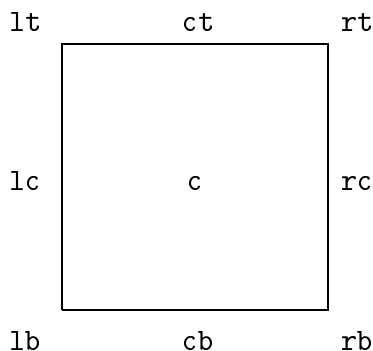
Observación. El argumento obligatorio objeto debe contener el objeto que `LATEX` debe reflejar.

6.3. Rotar objetos (comando `\rotatebox`)

Para escalar los objetos, `LATEX` tiene el comando `\rotatebox`. La sintaxis es la siguiente:

```
\rotatebox[origen]{angulo}{objeto}
```

Observación. El argumento obligatorio objeto debe contener el objeto que `LATEX` debe reflejar. El argumento obligatorio angulo es para indicar a `LATEX` el ángulo de rotación levógiro (en sentido contrario de las manecillas del reloj). El ángulo de rotación se debe encontrar entre los valores del intervalo $[-360^\circ, 360^\circ]$ ⁵ que debe tener el objeto. El argumento opcional origen es para indicar a `LATEX` el punto de origen con respecto al cual se debe hacer la rotación.



Gráfica 6.1: Puntos de origen para la rotación (opción origin)

⁵Si el ángulo es negativo, el ángulo de rotación es dextrógiro (en sentido de las manecillas del reloj).

El argumento opcional `origen` tiene la sintaxis siguiente:

[`origin=cadena`]

Donde `cadena` debe ser un conjunto ⁶ de uno o dos caracteres. El conjunto `cadena` se puede construir a partir de los caracteres siguientes:

Observación. A través del comando `\rotatebox` se pueden rotar entornos completos o el contenido de las columnas seleccionadas de alguna tabla.

CARACTER	DESCRIPCIÓN
l	Izquierda (<i>left</i>).
c	Centro (<i>center</i>).
r	Derecha (<i>right</i>).
t	Arriba (<i>top</i>).
b	Abajo (<i>bottom</i>).
B	Base (<i>Base</i>).

Tabla 6.1: Conjunto de caracteres para el punto de origen (`origin`)

Observación. El punto de origen estándar para la rotación es la cadena `bl`, `lb` o `l`.

Ejemplo 35. Rotar 30° la Gráfica 6.1, reflejar el resultado, escalar cada una de éstas gráficas al 90%, presentar el resultado en una tabla con dos columnas, con separadores horizontales, delimitadores horizontales y con el rótulo siguiente: Rotar, reflejar y escalar los puntos de origen.

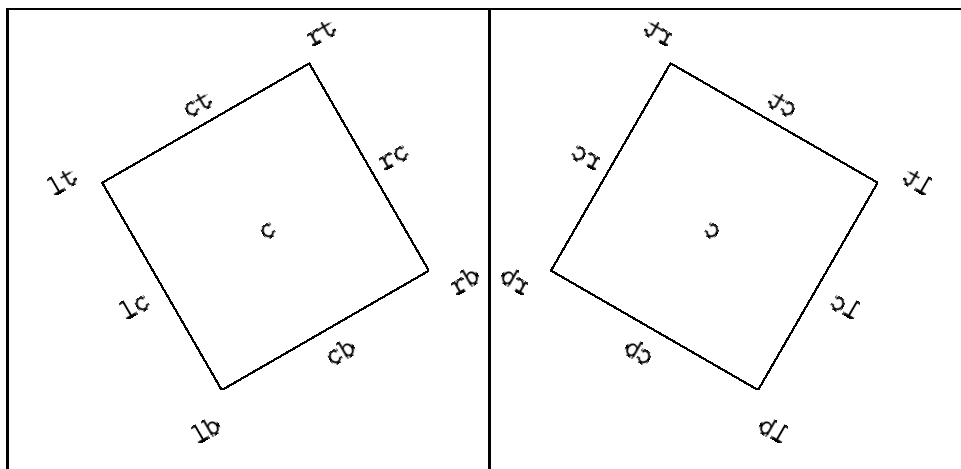


Tabla 6.2: Rotar, reflejar y escalar los puntos de origen

⁶El conjunto se puede observar en la Gráfica 6.1 en la página 108.

El código del Ejemplo 35 es el siguiente:

```

\begin{table}[h!]
\begin{center}\begin{tabular}{|c|c|}\hline

\scalebox{0.9}{\rotatebox{30}{\setlength{\unitlength}{1pt}
\begin{picture}(130,140)
\put(0,5){\texttt{lb}}
\put(0,65){\texttt{lc}}
\put(0,125){\texttt{lt}}
\put(65,125){\texttt{ct}}
\put(125,125){\texttt{rt}}
\put(125,65){\texttt{rc}}
\put(125,5){\texttt{rb}}
\put(65,5){\texttt{cb}}
\put(67,65){\texttt{c}}
\put(20,20){\line(1,0){100}}
\put(20,120){\line(1,0){100}}
\put(120,20){\line(0,1){100}}
\put(20,120){\line(0,-1){100}}
\end{picture}}}}

&

\scalebox{0.9}{\reflectbox{\rotatebox{30}{\setlength{\unitlength}{1pt}
\begin{picture}(130,140)
\put(0,5){\texttt{lb}}
\put(0,65){\texttt{lc}}
\put(0,125){\texttt{lt}}
\put(65,125){\texttt{ct}}
\put(125,125){\texttt{rt}}
\put(125,65){\texttt{rc}}
\put(125,5){\texttt{rb}}
\put(65,5){\texttt{cb}}
\put(67,65){\texttt{c}}
\put(20,20){\line(1,0){100}}
\put(20,120){\line(1,0){100}}
\put(120,20){\line(0,1){100}}
\put(20,120){\line(0,-1){100}}
\end{picture}}}} \tabularnewline \hline

\end{tabular}\end{center}
\caption{Rotar, reflejar y escalar los puntos de origen}
\label{Rotar}
\end{table}

```

Observación. El código del Ejemplo 35 usa el entorno `picture` ⁷.

⁷La sección 8.1 (página 185) contiene como crear gráficas sencillas compuestas de texto, líneas rectas, flechas y círculos.

Ejemplo 36. Rotar 30° la Gráfica 6.1, reflejar el resultado, presentar el resultado en una tabla con dos columnas, con separadores horizontales, delimitadores horizontales y con el rótulo siguiente: Reflejar y rotar los puntos de origen desde el punto c .

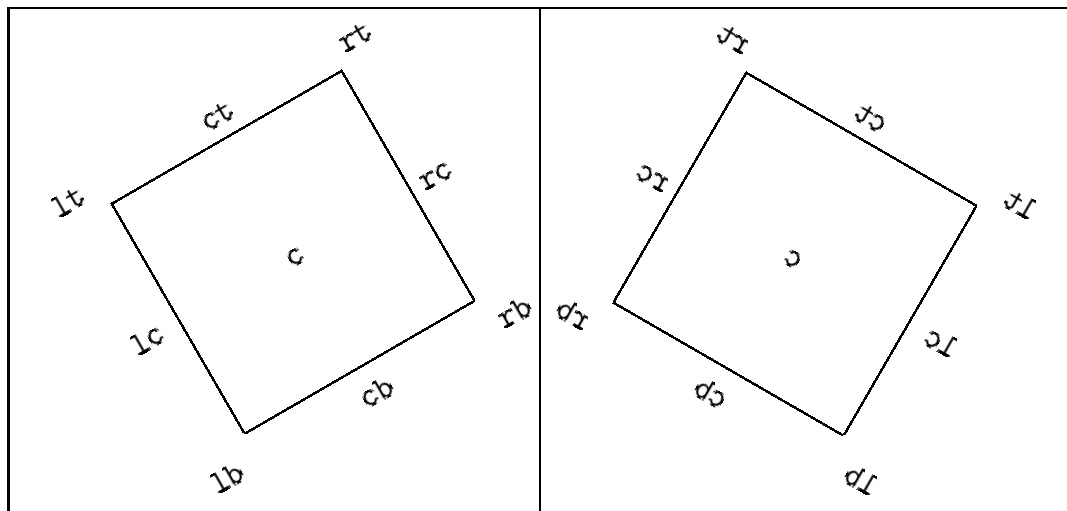


Tabla 6.3: Reflejar y rotar los puntos de origen desde el punto c

El código del Ejemplo 36 es similar al del Ejemplo 35.

6.4. Incluir gráficas en $\text{\LaTeX}$

Para incluir gráficas en el documento $\text{\LaTeX}$ se deben tener en cuenta los aspectos siguientes:

1. Tener los archivos gráficos en formato PS, EPS, PDF, JPG, PNG, GIF y TIF.
2. Cargar el paquete `graphicx`.
3. Utilizar el comando `\includegraphics[opciones]{archivo}`⁸.

El formato adecuado es EPS⁹ (*Encapsulated PostScript*), ya que incluye la especificación del tamaño de la imagen a través de la caja de delimitación (*Bounding Box*).

Observación. Se pueden exportar los formatos PS, PDF, JPG, PNG, GIF y TIF al formato EPS a través de *software* especializado¹⁰.

⁸Sección 5.5.2 que se encuentra en la página 97.

⁹Si la gráfica no tiene la información de la caja de delimitación (*Bounding Box*), $\text{\LaTeX}$ no puede determinar el tamaño de la imagen y debe emitir un mensaje de error.

¹⁰*Gimp, Xfig, Dia, GNUPlot, Corel Draw, Photo Shop, Adobe Illustrator y GSview.*

6.4.1. Ubicar los archivos gráficos (comando `\graphicspath`)

L^AT_EX debe buscar los archivos gráficos que se desean incluir en el documento de acuerdo al contenido del argumento obligatorio `archivo` del comando `\includegraphics`. La búsqueda se debe realizar en la carpeta en la que se encuentra el archivo fuente.

Observación. Cuando el archivo gráfico se encuentra en alguna carpeta diferente a la carpeta en la que se encuentra el archivo fuente, se debe indicar la ruta absoluta o relativa y el nombre del archivo gráfico que **L^AT_EX** debe incluir a través del argumento obligatorio `archivo` del comando `\includegraphics`.

Para optimar el código y evitar escribir la ruta relativa o la ruta absoluta, se puede indicar a **L^AT_EX** la carpeta ó las carpetas en las que se encuentran almacenados los archivos gráficos a través del comando `\graphicspath`. La sintaxis es la siguiente:

```
\graphicspath{carpeta}
```

Observación. El argumento obligatorio `carpeta` debe contener la carpeta o las carpetas en las que se encuentran almacenados los archivos gráficos. Las rutas relativas o absolutas se deben escribir usando la sintaxis del sistema operativo y cada ruta debe estar entre corchetes sin usar algún otro separador (`\graphicspath{{ruta1}{ruta2}\dots{rutan}}`).

Nota 6.1. El código de los ejemplos de este manual, usan la ruta relativa en la que se encuentran ubicadas las imágenes que se deben incluir en el documento.

Ejemplo 37. El código de los ejemplos en los que se debe incluir el archivo gráfico `Unam.eps`, el cual está ubicado en la carpeta `\home\usuario\Manual\img` y el archivo fuente `Manual.tex` se encuentra en la carpeta `\home\usuario\Manual`. Indicar la ruta relativa para incluir el archivo gráfico `Unam.eps` en lo ejemplos de este manual.

Para incluir la imagen `Unam.eps` con 2.6 centímetros de altura es necesario usar el comando `\includegraphics[height=2.6cm]{img/Unam.eps}`, el cual incluye la ruta relativa en la que se encuentra ubicada la imagen que se desea incluir en el documento a través del argumento obligatorio `archivo`.

Observación. Se obtiene el mismo resultado al usar la ruta absoluta en el argumento obligatorio del comando `\includegraphics[height=2.6cm]{/home/usuario/Manual/img/Unam.eps}`.

Nota 6.2. Al usar el comando `\graphicspath{{img/}{/home/jach/LaTeX/Manual/img/}}` en el preámbulo del documento, el código de los ejemplos en los que se debe incluir el archivo `Unam.eps`, ubicado en la carpeta `\home\usuario\Manual\img` y el archivo fuente `Manual.tex` en la carpeta `\home\usuario\Manual` puede incluir la imagen `Unam.eps` con 2.6 centímetros de altura a través del comando `\includegraphics[height=2.6cm]{Unam.eps}`.

6.4.2. Identificar archivos gráficos (comando `\DeclareGraphicsExtensions`)

L^AT_EX debe identificar los archivos gráficos que se desean incluir en el documento de acuerdo al contenido del argumento obligatorio `archivo` del comando `\includegraphics`.

Para optimar el código y evitar escribir la extensión del archivo gráfico, se puede indicar a $\text{\LaTeX}$ las extensiones de los archivos gráficos a través del comando `\DeclareGraphicsExtensions`. La sintaxis es la siguiente:

```
\DeclareGraphicsExtensions{extension}
```

Observación. El argumento obligatorio `extension` debe contener la lista de extensiones de los archivos gráficos. La lista de extensiones se debe escribir usando el punto y se deben separar entre sí a través de comas (`\DeclareGraphicsExtensions{.eps,.ps}`).

Nota 6.3. El código de los ejemplos de este manual, usan la lista de extensiones `ps`, `eps`, `pdf`, `png`, `gif` y `jpg`,¹¹.

En el preámbulo de este manual se tiene el código siguiente:

```
\usepackage{ifpdf}
\ifpdf
  \usepackage[pdftex]{graphicx}
  \pdfcompresslevel=9
  \DeclareGraphicsExtensions{.pdf,.png,.gif,.jpg}
\else
  \usepackage[dvips]{graphicx}
  \DeclareGraphicsExtensions{.eps,.ps}
\fi
```

Observación. Al compilar el documento `Manual.tex` a través del comando `pdflatex` la lista de extensiones es `pdf`, `png`, `gif` y `jpg` y al usar el comando `latex` la lista de extensiones es `eps` y `ps`.

Ejemplo 38. El código de los ejemplos en los que se debe incluir el archivo `Unam.eps`, ubicado en la carpeta `\home\usuario\Manual\img` y el archivo fuente `Manual.tex` que se encuentra ubicado en la carpeta `\home\usuario\Manual`. Incluir la imagen `Unam.eps` con 2.6 centímetros de altura a través del comando `\includegraphics`.

Para incluir la imagen `Unam.eps` con 2.6 centímetros de altura es necesario usar el comando `\includegraphics[height=2.6cm]{Unam}`, el cual contiene únicamente el nombre sin extensión de la imagen que se desea incluir en el documento a través del argumento obligatorio `archivo`.

Observación. El código de los ejemplos de este Manual incluyen la ruta relativa y la extensión de los archivos gráficos, sin embargo el código se puede optimar al usar los comandos `\graphicspath` y `\DeclareGraphicsExtensions`.

Nota 6.4. El usuario puede generar para cada imagen, dos archivos (`eps` y `jpg`, por ejemplo) y $\text{\LaTeX}$ debe usar el adecuado para cada formato (PS o PDF).

¹¹En el preámbulo del documento se usa el paquete `ifpdf` (`\usepackage{ifpdf}`).

6.5. Insertar gráficas como objetos flotantes (entorno `figure`)

Las gráficas que son incluidas a través del comando `\includegraphics`, creadas con el entorno `picture` (sección 8.1, página 185) o creadas con el paquete `PSTricks` (8.2, página 185) son objetos sin posición fija ($\text{\LaTeX}$ debe intentar colocar el objeto después del lugar en el que se encuentra el código fuente, sin embargo existe la posibilidad de que el espacio de la página en la que se encuentra el código fuente sea insuficiente, por lo que $\text{\LaTeX}$ debe intentar colocar la gráfica en la página siguiente, dejando en blanco el espacio restante de la página anterior).

Las gráficas (comando `\includegraphics`, entorno `picture` y paquete `PSTricks`) se pueden distribuir adecuadamente entre las páginas del documento para impedir la existencia de páginas que estén parcialmente vacías.

El entorno `figure` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ tratar las gráficas como objetos flotantes para que puedan tener la mejor ubicación en el documento, mientras $\text{\LaTeX}$ debe ocupar el espacio que dejan las gráficas con la información del documento.

Observación. Al usar el entorno `picture`, $\text{\LaTeX}$ no debe permitir que las gráficas contenidas en el entorno `figure` sean divididas en varias páginas.

La sintaxis del entorno `figure` es la siguiente:

```
\begin{figure}[posicion]

\caption[abreviado]{titulo}
\label{etiqueta}
\end{figure}
```

Observación. El entorno `figure` no es para crear las gráficas. Las gráficas se deben incluir a través del comando `\includegraphics` ó se deben crear a través del entorno `picture` o del paquete `PSTricks`.

El argumento opcional `posicion` sirve para indicar a $\text{\LaTeX}$ en que lugar de la página debe intentar colocar la tabla. Los designadores de posición son los siguientes:

DESIGNADOR	DESCRIPCIÓN
t	Para indicar a $\text{\LaTeX}$ que debe intentar colocar la gráfica al comenzar la página o en la parte superior de la página (<i>top</i>).
b	Para indicar a $\text{\LaTeX}$ que debe intentar colocar la gráfica al terminar la página o en la parte inferior de la página (<i>bottom</i>).
p	Para indicar a $\text{\LaTeX}$ que debe intentar colocar la gráfica en alguna página especial que exclusivamente debe contener objetos flotantes (<i>page of floats</i>).
h	Para indicar a $\text{\LaTeX}$ que debe intentar colocar la gráfica exactamente en la posición en la que se encuentra el código fuente (<i>here</i>).
!	Para indicar a $\text{\LaTeX}$ que debe ignorar la mayoría de las restricciones y parámetros (número máximo de objetos flotantes en la página) que pueden impedir que el objeto flotante sea colocado de acuerdo al designador de posición.

Tabla 6.4: Designadores de posición (entorno `figure`)

El entorno figure ¹² permite a los usuarios rotular, numerar y referenciar las gráficas (secciones 5.6.1, 5.6.2 y 5.6.3).

Cuando la gráfica no cabe en la página actual, el entorno figure hace flotar la gráfica hasta la página siguiente mientras que $\text{\LaTeX}$ debe ocupar el espacio de la página actual con el texto del documento que sigue al código fuente del entorno figure.

Observación. El orden estándar que deben tomar los designadores de posición al omitir el argumento opcional `posicion` es [tbp].

Cuando $\text{\LaTeX}$ no puede colocar un objeto flotante (gráfica) en la página actual, con respecto al código fuente, entonces debe aplazar la colocación introduciendo el objeto flotante en una cola (tipo FIFO ¹³). Al comenzar la página siguiente, $\text{\LaTeX}$ debe colocar, si es posible, los objetos flotantes que se encuentran en la cola.

Observación. $\text{\LaTeX}$ debe mantener el orden original de los objetos flotantes.

6.5.1. Rotular gráficas (comando `\caption`)

El comando opcional `\caption[abreviado]{titulo}` permite rotular la gráfica.

Observación. El comando `\caption` se puede colocar al iniciar o al concluir el entorno figure. Al usar el comando opcional `\caption` $\text{\LaTeX}$ debe numerar la gráfica.

El argumento obligatorio `titulo` es para rotular la gráfica.

Observación. El argumento obligatorio `titulo` debe contener el rótulo que $\text{\LaTeX}$ debe colocar al iniciar o concluir el entorno figure.

El argumento opcional `abreviado` debe contener el rótulo que $\text{\LaTeX}$ debe usar en el índice de gráficas ¹⁴.

Observación. Al omitir el argumento opcional `abreviado`, $\text{\LaTeX}$ debe utilizar el rótulo contenido en el argumento obligatorio `titulo` en el Índice de figuras.

6.5.2. Etiquetar gráficas (comando `\label`)

El comando opcional `\label{etiqueta}` permite referenciar las tablas que fueron rotuladas a través del comando `\caption`.

Observación. Al omitir el comando opcional `\caption` y usar el comando opcional `\label`, $\text{\LaTeX}$ debe etiquetar el objeto anterior.

¹²De forma análoga que el entorno `table`.

¹³Primero en entrar, primero en salir (*First In, First Out*).

¹⁴Para crear el Índice de figuras es necesario utilizar el comando `\listoffigures`.

6.5.3. Referenciar gráficas (comando `\ref`)

Para referenciar las gráficas etiquetadas a través del comando `\label{etiqueta}` en cualquier parte de contenido del documento se puede utilizar el comando `\ref{etiqueta}`.

El argumento obligatorio `etiqueta` es el nombre del identificador asignado por el usuario.

Observación. `LATEX` debe reemplazar la referencia (`\ref{etiqueta}`) por el número de capítulo y el número con el cual se identifica a la gráfica.

6.5.4. Referenciar las páginas donde están las gráficas (comando `\pageref`)

Para referenciar las páginas en las que se encuentran ubicadas las gráficas etiquetadas a través del comando `\label{etiqueta}` en cualquier parte de contenido del documento se puede utilizar el comando `\pageref{etiqueta}`.

Observación. `LATEX` debe reemplazar la referencia de página (`\pageref{etiqueta}`) por el número de página en donde está etiquetada la gráfica.

6.5.5. Redefinir el rótulo de las gráficas

Al utilizar el entorno `figure` y rotular las gráficas a través del comando `\caption`, `LATEX` debe rotular la gráfica y después de un espacio, anexar el número de capítulo, seguido de un punto y el número de sección, seguido de dos puntos (:) y después de un espacio, el contenido del argumento obligatorio `título` del comando `\caption`.

Para cambiar el rótulo estándar se puede usar el comando `\renewcommand` de la forma siguiente:

```
\renewcommand{\figurename}{rotulo}
```

El argumento obligatorio `rotulo` debe tener el nombre alternativo que se desea. El argumento obligatorio `comando` debe tener el comando que controla el rótulo que se desea cambiar, en este caso, el rótulo del entorno `figure` está controlado por el comando `\figurename`.

Observación. El argumento obligatorio `rotulo` puede contener comandos para cambiar la familia, la serie, la forma, el tamaño y el color de la tipografía del rótulo.

Al usar el el paquete `babel` con la opción `spanish` (`\usepackage[spanish]{babel}`), `LATEX` debe rotular el entorno `figure` como `Figura` (Figure 6.1: Puntos de origen para la rotación (opción `origin`)).

Para redefinir el rótulo del entorno `figure` como `Gráfica` se puede colocar en el preámbulo del documento el comando `\renewcommand{\figurename}{Gráfica}`.

Observación. Si algún paquete usado en el preámbulo del documento, redefine los rótulos, entonces las redefiniciones que los usuarios deseen realizar se deben ubicar en el contenido del documento ¹⁵.

¹⁵Después de `\begin{document}`.

La definición ¹⁶ de este documento es la siguiente:

```
\renewcommand{\figurename}{Gráfica}
```

Observación. Para conservar la integridad en la referencia de las gráficas y el índice de éstas, se puede redefinir el rótulo del comando `\listoffigures` ¹⁷ como se ha hecho en este documento (`\renewcommand{\listoffigures}{Índice de gráficas}`).

Ejemplo 39. Presentar el código de la Gráfica 6.1 en el entorno `figure`, la referencia de este ejemplo a la mencionada gráfica y a la página en la que se encuentra.

El código de la Gráfica 6.1 es el siguiente:

```
\begin{figure}[h!]
\begin{center}
\setlength{\unitlength}{1pt}
\begin{picture}(130,130)
\put(0,5){\texttt{lb}}
\put(0,65){\texttt{lc}}
\put(0,125){\texttt{lt}}
\put(65,125){\texttt{ct}}
\put(125,125){\texttt{rt}}
\put(125,65){\texttt{rc}}
\put(125,5){\texttt{rb}}
\put(65,5){\texttt{cb}}
\put(67,65){\texttt{c}}

\put(20,20){\line(1,0){100}}
\put(20,120){\line(1,0){100}}
\put(120,20){\line(0,1){100}}
\put(20,120){\line(0,-1){100}}
\end{picture}
\caption{Puntos de origen para la rotación (opción \texttt{origin})}
\label{Origen}
\end{center}
\end{figure}
```

El código de la referencia es el siguiente:

```
La Gráfica~ \ref{Origen} se encuentra en la página~ \pageref{Origen}.
```

¹⁶Se encuentra en el contenido del documento, ya que se utiliza el paquete `babel` con la opción `spanish`.

¹⁷La definición estándar al usar el paquete `babel` con la opción `spanish` es `Índice de figuras`.

6.6. Conclusiones

Capítulo 7

Escribir Matemáticas en $\text{\LaTeX}$

Las necesidades humanas de realizar cálculos para contar, medir, comprender las relaciones ó predecir eventos de objetos llevaron a las de sumar y multiplicar. Para poder registrar los conteos, mediciones, relaciones y predicciones fue necesaria la escritura y el uso del sistema de numeración.

Tales de Mileto (639–546 a. C.) es considerado como el primer matemático de la historia, ya que fue el primero en demostrar sus afirmaciones. Fue capaz de predecir el eclipse solar del año 585 a. C. También se le considera el primer filósofo de la historia y el fundador de la escuela jonia de filosofía. Sus estudios abarcaron las áreas de la Geometría, Álgebra lineal, Geometría del espacio y algunas ramas de la Física (Estática, Dinámica y Óptica).

Euclides (325–265 a. C.) es conocido como el padre de la Geometría. En su obra titulada “Los elementos”, se presenta el estudio de las propiedades de las líneas, los planos, los círculos, las esferas, los triángulos, los conos y de las formas regulares partiendo de cinco postulados.

Leonhard Euler (1707–1783) es el responsable de gran parte de la notación empleada en la actualidad. La notación reduce las matemáticas al máximo, hace que la simbología contenga gran cantidad de información.

7.1. Etimología de las Matemáticas

matemática. Del griego $\mu\alpha\theta\eta\mu\alpha\tau\iota\kappa\acute{\alpha}$ derivado de $\mu\acute{\alpha}\theta\eta\mu\alpha$, conocimiento.

1. Ciencia deductiva que estudia las propiedades de objetos abstractos y sus relaciones.

Observación. Usada en plural, tiene el mismo significado que en singular.

Las propiedades que estudian las matemáticas son las siguientes:

1. Cantidad.
2. Estructura.
3. Espacio.
4. Cambio.

7.2. El lenguaje de las Matemáticas

Al incrementar la capacidad de abstracción humana fue necesario crear un lenguaje formal con estructuras internas. El lenguaje de las matemáticas utiliza la notación y las estructuras internas para dar precisión.

Las teorías son presentadas a partir de axiomas y siguiendo un razonamiento sistemático. Por lo tanto, los objetivos son la generalidad en el planteamiento y la precisión de la demostración.

Observación. Las matemáticas no son una ciencia experimental.

7.2.1. Sistema formal

El sistema formal o sistema axiomático es el lenguaje matemático compuesto de símbolos y reglas para modelar objetos.

El objetivo de un sistema formal es señalar como válidos determinados resultados. Los resultados válidos son denominados teoremas. Para obtener los teoremas se emplean las reglas de producción que convierten un resultado válido en otro.

El sistema formal de las matemáticas tiene los elementos siguientes:

1. Un conjunto finito de símbolos para construir expresiones matemáticas.
2. Un conjunto de reglas y principios para construir expresiones matemáticas.
3. Algoritmos de decisión para saber si determinada expresión matemática está bien estructurada.
4. Un conjunto de axiomas que deben ser expresiones matemáticas bien estructuradas.
5. Un conjunto de reglas de inferencia.
6. Un conjunto de teoremas que deben ser obtenidos del conjunto de axiomas o de otros teoremas a través de las reglas de inferencia.

7.2.2. Limitaciones

Kurt Gödel (1906–1978) demostró que los sistemas axiomáticos de cierta complejidad, por bien definidos y consistentes que sean, poseen limitaciones.

En todo sistema formal con cierta complejidad, existe alguna proposición P que es verdadera, pero que no se puede demostrar dentro del sistema.

Gödel probó que en cualquier sistema formal que incluye la estructura básica de la Aritmética, se puede formular alguna proposición P que afirma que la proposición P no se puede demostrar. Si se puede demostrar la proposición P , entonces el sistema es contradictorio (inconsistente). Por lo cual la proposición P no se puede demostrar. Por lo tanto, la proposición P es verdadera.

Entonces, las teorías consistentes y suficientemente amplias son incompletas.

7.3. Axioma

Expresión lógica utilizada en alguna deducción para llegar a una conclusión.

7.3.1. Etimología

axioma. Del griego $\alpha\chi\acute{\iota}\omega\mu\alpha$.

1. Proposición tan clara y evidente que se admite sin necesidad de demostración.
2. Cada uno de los principios fundamentales e indemostrables sobre los que se construye una teoría.

Observación. A partir de un conjunto de axiomas se deben deducir todas las demás proposiciones de la teoría.

7.4. Estructuras del sistema axiomático de las Matemáticas

El objetivo de las Matemáticas es demostrar teoremas.

teorema. Del griego $\theta\epsilon\acute{\omega}\rho\eta\mu\alpha$.

1. Proposición que se puede demostrar lógicamente partiendo de axiomas o de otros teoremas ya demostrados a través de reglas de inferencia aceptadas.

Para demostrar teoremas es necesario un conjunto de axiomas o un conjunto de teoremas que han sido demostrados previamente y un proceso de inferencia.

En las Matemáticas cada proposición debe ser interesante o importante para ser considerada como un teorema. Las proposiciones de menor importancia se denominan:

1. **lema.** Del griego $\lambda\eta\mu\mu\alpha$.

a) Proposición que es preciso demostrar antes de establecer un teorema.

2. **corolario.** Del latino *corollarium*.

a) Proposición que se puede deducir de un teorema demostrado previamente.

3. **proposición.** Del latino *propositio*, - *ōnis*.

a) Enunciar alguna verdad demostrada previamente o que se debe demostrar.

El sistema axiomático debe usar un lenguaje formal para definir los objetos.

definición. Del latino *definitio*, - *ōnis*.

1. Proposición que expone con claridad y exactitud las características específicas y diferenciales de algún objeto.

En las Matemáticas existen proposiciones que no han sido demostradas.

conjetura. Del latino *coniectūra*.

1. Proposición que se supone cierta y no ha sido demostrada o negada.

Observación. Al demostrar la veracidad de alguna conjetura, ésta se debe considerar un teorema y se puede utilizar para otras demostraciones formales.

7.5. Crear estructuras (comando `\newtheorem`)

Para escribir Matemáticas, el sistema axiomático debe tener estructuras que permiten plantear los axiomas, dar definiciones, demostrar proposiciones, lemas, teoremas y corolarios, hacer conjeturas, notas, observaciones, presentar casos, condiciones y notación.

En la literatura se encuentran estructuras similares como hipótesis, observaciones, experimentos, reglas, leyes, principios y artículos.

Estas estructuras se pueden numerar, sin embargo $\text{\LaTeX}$ no puede proporcionar los entornos para las estructuras que cada usuario necesita. Para permitir que los usuarios puedan crear las estructuras necesarias, $\text{\LaTeX}$ tiene el comando `\newtheorem`. La sintaxis es la siguiente:

```
\newtheorem{entorno}{nombre}[unidad]
\newtheorem{entorno}[contador]{nombre}
```

Observación. El comando `\newtheorem` solo puede tener un argumento opcional entre unidad y contador.

El argumento obligatorio entorno debe contener el nombre del entorno que el usuario necesita dar a la estructura.

Observación. El argumento obligatorio entorno no debe contener el nombre de algún entorno existente o de algún contador existente.

El argumento opcional contador debe contener el nombre de algún entorno existente y se puede usar para compartir la secuencia de numeración del entorno existente.

El argumento obligatorio nombre debe contener el nombre que el usuario necesita para rotular la estructura (Definición, Proposición, Lema, Teorema, Corolario, Conjetura, Ejemplo, Problema, Ejercicio, Nota, Observación) en el documento.

El argumento opcional unidad debe contener el nombre de alguna unidad de estructura disponible en el documento y se puede usar para ajustar la secuencia de numeración.

Observación. Al usar el argumento opcional contador, la estructura hereda del entorno existente la secuencia de numeración. Al usar el argumento opcional unidad, la secuencia de numeración debe iniciar el contador de la estructura. El argumento opcional puede usar el nombre de las unidades de estructura disponibles en el documento (`part`, `chapter`, `section` y `subsection`).

Ejemplo 40. Presentar el código para crear las estructuras Definición, Proposición, Lema, Teorema, Corolario y Conjetura con la numeración de cada estructura que incluye el número de capítulo y la secuencia de numeración de cada estructura de forma independiente.

```
\newtheorem{defi}{Definición}[chapter]
\newtheorem{pro}{Proposición}[chapter]
\newtheorem{lem}{Lema}[chapter]
\newtheorem{teo}{Teorema}[chapter]
\newtheorem{cor}{Corolario}[chapter]
\newtheorem{con}{Conjetura}[chapter]
```

Nota 7.1. El sitio apropiado para colocar el código para crear las estructuras (comando `\newtheorem`) es el preámbulo del documento, sin embargo se puede colocar en cualquier parte del documento.

El argumento obligatorio `entorno` contiene el nombre del entorno que el usuario necesita para crear la estructura.

Observación. El nombre del entorno se puede seleccionar con libertad sin repetir el nombre de algún entorno existente o algún contador existente.

El argumento obligatorio `nombre` contiene el nombre de la estructura que $\text{\LaTeX}$ debe usar al imprimir el documento.

Observación. Para incluir el número de capítulo y el número de cada estructura, independientemente, el argumento opcional `unidad` de cada entorno debe incluir el nombre de la estructura capítulo (`chapter`).

Ejemplo 41. Presentar el código para crear las estructuras Definición, Proposición, Lema, Teorema, Corolario y Conjetura con la numeración de cada estructura que incluye el número de capítulo y la secuencia de numeración de las proposiciones, lemas y corolarios está compartida, mientras que la secuencia de numeración de las definiciones y conjeturas es independiente.

```
\newtheorem{defi}{Definición}[chapter]
\newtheorem{pro}{Proposición}[chapter]
\newtheorem{lem}[pro]{Lema}
\newtheorem{teo}[pro]{Teorema}
\newtheorem{cor}[pro]{Corolario}
\newtheorem{con}{Conjetura}[chapter]
```

7.6. Comando `\newtheorem` (paquete `amsthm`)

Para que los usuarios de $\text{\LaTeX}$ puedan tener mayor control al usar el comando `\newtheorem` la *American Mathematical Society* ha diseñado el paquete `amsthm` (`\usepackage{amsthm}`).

7.6.1. Comando `\theoremstyle`

Para seleccionar el estilo de las estructuras que los usuarios necesitan definir, $\text{\LaTeX}$ cuenta con el comando `\theoremstyle`.

La sintaxis del comando `\theoremstyle` es la siguiente:

```
\theoremstyle{estilo}
```

El argumento obligatorio `estilo` debe contener el estilo de la estructura. Los estilos son los siguientes:

ESTILO	DESCRIPCIÓN
<code>plain</code>	Los rótulos de la estructura deben estar con la serie tipográfica negrita y el contenido de la estructura debe estar con la forma tipográfica itálica. Estilo estándar de $\text{\LaTeX}$.
<code>definition</code>	Los rótulos de la estructura deben estar con la serie tipográfica negrita y el contenido de la estructura debe estar con la forma tipográfica vertical.
<code>remark</code>	Los rótulos de la estructura deben estar con la forma tipográfica itálica y el contenido de la estructura debe estar con la forma tipográfica vertical.

Tabla 7.1: Estilos para las estructuras

7.6.2. Comando `\newtheorem*` (paquete `amsthm`)

Para que los usuarios puedan crear estructuras sin numerar, el paquete `amsthm` tiene el comando `\newtheorem*`¹. La sintaxis del comando `\newtheorem*` es la siguiente:

```
\newtheorem*{entorno}{nombre}
```

El argumento obligatorio `entorno` debe contener el nombre del entorno que el usuario necesita dar a la estructura sin numerar.

Observación. El argumento obligatorio `entorno` no debe contener el nombre de algún entorno existente o de algún contador existente.

El argumento obligatorio `nombre` debe contener el nombre que el usuario necesita para rotular la estructura sin numerar.

7.6.3. Paquete `theorems`

Este documento usa el paquete `theorems`² para crear los entornos de las estructuras a través del paquete `amsthm` (`\usepackage{amsthm}`) y los comandos `\newtheorem`, `\newtheorem*` y `\theoremstyle`.

A través del paquete `theorems` se definen los nombres de los entornos y los nombres de las estructuras numeradas Lema, Teorema, Corolario, Proposición, Conjetura, Definición, Ejemplo, Problema, Ejercicio, Notación, Algoritmo y Nota con estilo `definition` incluyendo el número de capítulo y la secuencia de numeración independiente para cada estructura. Además se definen los entornos de las estructuras Observación, Afirmación, Solución y Reconocimiento con estilo `remark` sin numeración.

¹El comando `\newtheorem*` no se puede usar sin el paquete `amsthm` (`\usepackage{amsthm}`).

²El paquete `theorems` fue creado por Juan Antonio Navarro y modificado por el autor.

El código del paquete `theorems` es el siguiente:

```
%% theorems.sty
%%
%% Modified by José Antonio Climent Hernández
%% jach@fciencias.unam.mx

\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
\ProvidesPackage{theorems}[2008/08/28 Definitions for theorem like environments]

\usepackage{amsthm}

\newcommand{\@newthm}{}
\newcommand{\@namesfile}{english.nms}

\DeclareOption{section}{\renewcommand{\@newthm}[2]{\newtheorem{#1}{#2}[section]}}
\DeclareOption{document}{\renewcommand{\@newthm}[2]{\newtheorem{#1}{#2}}}
\DeclareOption{chapter}{\renewcommand{\@newthm}[2]{\newtheorem{#1}{#2}[chapter]}}
\DeclareOption{english}{\renewcommand{\@namesfile}{english.nms}}
\DeclareOption{spanish}{\renewcommand{\@namesfile}{spanish.nms}}
\ExecuteOptions{chapter}
\ExecuteOptions{section}

\ProcessOptions\relax

\input{\@namesfile}

\theoremstyle{definition}
\@newthm{lemma}{\lemmaname}[chapter] %Lema
\@newthm{theorem}{\theoremname}[chapter] %Teorema
\@newthm{corollary}{\corollaryname}[chapter] %Corolario
\@newthm{proposition}{\propositionname}[chapter] %Proposición
\@newthm{conjecture}{\conjecturename}[chapter] %Conjetura

\theoremstyle{definition}
\@newthm{definition}{\definitionname}[chapter] %Definición
\@newthm{example}{\examplename} %Ejemplo
\@newthm{problem}{\problemname}[chapter] %Problema
\@newthm{exercise}{\exercisename}[chapter] %Ejercicio
\@newthm{notation}{\notationname}[chapter] %Notación
\@newthm{algorithm}{\algorithmname}[chapter] %Algoritmo
\@newthm{note}{\notename}[chapter] %Nota

\theoremstyle{remark}
\newtheorem*{remark}{\remarkname} %Observación
\newtheorem*{claim}{\claimname} %Afirmación
\newtheorem*{solution}{\solutionname} %Solución
\newtheorem*{acknowledgment}{\acknowledgmentname} %Reconocimiento
```

Nota 7.2. El paquete `theorems` divide las estructuras en los estilos `definition` y `remark` a través del comando `\theoremstyle` y en tres grupos, dos numerados y uno sin numerar.

Para nombrar en español las estructuras creadas en el paquete `theorems` (`theorems.sty`) se debe usar el archivo `spanish.nms`. El código del archivo `spanish.nms` es el siguiente:

```
\newcommand{\lemmaname}{Lema}
\newcommand{\theoremname}{Teorema}
\newcommand{\corollaryname}{Corolario}
\newcommand{\propositionname}{Proposición}
\newcommand{\conjecturename}{Conjetura}

\newcommand{\definitionname}{Definición}
\newcommand{\examplename}{Ejemplo}
\newcommand{\problemname}{Problema}
\newcommand{\exercisename}{Ejercicio}
\newcommand{\notationname}{Notación}
\newcommand{\algorithmname}{Algoritmo}
\newcommand{\notename}{Nota}

\newcommand{\remarkname}{Observación}
\newcommand{\claimname}{Afirmación}
\newcommand{\solutionname}{Solución}
\newcommand{\acknowledgmentname}{Reconocimiento}
```

Nota 7.3. El paquete `theorems` (`theorems.sty`) y el archivo `spanish.nms` se deben incluir en la misma carpeta en la que se encuentra el archivo fuente.

7.6.4. Comando `\swapnumbers` (paquete `amsthm`)

Para que la secuencia de numeración de las estructuras precedan al nombre de la estructura el paquete `amsthm` tiene el comando `\swapnumbers`.

Observación. Para que la secuencia de numeración de las estructuras precedan al nombre de la estructura el comando `\swapnumbers` debe estar colocado previamente a los comandos `theoremstyle`, `\newtheorem` y `\newtheorem*`.

7.6.5. Entorno `proof` (paquete `amsthm`)

El paquete `amsthm` tiene definido el entorno `proof` para rotular las demostraciones. El entorno `proof` debe imprimir la expresión *Proof* (*Proof.*)³ al iniciar el entorno y el símbolo $\square$ (`\qed`) al terminar el entorno.

La sintaxis del entorno `proof` es la siguiente:

```
\begin{proof}[rotulo]
Demostración
\end{proof}
```

El argumento opcional `rotulo` debe contener el título deseado para el rotular entorno.

³Al usar el paquete `babel` con la opción `spanish` el rótulo debe ser *Demostración*, y el entorno debe concluir con el símbolo $\square$ (`\qed`).

7.6.6. Comando `\qedsymbol` (paquete `amsthm`)

Para usar otro símbolo al concluir el entorno `proof` se puede usar el comando `\qedsymbol`. El símbolo se puede cambiar a través de la instrucción siguiente:

```
\renewcommand{\qedsymbol}{\blacksquare$}
```

7.6.7. Comando `\qedhere` (paquete `amsthm`)

$\text{\LaTeX}$ debe imprimir el símbolo para concluir el entorno `proof` al finalizar el último renglón del entorno con alineación a la dercha. Cuando el entorno `proof` termina con alguna expresión matemática desplegada, $\text{\LaTeX}$ debe imprimir el símbolo para concluir el entorno un renglón abajo de la expresión matemática con alineación a la dercha. Para imprimir el símbolo para concluir el entorno `proof` al finalizar el último renglón del entorno con alineación a la dercha, cuando el entorno `proof` termina con alguna expresión matemática desplegada se puede usar el comando `\qedhere` justo antes de terminar el entorno (`\end{proof}`).

7.7. Usar estructuras creadas con el comando `\newtheorem`

Para usar alguna estructura creada con el comando `\newtheorem`, los usuarios pueden utilizar nombre del entorno creado para la estructura. La sintaxis es la siguiente ⁴:

```
\begin{entorno}[rotulo]
Contenido de la estructura.
\end{entorno}
\label{etiqueta}
```

El argumento obligatorio `entorno` debe contener el nombre del entorno creado para la estructura.

El argumento opcional `rotulo` debe contener el rótulo que se desea dar a la estructura.

El comando opcional `\label` permite etiquetar la estructura a través del argumento obligatorio `etiqueta` y hacer referencias con los comando `ref{etiqueta}` y `\pageref{etiqueta}`.

Ejemplo 42. Usar el entorno `definition` (paquete `theorems`, archivo `theorems.sty`, sección 7.6.3 en la página 124) para definir y etiquetar las estructuras con los rótulos Espacio muestra, σ -álgebra, Conjunto medible (evento), Espacio medible, Mérida de probabilidad y Espacio de probabilidad.

El código para definir la estructura Espacio muestra es el siguiente:

```
\definition[Espacio muestra]{Conjunto  $\Omega$  que debe agrupar todos
los posibles resultados del experimento aleatorio.}\label{EspacioMuestra}

\remark{El conjunto  $\Omega \neq \emptyset$  se debe considerar, matemáticamente,
como un conjunto arbitrario.}
```

⁴Se puede usar la sintaxis siguiente: `\entorno[rotulo]{Contenido de la estructura.}\label{etiqueta}`

El resultado es la Definición de Espacio muestra que se puede observar a continuación:

Definición 7.1 (Espacio muestra). Conjunto Ω que debe agrupar todos los posibles resultados del experimento aleatorio.

Observación. El conjunto $\Omega \neq \emptyset$ se debe considerar, matemáticamente, como un conjunto arbitrario.

El código para definir la estructura σ -álgebra es el siguiente:

```
\definition[ $\sigma$ -álgebra]{Sea  $\Omega$  un espacio muestra.  $\mathcal{F}$  es una colección de subconjuntos de  $\Omega$  que satisface las propiedades siguientes:

\begin{enumerate}
\item  $\Omega \in \mathcal{F}$ . \label{SA1}
\item Si  $A \in \mathcal{F} \Rightarrow A^c \in \mathcal{F}$ . \label{SA2}
\item Si  $A_k \in \mathcal{F} \forall k \in \mathbb{N} \Rightarrow \bigcup_{k=1}^{\infty} A_k \in \mathcal{F}$ . \label{SA3}
\end{enumerate}
}\label{SigmaAlgebra}

\remark[ $\mathcal{F} \neq \emptyset$ ].
```

El resultado es la Definición de σ -álgebra que se puede observar a continuación:

Definición 7.2 (σ -álgebra). Sea Ω un espacio muestra. $\mathcal{F}$ es una colección de subconjuntos de Ω que satisface las propiedades siguientes:

1. $\Omega \in \mathcal{F}$.
2. Si $A \in \mathcal{F} \Rightarrow A^c \in \mathcal{F}$.
3. Si $A_k \in \mathcal{F} \forall k \in \mathbb{N} \Rightarrow \bigcup_{k=1}^{\infty} A_k \in \mathcal{F}$.

Observación. $\mathcal{F} \neq \emptyset$.

El código para definir la estructura Conjunto medible es el siguiente:

```
\definition[Conjunto medible]{Sea  $A$  un conjunto tal que  $A \in \mathcal{F}$  es un evento del experimento aleatorio.} \label{ConjuntoMedible}
```

El resultado es la Definición de Conjunto medible que se puede observar a continuación:

Definición 7.3 (Conjunto medible). Sea A un conjunto tal que $A \in \mathcal{F}$ es un evento del experimento aleatorio.

El código para definir la estructura Espacio medible es el siguiente:

```
\definition[Espacio medible]
{La pareja ordenada  $(\Omega, \mathcal{F})$ , donde  $\Omega$  es un espacio muestra y  $\mathcal{F}$  es una  $\sigma$ -álgebra.}
\label{EspacioMedible}
```

El resultado es la Definición de Espacio medible que se puede observar a continuación:

Definición 7.4 (Espacio medible). La pareja ordenada $(\Omega, \mathcal{F})$, donde Ω es un espacio muestra y $\mathcal{F}$ es una σ -álgebra.

El código para definir la estructura Medida de probabilidad es el siguiente:

```
\definition[Medida de probabilidad]
{Sea  $(\Omega, \mathcal{F})$  un espacio medible.  $\mathcal{P} : \mathcal{F} \rightarrow [0, 1]$  que satisface los postulados siguientes:

\begin{description}
\item[Axioma 1.]  $\mathcal{P}(\Omega) = 1$ . \label{MP1}
\item[Axioma 2.]  $\mathcal{P}(A) \geq 0$ ;
\forall A \in \mathcal{F}. \label{MP2}
\item[Axioma 3.] Si  $A_k \in \mathcal{F}$ ;  $\forall k \in \mathbb{N}$ ;  $A_i \cap A_j = \emptyset \forall i \neq j$ 
 $\Rightarrow \mathcal{P}(\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k) = \sum_{k=1}^{\infty} \mathcal{P}(A_k)$ . \label{MP3}
\end{description}} \label{MedidaProbabilidad}

\note{\emph{Andrey Nikolaevich Kolmogorov} (1903--1987) estableció los axiomas
de la \definitionname~ \ref{MedidaProbabilidad} en el año 1933.}
```

El resultado es la Definición de Medida de probabilidad que se puede observar a continuación:

Definición 7.5 (Medida de probabilidad). Sea $(\Omega, \mathcal{F})$ un espacio medible. $\mathcal{P} : \mathcal{F} \rightarrow [0, 1]$ satisface los postulados siguientes:

Axioma 1. $\mathcal{P}(\Omega) = 1$.

Axioma 2. $\mathcal{P}(A) \geq 0 \forall A \in \mathcal{F}$.

Axioma 3. Si $A_k \in \mathcal{F} \forall k \in \mathbb{N} : A_i \cap A_j = \emptyset \forall i \neq j \Rightarrow \mathcal{P}\left(\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k\right) = \sum_{k=1}^{\infty} \mathcal{P}(A_k)$.

Nota 7.4. *Andrey Nikolaevich Kolmogorov* (1903–1987) estableció los axiomas de la Definición 7.5 en el año 1933.

El código para definir la estructura Espacio de probabilidad es el siguiente:

```
\definition[Espacio de probabilidad]
{La terna ordenada  $(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P})$ , donde  $\Omega$  es un espacio muestra,  $\mathcal{F}$  es una  $\sigma$ -álgebra y  $\mathcal{P}$  es una medida de probabilidad.} \label{EspacioProbabilidad}
```

El resultado es la Definición de Espacio de probabilidad que se puede observar a continuación:

Definición 7.6 (Espacio de probabilidad). La terna ordenada $(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P})$, donde Ω es un espacio muestra, $\mathcal{F}$ es una σ -álgebra y $\mathcal{P}$ es una medida de probabilidad.

Ejemplo 43. Usar el entorno `proposition` definido en el paquete `theorems` (sección 7.6.3 en la página 124) para plantear, demostrar y etiquetar la proposición siguiente:

Proposición 7.1. Sea $\mathcal{F}$ una σ -álgebra de subconjuntos de Ω , entonces $\emptyset \in \mathcal{F}$.

Demostración. Por la propiedad 1 de la Definición 7.2, $\Omega \in \mathcal{F} \Rightarrow \emptyset = \Omega^c \in \mathcal{F}$. □

Para plantear la Proposición 7.1 se puede usar el código siguiente:

```
\proposition{Sea  $\mathcal{F}$  una  $\sigma$ -álgebra de subconjuntos
de  $\Omega$ , entonces  $\emptyset \in \mathcal{F}$ .}\label{propisicion_1}
```

Para la demostración se puede usar el entorno `proof`⁵ del paquete `amsthm`.

El código de la demostración es el siguiente:

```
\begin{proof}
Por la propiedad~ \ref{SA1} de la \definitionname~ \ref{SigmaAlgebra},
 $\Omega \in \mathcal{F} \Rightarrow \emptyset = \Omega^c \in \mathcal{F}$ 
\end{proof}
```

Ejemplo 44. Usar el entorno `lemma` para plantear, demostrar y etiquetar el lema siguiente:

Lema 7.1. Si $A_k \in \mathcal{F} \forall k \in \mathbb{N} \Rightarrow \bigcap_{k=1}^{\infty} A_k \in \mathcal{F}$.

Demostración. Por la propiedad 2 de la Definición 7.2, si $A_k \in \mathcal{F} \forall k \in \mathbb{N} \Rightarrow A_k^c \in \mathcal{F} \forall k \in \mathbb{N} \Rightarrow$

Por la propiedad 3 de la Definición 7.2, si $A_k^c \in \mathcal{F} \forall k \in \mathbb{N} \Rightarrow \bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c \in \mathcal{F} \Rightarrow$

Por la propiedad 2 de la Definición 7.2, si $\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c \in \mathcal{F} \Rightarrow \left(\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c \right)^c \in \mathcal{F} \Rightarrow$

Por la primera ley de *Morgan*⁶ se tiene que $\left(\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c \right)^c = \bigcap_{k=1}^{\infty} A_k \Rightarrow \bigcap_{k=1}^{\infty} A_k \in \mathcal{F}$. □

Para plantear el Lema 7.1 se puede usar el código siguiente:

```
\lemma{Si  $A_k \in \mathcal{F} \forall k \in \mathbb{N} \Rightarrow \bigcap_{k=1}^{\infty} A_k \in \mathcal{F}$ .}\label{lema_1}
```

⁵Al usar la sintaxis siguiente:

```
\proof{Por la propiedad \ref{SA1} de la \definitionname~ \ref{SigmaAlgebra},  $\Omega \in \mathcal{F} \Rightarrow \emptyset = \Omega^c \in \mathcal{F}$ },  $\text{\LaTeX}$  omite el símbolo □.
```

⁶*Augustus de Morgan* (1806–1871) matemático y lógico inglés.

Primera ley de Morgan. $\left(\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k \right)^c = \bigcap_{k=1}^{\infty} A_k^c$.

Segunda ley de Morgan. $\left(\bigcap_{k=1}^{\infty} A_k \right)^c = \bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c$.

El código para demostrar el Lema 7.1 es el siguiente:

```
\begin{proof}
Por la propiedad~ \ref{SA2} de la \definitionname~ \ref{SigmaAlgebra},
si  $A_k \in \mathcal{F}$ ;  $\forall k \in \mathbb{N} \Rightarrow A_k^c \in \mathcal{F}$ ;
 $\forall k \in \mathbb{N} \Rightarrow$ 
Por la propiedad~ \ref{SA3} de la \definitionname~ \ref{SigmaAlgebra},
si  $A_k^c \in \mathcal{F}$ ;  $\forall k \in \mathbb{N} \Rightarrow$ 
 $\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c \in \mathcal{F} \Rightarrow$ 
Por la propiedad~ \ref{SA2} de la \definitionname~ \ref{SigmaAlgebra},
si  $\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c \in \mathcal{F} \Rightarrow \left( \bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c \right)^c \in \mathcal{F} \Rightarrow$ 
Por la primera ley de \emph{Morgan}~ \footnote{\emph{Augustus de Morgan}
(1806--1871) matemático y lógico inglés.}
\begin{description}
\item[Primera ley de \emph{Morgan}.]  $\left( \bigcup_{k=1}^{\infty} A_k \right)^c = \bigcap_{k=1}^{\infty} A_k^c$ . \label{PLM}
\item[Segunda ley de \emph{Morgan}.]  $\left( \bigcap_{k=1}^{\infty} A_k \right)^c = \bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c$ . \label{SLM}
\end{description} se tiene que  $\left( \bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c \right)^c = \bigcap_{k=1}^{\infty} A_k \Rightarrow$ 
 $\bigcap_{k=1}^{\infty} A_k \in \mathcal{F}$ . se tiene que  $\left( \bigcup_{k=1}^{\infty} A_k^c \right)^c =$ 
 $\bigcap_{k=1}^{\infty} A_k \Rightarrow$ 
 $\bigcap_{k=1}^{\infty} A_k \in \mathcal{F}$ .
\end{proof}
```

7.8. Escribir en el modo matemático

[L^AT_EX](#) debe procesar el código fuente de alguno de los modos siguientes:

1. Párrafo (*paragraph mode*).
2. Izquierda a Derecha (*LR mode*).
3. Matemático (*math mode*).

El modo matemático se puede utilizar para escribir expresiones matemáticas de acuerdo a las necesidades siguientes:

1. Expresiones matemáticas incluidas en el modo párrafo.
2. Expresiones matemáticas desplegadas, alineadas y sin numerar.
3. Expresiones matemáticas desplegadas, alineadas y numeradas.

El código de las estructuras Definición 7.1, Definición 7.2, Definición 7.3, Definición 7.4, Definición 7.5, Definición 7.6, Proposición 7.1 y Lema 7.1 usa el modo matemático con expresiones matemáticas en el modo párrafo.

Para satisfacer las necesidades de los usuarios, $\text{\LaTeX}$ cuenta con los entornos siguientes:

1. `math`.
2. `displaymath`.
3. `equation` ⁷.

ENTORNO	EQUIVALENCIA	DESCRIPCIÓN
<code>math</code>	$\$expresión\$$	Para escribir expresiones matemáticas no desplegadas.
<code>displaymath</code>	$\backslash[expresión\backslash]$	Para escribir expresiones matemáticas desplegadas, centradas y no numeradas.
<code>equation</code>	No aplica.	Para escribir expresiones matemáticas desplegadas, centradas y numeradas en el margen derecho.
<code>equation*</code>	$\backslash[expresión\backslash]$	Para escribir expresiones matemáticas desplegadas, centradas y no numeradas.

Tabla 7.2: Entornos para escribir en el modo matemático

Observación. Las formas $\$expresión\text{ matemática}\$$ y $\backslash[expresión\text{ matemática}\backslash]$ son más cómodas que usar los entornos `math` ⁸, `displaymath` ⁹ y `equation*` ¹⁰, respectivamente.

Nota 7.5. Los usuarios con $\text{\TeX}$ -perencia previa conocen como desplegar, centrar y no numerar expresiones matemáticas a través de la forma $\$expresión\text{ matemática}\$$. No se recomienda usar esta forma en documentos $\text{\LaTeX}$ ya que la distribución del espacio alrededor del despliegue puede resultar no satisfactoria.

7.8.1. Entorno `equation`

Entorno básico de $\text{\LaTeX}$ para desplegar, numerar, etiquetar (`\label{etiqueta}`) y referenciar (`\eqref{etiqueta}` ¹¹) expresiones matemáticas. La sintaxis es la siguiente:

```
\begin{equation}\label{etiqueta}
Expresión matemática
\end{equation}
```

7.8.2. Colocar las expresiones matemáticas

La alineación de las expresiones matemáticas se puede modificar de acuerdo a las opciones que se presentan en la Tabla 2.11 de la página 14 (sección 2.3.1).

Observación. La alineación estándar de las expresiones matemáticas es centrada (*centered*).

⁷Entorno de $\text{\LaTeX}$ para desplegar, numerar, etiquetar (`\label`) y referenciar (`\eqref`) expresiones matemáticas.

⁸`\begin{math}expresión\text{ matemática}\end{math}`.

⁹`\begin{displaymath}expresión\text{ matemática}\end{displaymath}`.

¹⁰`\begin{equation*}expresión\text{ matemática}\end{equation*}`.

¹¹Es similar al comando `\ref`, sin embargo $\text{\LaTeX}$ debe imprimir la referencia entre paréntesis.

7.8.3. Numerar las expresiones matemáticas

$\text{\LaTeX}$ tiene el contador `equation` para numerar consecutivamente las expresiones matemáticas al usar el entorno `equation`. La numeración estándar es la siguiente:

ESTILO	NUMERACIÓN
<i>article</i>	(1), (2), (2), ...
<i>report</i>	(7.1), (7.2), (7.2), ...
<i>book</i>	(7.1), (7.2), (7.2), ...

Tabla 7.3: Nuemración (entorno `equation`)

La posición de la numeración de las expresiones matemáticas se puede modificar de acuerdo a las opciones que se presentan en la Tabla 2.12 de la página 14 (sección 2.3.1).

Observación. La alineación estándar de la numeración de las expresiones matemáticas es a la derecha (*reqno*¹²).

Para modificar la estructura de la numeración de las expresiones matemáticas se puede definir el comando `\theequation` a través del comando `\renewcommand` y el contador `equation`. La sintaxis es la siguiente:

```
\renewcommand{\theequation}{\thechapter.\estilo{equation}}
```

El segundo argumento obligatorio permite definir la numeración a través del contador `equation` de acuerdo a los estilos de numeración de la Tabla 2.21 de la página 27 (sección 2.6.6). El comando `\estilo`¹³ tiene como argumento obligatorio el contador `equation`.

Como alternativa se puede usar el comando `\numberwithin`. La sintaxis es la siguiente:

```
\numberwithin{equation}{unidad}
```

El argumento obligatorio `unidad` debe contener el nombre de alguna unidad de estructura que esté disponible en el documento (`part`, `chapter`, `section` y `subsection`) y se puede usar para ajustar la secuencia de numeración.

La numeración de las expresiones matemáticas se puede personalizar a través del comando `tag`. La sintaxis es la siguiente:

```
\tag{etiqueta}
```

El argumento obligatorio `etiqueta` permite utilizar caracteres, símbolos y palabras.

Observación. El comando `\tag*` hace que $\text{\LaTeX}$ imprima la etiqueta sin paréntesis.

¹²Opción equivalente a *right side* (Tabla 2.12).

¹³Puede ser alguno de los estilos de la Tabla 2.21 (`\arabic{equation}` estilo estándar, `\roman{equation}`, `\Roman{equation}`, `\Alph{equation}` y `\alph{equation}`)

Ejemplo 45. Plantear y etiquetar la proposición siguiente:

Proposición 7.2 (Probabilidad complementaria). Sea $(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P})$ un espacio de probabilidad y A cualquier evento, entonces:

$$\mathcal{P}(A^c) = 1 - \mathcal{P}(A) \quad (7.1)$$

El código para plantear y etiquetar la Proposición 7.2 es el siguiente:

```
\begin{proposition}
[Probabilidad complementaria]\label{Complemento}
Sea  $\left(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P}\right)$  un espacio de probabilidad
y  $A$  cualquier evento, entonces:
\begin{equation}\label{complemento}
\mathcal{P}\left(A^c\right)=1-\mathcal{P}\left(A\right)
\end{equation}
\end{proposition}
```

7.8.4. Entorno eqnarray

Para desplegar expresiones matemáticas extensas o varias expresiones matemáticas en el mismo despliegue, puede ser necesario dividir las expresiones matemáticas en varios renglones y columnas. $\text{\LaTeX}$ tiene el entorno eqnarray¹⁴ que permite numerar, etiquetar y referenciar las expresiones matemáticas.

La sintaxis del entorno eqnarray es la siguiente:

```
\begin{eqnarray}\label{expresiones}
Expresión & matemática & 1 \label{1}\\
Expresión & matemática & 2 \label{2}\\
...
Penúltima & expresión & matemática \label{an}
Última & expresión & matemática \label{n}
\end{eqnarray}
```

Observación. El entorno eqnarray es parecido a un arreglo de tres columnas, cada una de éstas se debe separar por el carácter &. Las columnas se pueden usar para alinear las expresiones matemáticas. La primera columna debe alinear las expresiones matemáticas a la derecha, la segunda columna debe centrar las expresiones matemáticas y la tercera columna debe alinear las expresiones matemáticas a la izquierda. Los renglones se deben separar con el comando $\backslash$ y $\text{\LaTeX}$ debe numerar las expresiones matemáticas de cada renglón, excepto cuando se anexa el comando $\backslash$ nonumber.

¹⁴ $\text{\LaTeX}$ no debe numerar las expresiones matemáticas al usar el entorno eqnarray*.

Ejemplo 46. Demostrar y etiquetar la Proposición 7.2

Demostración. Por la teoría de conjuntos se tiene las propiedades siguientes:

$$\Omega = A \cup A^c \quad (7.2)$$

$$\emptyset = A \cap A^c \quad (7.3)$$

Por el Axioma 3 se tiene que:

$$\mathcal{P}(\Omega) = \mathcal{P}(A) + \mathcal{P}(A^c) \quad (7.4)$$

Por el Axioma 1 se tiene que:

$$1 = \mathcal{P}(A) + \mathcal{P}(A^c) \quad (7.5)$$

Al despejar $\mathcal{P}(A^c)$ de la expresión matemática (7.5) se obtiene la expresión matemática (7.1). $\square$

El código para demostrar y etiquetar la Proposición 7.2 es el siguiente:

```
\begin{proof}
Por la teoría de conjuntos se tiene las propiedades siguientes:
\begin{eqnarray}\label{eqnconjuntos}
\Omega&=&A\cup A^c \ \label{eqnOmega}\\
\emptyset&=&A\cap A^c \ \label{eqnvacio}
\end{eqnarray}
Por el \ref{MDP3} se tiene que:
\begin{equation}\label{eqnP0mega}
\mathcal{P}(\Omega)=\mathcal{P}(A)+
\mathcal{P}(A^c)
\end{equation}
Por el \ref{MDP1} se tiene que:
\begin{equation}\label{PEventoSeguro}
1=\mathcal{P}(A)+\mathcal{P}(A^c)
\end{equation}
Al despejar  $\mathcal{P}(A^c)$  de la expresión matemática~
\eqref{PEventoSeguro} se obtiene la expresión matemática~ \eqref{complemento}.
\end{proof}
```

7.9. El paquete amsmath

El paquete amsmath tiene entornos para desplegar expresiones matemáticas de forma eficiente. Fue diseñado por la *American Mathematical Society* ($\mathcal{AMS}$).

Los entornos subequations, multiline, gather, align, flalign, aligned, gathered y split permiten a los usuarios alinear, dividir, numerar, etiquetar y referenciar las expresiones matemáticas para satisfacer las necesidades y anexar más opciones que las que se tienen con los entornos equation y eqnarray.

7.9.1. Entorno subequations

Se puede usar para numerar un conjunto de expresiones matemáticas por medio de renglones¹⁵. Para etiquetar cada expresión matemática se debe utilizar el comando `\label{etiqueta}` antes del comando `\`. Para etiquetar el conjunto de expresiones matemáticas se debe colocar el comando `\label{etiqueta}` justo después de comenzar el entorno `subequations`.

La sintaxis del entorno `subequations` es la siguiente:

```
\begin{subequations}\label{subecuaciones}
Expresión matemática 1 \label{1}\\
Expresión matemática 2 \label{2}\\
...
Penúltima expresión matemática \label{m}\\
Última expresión matemática \label{n}
\end{subequations}
```

Nota 7.6. Las expresiones matemáticas se deben escribir en modo el matemático¹⁶.

La numeración estándar del entorno `subequations` es la siguiente:

ESTILO	NUMERACIÓN
<i>article</i>	(1a), (1b), (1c), ...
<i>report</i>	(7.1a), (7.1b), (7.1c), ...
<i>book</i>	(7.1a), (7.1b), (7.1c), ...

Tabla 7.4: Numeración (entorno `subequations`)

Observación. La alineación de las expresiones matemáticas es a la derecha.

Ejemplo 47. Plantear, demostrar y etiquetar la proposición siguiente:

Proposición 7.3 (Probabilidad del conjunto vacío). Sea $(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P})$ un espacio de probabilidad, entonces:

$$\mathcal{P}(\emptyset) = 0 \quad (7.6)$$

Demostración. Por la teoría de conjuntos se tiene la propiedad siguiente:

$$\emptyset = \Omega^c \quad (7.7a)$$

Por la Proposición 7.2, la cual tiene como resultado la expresión matemática (7.1), se tiene que:

$$\mathcal{P}(\emptyset) = 1 - \mathcal{P}(\Omega) \quad (7.7b)$$

Por el Axioma 1 se obtiene la expresión matemática (7.6). $\square$

¹⁵Cada renglón debe concluir con el comando `\`.

¹⁶Las expresiones matemáticas se deben escribir en alguno de los entornos para escribir expresiones matemáticas, incluso al estar en el entorno `subequations`.

El código para plantear, demostrar y etiquetar la Proposición 7.3 es el siguiente:

```
\begin{proposition}[Probabilidad del conjunto vacio]\label{PCVacio}
Sea  $\left(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P}\right)$  un espacio de probabilidad,
entonces:
\begin{equation}\label{PVacio}
\mathcal{P}\left(\emptyset\right)=0
\end{equation}
\end{proposition}
\begin{proof}
\begin{subequations}
Por la teoría de conjuntos se tiene la propiedad siguiente:
\begin{eqnarray}\label{ComplementoOmega}
\emptyset=\Omega^c
\end{eqnarray}
Por la \propositionname~ \ref{Complemento}, la cual tiene como resultado
la expresión matemática~ \eqref{complemento}, se tiene que:
\begin{equation}\label{Pvacio}
\mathcal{P}\left(\emptyset\right)=1-\mathcal{P}\left(\Omega\right)
\end{equation}
Por el \ref{MDP1} se obtiene la expresión matemática~ \eqref{PVacio}.
\end{subequations}
\end{proof}
```

7.9.2. Entorno multline

Se puede usar para dividir expresiones matemáticas en varios renglones que se deben crear a través comando `\`. El primer renglón debe alinear la expresión matemática a la izquierda, los renglones intermedios (si es que existen) deben centrar la expresiones matemáticas y el último renglón debe alinear las expresiones matemáticas a la derecha.

La sintaxis del entorno `multline` es la siguiente:

```
\begin{multline}\label{multilinea}
Primer renglón \\\
Segundo renglón \\\
...
Penúltimo renglón \\\
Último renglón
\end{multline}
```

Observación. El entorno `multline`¹⁷ debe numerar el conjunto de expresiones matemáticas en el último renglón y solo se puede etiquetar (`\label{etiqueta}`) y referenciar (`\eqnref{etiqueta}`) el conjunto de expresiones matemáticas del entorno como única expresión matemática.

¹⁷[L^AT_EX](#) no debe numerar las expresiones matemáticas al usar el entorno `multline*`.

Ejemplo 48. Plantear y demostrar el teorema siguiente:

Teorema 7.1 (Fórmula de Itô). Sea $f(t, X_t) : [0, T] \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ una vez continuamente diferenciable en el primer argumento y dos veces continuamente diferenciable en el segundo argumento. Entonces $\forall t \in [0, T]$, la función $f(t, X_t) \in C^{1,2}$ satisface la expresión siguiente:

$$f(t, X_t) = f(0, X_0) + \int_0^t \frac{\partial}{\partial t} f(s, X_s) ds + \int_0^t \frac{\partial}{\partial X_t} f(s, X_s) dX_s + \int_0^t \frac{\partial^2}{\partial X_t^2} f(s, X_s) (dX_s)^2 \quad (7.8)$$

Demostración. La fórmula de Itô se puede deducir¹⁸ al desarrollar la función $f(t, X_t)$ como una serie de Taylor.

Teorema 7.2 (Fórmula de Taylor¹⁹). Sea $f(x_1, x_2, \dots, x_n) : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ continuamente diferenciable en $B_{(x_1, x_2, \dots, x_n)} \in \mathbb{R}^n$. Entonces $\forall (a_1, a_2, \dots, a_n) \in B_{(x_1, x_2, \dots, x_n)}$, la función $f(x_1, x_2, \dots, x_n) \in C^\infty$ satisface la expresión siguiente:

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2, \dots, x_n) &= f(a_1, a_2, \dots, a_n) + \nabla_{x_{k \in \mathbb{N}}}^T f(a_1, a_2, \dots, a_n) dx_{k \in \mathbb{N}} \\ &\quad + \frac{1}{2} dx_{k \in \mathbb{N}}^T \nabla_{x_{k \in \mathbb{N}}}^2 f(a_1, a_2, \dots, a_n) dx_{k \in \mathbb{N}} + \dots \\ &= \sum_{k_0=0}^{\infty} \sum_{k_1=0}^{\infty} \dots \sum_{k_n=0}^{\infty} \frac{\partial^{k_1}}{\partial a_1^{k_1}} \frac{\partial^{k_2}}{\partial a_2^{k_2}} \dots \frac{\partial^{k_n}}{\partial a_n^{k_n}} \frac{f(a_1, a_2, \dots, a_n) (dx_1)^{k_1} (dx_2)^{k_2} \dots (dx_n)^{k_n}}{k_1! \cdot k_2! \dots k_n!} \end{aligned} \quad (7.9)$$

Al aproximar la función $f(t, X_t) \in C^{1,2}$ a través de la fórmula de Taylor hasta términos de segundo orden en dt se obtiene la expresión siguiente:

$$\begin{aligned} f(t, X_t) &= f(0, X_0) + \int_0^t \frac{\partial}{\partial t} f(s, X_s) ds + \int_0^t \frac{\partial}{\partial X_t} f(s, X_s) dX_s \\ &\quad + \frac{1}{2} \left[\int_0^t \frac{\partial^2}{\partial t^2} f(s, X_s) (ds)^2 + 2 \int_0^t \frac{\partial^2}{\partial t \partial X_t} f(s, X_s) (ds) (dX_s) + \int_0^t \frac{\partial^2}{\partial X_t^2} f(s, X_s) (dX_s)^2 \right] \\ &= f(0, X_0) + \int_0^t \frac{\partial}{\partial t} f(s, X_s) ds + \int_0^t \frac{\partial}{\partial X_t} f(s, X_s) dX_s + \int_0^t \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial X_t^2} f(s, X_s) (dX_s)^2 \end{aligned} \quad (7.10)$$

Al considerar los términos de orden dt se obtiene la expresión matemática (7.8). □

Observación. Los términos de orden superior a dt no son considerados en la serie de Taylor. Se puede demostrar que $(dX_t)^2 = dt$, por lo que $(dt)(dX_t) = (dt)^{\frac{3}{2}}$.

¹⁸Para una demostración formal son necesarias algunas definiciones y proposiciones previas.

¹⁹Brook Taylor (1685–1731) matemático inglés.

El código para plantear, demostrar y etiquetar el Teorema 7.1 es el siguiente:

```
\begin{theorem}[Fórmula de \emph{Itô}]
Sea  $f\left(t, X_t\right): \left[0, T\right] \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  una vez
continuamente diferenciable en el primer argumento y dos veces continuamente
diferenciable en el segundo argumento. Entonces  $\forall t \in [0, T]$ , la función
 $f\left(t, X_t\right) \in C^{1,2}$  satisface la expresión siguiente:
\begin{equation}\label{Ito}
f\left(t, X_t\right)=f\left(0, X_0\right)+\int_0^t \frac{\partial}{\partial t} f\left(s, X_s\right) d s+\int_0^t \frac{\partial}{\partial X} f\left(s, X_s\right) d X_s+\int_0^t \frac{\partial^2}{\partial X^2} f\left(s, X_s\right) d\left\langle X, X\right\rangle_s
\end{equation}
\end{theorem}\label{LItO}
\begin{proof}
La fórmula de \emph{Itô} se puede deducir~ \footnote{Para una demostración formal
son necesarias algunas definiciones y proposiciones previas.} al desarrollar
la función  $f\left(t, X_t\right)$  como una serie de \emph{Taylor}.
\begin{theorem}[Fórmula de \emph{Taylor}~ \footnote{\emph{Brook Taylor}
(1685--1731) matemático inglés.}]
Sea  $f\left(x_1, x_2, \dots, x_n\right): \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$  continuamente
diferenciable en  $B_{\left(x_1, x_2, \dots, x_n\right)} \in \mathbb{R}^n$ . Entonces
 $\forall\left(a_1, a_2, \dots, a_n\right) \in B_{\left(x_1, x_2, \dots, x_n\right)}$ , la función
 $f\left(x_1, x_2, \dots, x_n\right) \in C^{\infty}$ 
satisface la expresión siguiente:
\begin{multline}\label{Taylor}
f\left(x_1, x_2, \dots, x_n\right)=f\left(a_1, a_2, \dots, a_n\right)+
\sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k!} \frac{\partial^k}{\partial x_1 \partial x_2 \dots \partial x_n} f\left(a_1, a_2, \dots, a_n\right)
\left(x_1-a_1\right)^k \left(x_2-a_2\right)^k \dots \left(x_n-a_n\right)^k
\end{multline}
\end{theorem}\label{TTaylor}
Al aproximar la función  $f\left(t, X_t\right) \in C^{1,2}$  a través de la fórmula
de \emph{Taylor} hasta términos de segundo orden en  $dt$  se obtiene la expresión
siguiente:
\begin{multline}\label{FITO}
f\left(t, X_t\right)=f\left(0, X_0\right)+\int_0^t \frac{\partial}{\partial t} f\left(s, X_s\right) d s+\int_0^t \frac{\partial}{\partial X} f\left(s, X_s\right) d X_s+\int_0^t \frac{\partial^2}{\partial X^2} f\left(s, X_s\right) d\left\langle X, X\right\rangle_s
\end{multline}
Al considerar los términos de orden  $dt$  se obtiene la expresión
matemática~ \eqref{Ito}.
\end{proof}
```

7.9.3. Entorno gather

Se puede usar para dividir las expresiones matemáticas en renglones que se deben crear a través comando $\backslash$. Cada renglón debe centrar y numerar la expresión matemática. Se puede etiquetar la expresión matemática contenida en cada renglón al utilizar el comando $\backslash\text{label}\{\text{etiqueta}\}$ antes del comando $\backslash$.

Observación. El conjunto de expresiones matemáticas del entorno gather no se debe etiquetar ($\backslash\text{label}\{\text{etiqueta}\}$) y en consecuencia no se debe hacer referencia ($\backslash\text{eqnref}\{\text{etiqueta}\}$) a las expresiones matemáticas como conjunto, solo a cada expresión matemática contenida y etiquetada en cada renglón.

La sintaxis del entorno gather es la siguiente:

```
\begin{gather}
Expresión matemática 1 \label{g1}\\
Expresión matemática 2 \label{g2}\\
...
Expresión matemática m \label{gm}\\
Expresión matemática n \label{gn}
\end{gather}
```

Observación. Al usar el entorno gather²⁰, $\text{\LaTeX}$ debe numerar las expresiones matemáticas de cada renglón, excepto al usar el comando $\backslash\text{notag}$ ²¹.

Ejemplo 49. Plantear y demostrar la proposición siguiente:

Proposición 7.4. Sea $(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P})$ un espacio de probabilidad, A y B dos eventos tales que $A \subseteq B$, entonces $\mathcal{P}(A) \leq \mathcal{P}(B)$.

Demostración.

Por hipótesis $A \subseteq B$, entonces:

$$B = A \cup (B - A) = A \cup (B \cap A^c) \quad (7.11a)$$

$A \cap (B - A) = \emptyset$ y $A \cup (B \cap A^c) = \emptyset$, entonces por el Axioma 3:

$$\mathcal{P}(B) = \mathcal{P}(A) + \mathcal{P}(B - A) = \mathcal{P}(A) + \mathcal{P}(B \cap A^c) \quad (7.11b)$$

Por el Axioma 2: $\mathcal{P}(B - A) \geq 0$ y $\mathcal{P}(B \cap A^c) \geq 0$, entonces:

$$\mathcal{P}(B) - \mathcal{P}(A) = \mathcal{P}(B - A) = \mathcal{P}(B \cap A^c) \geq 0 \quad (7.11c)$$

Por lo cual: $\mathcal{P}(A) \leq \mathcal{P}(B)$. □

²⁰ $\text{\LaTeX}$ no debe numerar las expresiones matemáticas al usar el entorno gather*.

²¹Al usar el comando $\backslash\text{notag}$ en algún renglón, no se debe etiquetar ($\backslash\text{label}\{\text{etiqueta}\}$) la expresión matemática correspondiente.

El código para plantear, demostrar y etiquetar la Proposición 7.4 es el siguiente:

```
\begin{proposition}
Sea  $\left(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P}\right)$  un espacio
de probabilidad,  $A$  y  $B$  dos eventos tales que  $A \subseteq B$ , entonces
 $\mathcal{P}(A) \leq \mathcal{P}(B)$ .
\end{proposition}\label{PAmPB}
\begin{proof}\label{DPAmPB}
\begin{subequations}\label{subgather}
\begin{gather}
\intertext{Por hipótesis  $A \subseteq B$ , entonces:}

$$B = A \cup (B - A) = A \cup (B \cap A^c) \label{B}$$

\intertext{$A \cap (B - A) = \emptyset$ y}

$$\mathcal{P}(B) = \mathcal{P}(A) + \mathcal{P}(B - A)$$


$$\mathcal{P}(B - A) \geq 0$$

\intertext{Por el \ref{MDP2}:  $\mathcal{P}(B - A) \geq 0$  y  $\mathcal{P}(B \cap A^c) \geq 0$ , entonces:}

$$\mathcal{P}(B) - \mathcal{P}(A) = \mathcal{P}(B - A) \geq 0$$

\intertext{Por lo cual:  $\mathcal{P}(A) \leq \mathcal{P}(B)$ .}
\qedhere
\end{gather}
\end{subequations}
\end{proof}
```

El código para plantear, demostrar y etiquetar la Proposición 7.4 utiliza el comando `\intertext` (página 151) para incluir texto en la demostración.

7.9.4. Entorno align

Se puede usar para alinear las expresiones matemáticas en columnas y a través de los renglones que se deben crear a través comando `\`. Para alinear las expresiones matemáticas se debe usar el caracter `&` exactamente antes del símbolo con el que se debe alinear la expresión matemática. [L^AT_EX](#) debe alinear las expresiones matemáticas de cada renglón, previas al caracter `&` a la derecha, con respecto al caracter `&` y alinear las expresiones matemáticas posteriores al símbolo que precede al caracter `&` a la izquierda, con respecto al caracter `&` ([L^AT_EX](#) debe centrar los símbolos que preceden al caracter `&`). [L^AT_EX](#) debe numerar las expresiones matemáticas de cada renglón, excepto al usar el comando `\notag`²². Se puede etiquetar la expresión matemática contenida en cada renglón al utilizar el comando `\label{etiqueta}` antes del comando `\`.

²²Al usar el comando `\notag` en algún renglón, no se debe etiquetar (`\label{etiqueta}`) la expresión matemática correspondiente.

La sintaxis del entorno `align` es la siguiente:

```
\begin{align}
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática \label{a1}\\
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática \label{a2}\\
...
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática \label{am}\\
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática \label{an}
\end{align}
```

Nota 7.7. El entorno `align` puede alinear expresiones matemáticas en dos o más columnas.

Para separar las columnas se deben usar caracteres `&`, adicionales a los caracteres de alineación (para dos columnas se deben usar tres caracteres `&`) para separar las columnas. En general, para n columnas se deben usar $2n - 1$ caracteres `&` (n que deben anteceder a los símbolos con los que se deben alinear las expresiones matemáticas y $n - 1$ para separar las columnas).

Observación. Las expresiones matemáticas del entorno `align` no se deben etiquetar como conjunto y en consecuencia no se debe hacer referencia al conjunto, solo a cada expresión matemática contenida y etiquetada en cada renglón.

Ejemplo 50. Plantear y demostrar la proposición siguiente:

Proposición 7.5. Sea $(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P})$ un espacio de probabilidad, A y B dos eventos tales que $A \subseteq B$, entonces $\mathcal{P}(B - A) = \mathcal{P}(B) - \mathcal{P}(A)$.

Demostración.

Por hipótesis $A \subseteq B$, entonces:

$$B = A \cup (B - A) \qquad B = A \cup (B \cap A^c) \qquad (7.12a)$$

$A \cap (B - A) = \emptyset$ y $A \cup (B \cap A^c) = \emptyset$, entonces por el Axioma 3:

$$\mathcal{P}(B) = \mathcal{P}(A) + \mathcal{P}(B - A) \qquad \mathcal{P}(B) = \mathcal{P}(A) + \mathcal{P}(B \cap A^c) \qquad (7.12b)$$

Por lo cual: $\mathcal{P}(B - A) = \mathcal{P}(B) - \mathcal{P}(A) = \mathcal{P}(B \cap A^c)$. □

El código para plantear y etiquetar la Proposición 7.5 es el siguiente:

```
\begin{proposition}\label{PBmA}
Sea  $\left(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P}\right)$  un espacio de probabilidad,
 $A$  y  $B$  dos eventos tales que  $A \subseteq B$ , entonces  $\mathcal{P}(B - A) = \mathcal{P}(B) - \mathcal{P}(A)$ .
\end{proposition}
```

El código para demostrar y etiquetar la Proposición 7.5 es el siguiente:

```
\begin{proof}\label{DPBmA}
\begin{subequations}\label{subalign}
\begin{align}
\intertext{Por hipótesis  $A \subseteq B$ , entonces:}
B&=A\cup\left(B-A\right)&B&=A\cup\left(B\cap A^c\right)\label{Balign}\\
\intertext{ $A\cap\left(B-A\right)=\emptyset$  y  $A\cup\left(B\cap A^c\right)$  \\
 $\right)=\emptyset$ , entonces por el \ref{MDP3}:}
\mathcal{P}\left(B\right)&=\mathcal{P}\left(A\right)+\mathcal{P} \\
\left(B-A\right)&\mathcal{P}\left(B\right)&=\mathcal{P}\left(A\right)+ \\
\mathcal{P}\left(B\cap A^c\right)\label{PBalign}
\end{align}
\end{subequations}
\end{proof}
```

El código para demostrar la Proposición 7.5 utiliza el comando `\intertext` (página 151) para incluir texto en la demostración.

7.9.5. Entorno flalign

Se puede usar para dividir y alinear las expresiones matemáticas utilizando el ancho total del cuerpo del documento. [L^AT_EX](#) debe distribuir proporcionalmente el espacio entre las columnas.

Observación. Es una variante del entorno align.

Se puede usar para dividir las expresiones matemáticas en renglones que se deben crear a través comando `\`. Para alinear las expresiones matemáticas se debe usar el caracter `&` exactamente antes del símbolo con el que se debe alinear la expresión matemática. [L^AT_EX](#) debe alinear las expresiones matemáticas de cada renglón previas al caracter `&` a la derecha, con respecto al caracter `&` y alinear las expresiones matemáticas posteriores al símbolo que precede al caracter `&` a la izquierda, con respecto al caracter `&` ([L^AT_EX](#) debe centrar los símbolos que preceden al caracter `&`). [L^AT_EX](#) debe numerar las expresiones matemáticas de cada renglón, excepto al usar el comando `\notag`²³. Se puede etiquetar la expresión matemática contenida en cada renglón al utilizar el comando `\label{etiqueta}` antes del comando `\`.

La sintaxis del entorno flalign es la siguiente:

```
\begin{flalign}
Expresión matemática & símbolo Expresión matemática \label{fla1}\\
Expresión matemática & símbolo Expresión matemática \label{fla2}\\
...
Expresión matemática & símbolo Expresión matemática \label{flam}\\
Expresión matemática & símbolo Expresión matemática \label{flan}
\end{flalign}
```

²³Al usar el comando `\notag` en algún renglón, no se debe etiquetar (`\label{etiqueta}`) la expresión matemática correspondiente.

Nota 7.8. El entorno `flalign` puede alinear expresiones matemáticas en dos o más columnas.

Para separar las columnas se deben usar caracteres `&`, adicionales a los caracteres de alineación. En general, para n columnas se deben usar $2n - 1$ caracteres `&` (n que deben anteceder a los símbolos con los que se deben alinear las expresiones matemáticas y $n - 1$ para separar las columnas).

Observación. El conjunto de las expresiones matemáticas del entorno `flalign` no se debe etiquetar y en consecuencia no se debe hacer referencia al conjunto, solo a cada expresión matemática contenida y etiquetada en cada renglón.

Ejemplo 51. Plantear y demostrar la proposición siguiente:

Proposición 7.6. Sea $(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P})$ un espacio de probabilidad y A un evento, entonces:

$$0 \leq \mathcal{P}(A) \leq 1 \quad (7.13)$$

Demostración.

$A \subseteq \Omega$, entonces:

Por la Proposición 7.4 $\mathcal{P}(A) \leq \mathcal{P}(\Omega)$

Por el Axioma 1: $\mathcal{P}(A) \leq 1 \quad (7.14a)$

Por el Axioma 2: $0 \leq \mathcal{P}(A) \quad (7.14b)$

Por lo cual, de la expresión matemática (7.14) se obtiene la expresión matemática (7.13) $\square$

Nota 7.9. La expresión matemática (7.14) está constituida por las expresiones matemáticas (7.14a) y (7.14b).

El código para plantear, demostrar, etiquetar y referenciar la Proposición 7.6 es el siguiente:

```
\begin{proposition}\label{MNormada}
Sea  $\left(\Omega, \mathcal{F}, \mathcal{P}\right)$  un espacio de probabilidad
y  $A$  un evento, entonces:
\begin{equation}\label{Mnormada}
0 \leq \mathcal{P}\left(A\right) \leq 1
\end{equation}
\end{proposition}

\begin{proof}
\begin{subequations}\label{subflalign}
\begin{flalign}
\intertext{$A \subseteq \Omega$, entonces:}
&\text{Por la \ref{PAmPB}}\&
\mathcal{P}\left(A\right) \leq \mathcal{P}\left(\Omega\right) \&\notag\&
&\text{Por el \ref{MDP1}:}\&
\mathcal{P}\left(A\right) \leq 1 \&\label{PAm1}\&
&\text{Por el \ref{MDP2}:}\&0 \leq \mathcal{P}\left(A\right) \&\label{OmPA}
\end{flalign}
\end{subequations}
\text{Por lo cual, de la expresión matemática \eqref{subflalign} se obtiene}
la expresión matemática \eqref{Mnormada}
\end{proof}
```

El código para demostrar la Proposición 7.6 utiliza el comando `\intertext` (página 151) para incluir texto en la demostración.

Al usar el entorno `flalign`, [L^AT_EX](#) debe utilizar el ancho total del cuerpo del documento.

Observación. El código para plantear, demostrar, etiquetar y referenciar la Proposición 7.6 utiliza tres columnas (la última columna está en blanco) ya que [L^AT_EX](#) debe utilizar la totalidad del ancho del cuerpo del documento.

La demostración alternativa de la Proposición 7.6 se presenta a continuación:

Demostración.

$A \subseteq \Omega$, entonces:

Por la Proposición 7.4

$$\mathcal{P}(A) \leq \mathcal{P}(\Omega)$$

Por el Axioma 1:

$$\mathcal{P}(A) \leq 1$$

Por el Axioma 2:

$$0 \leq \mathcal{P}(A)$$

Por lo cual: $0 \leq \mathcal{P}(A) \leq 1$.

□

El código de la demostración alternativa de la Proposición 7.6 es el siguiente:

```
\begin{proof}
\begin{subequations}\label{subflalign1}
\begin{flalign*}
\intertext{\$A\subseteq \Omega$, entonces:}
&\text{Por la \propositionname~ \ref{PAmPB}}\&
\mathcal{P}\left(A\right)\leq \mathcal{P}\left(\Omega\right)\&
&\text{Por el \ref{MDP1}}:\&
\mathcal{P}\left(A\right)\leq 1\&
&\text{Por el \ref{MDP2}}:\&0\leq\mathcal{P}\left(A\right)
\end{flalign*}
\text{Por lo cual: }0\leq\mathcal{P}\left(A\right)\leq 1\$}
\end{subequations}
\end{proof}
```

El código alternativo utilizado para demostrar la Proposición 7.6 utiliza el comando `\intertext` (página 151) para incluir texto en la demostración.

7.9.6. Entorno aligned

Se puede usar para alinear expresiones matemáticas de forma independiente, las cuales pueden estar ubicadas unas a lado de otras. Para alinear las expresiones matemáticas se debe usar el caracter `&` exactamente antes del símbolo con el que se debe alinear la expresión matemática. Los renglones se deben crear a través comando `\\`.

Nota 7.10. El entorno `aligned` se debe usar dentro del entorno `equation`, por lo cual adquiere la numeración estándar del entorno. Para omitir la numeración se puede usar el entorno `equation*`.

La sintaxis del entorno `aligned` es la siguiente:

```
\begin{equation}\label{ecuacion}
\begin{aligned}[align]
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática\\
...
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática\\
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática
\end{aligned}
\begin{aligned}[align]
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática\\
...
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática
\end{aligned}
\end{equation}
```

$\text{\LaTeX}$ debe centrar verticalmente las expresiones matemáticas, excepto al usar las opciones `t` (*top*) o `b` (*bottom*) en el argumento opcional `align`, para alinear y numerar las expresiones matemáticas en la parte superior del despliegue o para alinear y numerar las expresiones matemáticas en la parte inferior del despliegue, respectivamente. $\text{\LaTeX}$ debe numerar el conjunto de expresiones matemáticas y no cada expresión matemática del conjunto.

Observación. Para alinear las expresiones matemáticas y crear los renglones la sintaxis del entorno `aligned` es igual a la del entorno `align`, excepto que no se debe etiquetar cada una de las expresiones matemáticas.

Ejemplo 52. Definir el factorial y el coeficiente binomial.

Definición 7.7 (Factorial). Para todo $n \in \mathbb{R}$ se tiene que:

$$n! = \prod_{k=1}^n k = n \cdot (n-1) \cdots 2 \cdot 1 \text{ cuando } n \in \mathbb{N}$$

$$n! = \begin{cases} n \cdot (n-1)! & \text{cuando } n \in \mathbb{N} \\ 1 & \text{cuando } n = 0 \end{cases} \quad (7.16)$$

$$n! = \int_0^{\infty} t^n e^{-t} dt = \Gamma(n+1) \text{ cuando } n \in \mathbb{R}$$

Definición 7.8 (Coeficiente binomial). Sean $n \in \mathbb{R}$ y $k \in \mathbb{Z}$ entonces:

$$\binom{n}{k} = \begin{cases} \frac{n \cdot (n-1) \cdots (n-k+1)}{k!} & \text{cuando } k > 0 \\ 1 & \text{cuando } k = 0 \\ 0 & \text{cuando } k < 0 \end{cases} \quad (7.17)$$

$$\binom{n}{k} = \begin{cases} \binom{n}{n-k} = \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!} & \text{cuando } n \in \mathbb{Z}^+ \text{ y } 0 \leq k \leq n \\ 0 & \text{cuando } n \in \mathbb{Z}^+ \text{ y } n < k \end{cases}$$

El código para definir el factorial es el siguiente:

```
\begin{definition}[Factorial]\label{Factorial}
Para todo  $n \in \mathbb{R}$  se tiene que:
\begin{equation}\label{factorial}
\begin{split}
n! &= \prod_{k=1}^n k = n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1 \\
\text{cuando } n \in \mathbb{N} \\
n! &= \left\{ \begin{aligned}
&n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot 1 & \text{cuando } n \in \mathbb{N} \\
&1 & \text{cuando } n = 0
\end{aligned} \right. \\
&\Gamma(n+1) \text{ cuando } n \in \mathbb{R}
\end{split}
\end{equation}
\end{definition}
```

Nota 7.11. El código de la Definición 7.7 (página 146) utiliza el entorno `split` (página 149) para que al definir el factorial como un producto, como una función recursiva y como la función *Gamma*; [L^AT_EX](#) permita utilizar las tres expresiones matemáticas en el entorno `equation`.

El entorno `aligned` permite alinear a la izquierda, con respecto a la llave que precede al entorno, la expresión matemática para definir el factorial como una función recursiva.

El código para definir el coeficiente binomial es el siguiente:

```
\begin{definition}[Coeficiente binomial]\label{CB}
Sean  $n \in \mathbb{R}$  y  $k \in \mathbb{Z}$  entonces:
\begin{equation}\label{cb}
\begin{split}
\text{binom}\{n\}\{k\} &= \left\{ \begin{aligned}
&\frac{n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1)}{k!} & \text{cuando } k > 0 \\
&1 & \text{cuando } k = 0 \\
&0 & \text{cuando } k < 0
\end{aligned} \right. \\
&\text{binom}\{n\}\{k\} = \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!} & \text{cuando } n \in \mathbb{Z}^+, \text{ y } 0 \leq k \leq n \\
&0 & \text{cuando } n \in \mathbb{Z}^+, \text{ y } n < k
\end{split}
\end{equation}
\end{definition}
```

El entorno `aligned` permite alinear a la izquierda, con respecto a la llave que precede al entorno, la expresión matemática para definir el coeficiente binomial para los casos:

1. $n \in \mathbb{R}$ y $k \in \mathbb{Z}$.
2. $n, k \in \mathbb{Z}^+$.

Nota 7.12. El código de la Definición 7.8 (página 146) utiliza el entorno `split` (página 149) para que al definir el coeficiente binomial, $\text{\LaTeX}$ permita utilizar las dos expresiones matemáticas en el entorno `equation`.

7.9.7. Entorno `gathered`

Se puede usar para centrar horizontalmente expresiones matemáticas de forma independiente, las cuales pueden estar ubicadas unas a lado de otras. Para crear los renglones se debe usar el comando `\\`.

Nota 7.13. El entorno `gathered` se debe usar dentro del entorno `equation`, por lo cual adquiere la numeración estándar del entorno. Para omitir la numeración se puede usar el entorno `equation*`.

La sintaxis del entorno `gathered` es la siguiente:

```
\begin{equation}\label{ecuacion}
\begin{gathered}[alinear]
Expresión matemática\\
...
Expresión matemática\\
Expresión matemática
\end{gathered}
\begin{gathered}[alinear]
Expresión matemática\\
...
Expresión matemática\\
Expresión matemática
\end{gathered}
\end{equation}
```

$\text{\LaTeX}$ debe centrar verticalmente las expresiones matemáticas, excepto al usar las opciones `t` (*top*) o `b` (*bottom*) en el argumento opcional `alinear`, para alinear y numerar las expresiones matemáticas en la parte superior del despliegue o para alinear y numerar las expresiones matemáticas en la parte inferior del despliegue, respectivamente. $\text{\LaTeX}$ debe numerar el conjunto de expresiones matemáticas y no cada expresión matemática del conjunto.

Observación. La sintaxis para centrar horizontalmente las expresiones matemáticas con el entorno `gathered` es igual a la sintaxis del entorno `gather` (página 140).

Ejemplo 53. Enunciar el teorema del binomio.

Teorema 7.3 (Teorema del binomio). Sean $x, n \in \mathbb{R}$, entonces:

$$(1+x)^n = \begin{cases} \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k & \text{cuando } n \in \mathbb{Z}^+ \\ \sum_{k=0}^{\infty} \binom{n}{k} x^k & \text{cuando } |x| < 1 \end{cases} \quad (7.18)$$

El código para enunciar el Teorema del binomio (Teorema 7.3) es el siguiente:

```
\begin{theorem}[Teorema del binomio]\label{Binomio}
Sean  $x, n \in \mathbb{R}$ , entonces:
\begin{equation}\label{tb}
\begin{split}
\left(1+x\right)^n&=\left\lbrack\begin{gathered}
\sum_{k=0}^n\binom{n}{k}x^k\quad\text{cuando } n\in\mathbb{Z}^+\backslash[0.3cm]
\sum_{k=0}^{\infty}\binom{n}{k}x^k\quad\text{cuando } |x|<1
\end{gathered}
\right.
\end{split}
\end{equation}
\right.
\end{split}
\end{theorem}
```

Nota 7.14. El código para enunciar el Teorema del binomio (Teorema 7.3) utiliza el entorno `split` (página 149) para que al definir el binomio, [L^AT_EX](#) permita utilizar las dos expresiones matemáticas en el entorno `equation`.

7.9.8. Entorno `split`

Se puede usar para alinear expresiones matemáticas. Para alinear las expresiones matemáticas se debe usar el caracter `&` exactamente antes del símbolo con el que se desea alinear las expresiones matemáticas. Los renglones se deben crear a través comando `\\`.

Nota 7.15. El entorno `split` ²⁴ se debe usar dentro de los entornos `equation` o `align`, por lo cual adquiere la numeración estándar del entorno. Para omitir la numeración se pueden usar los entornos `equation*` o `align*`.

²⁴El objetivo del entorno `split` es alinear el conjunto de expresiones matemáticas y numerar el conjunto en su totalidad y no cada expresión matemática, por lo cual no existe el entorno `split*`.

La sintaxis del entorno `split` es la siguiente:

```
\begin{equation}\label{ecuaciones}
\begin{split}
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática \\
...
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática \\
Expresión matemática & \& símbolo Expresión matemática \\
\end{split}
\end{equation}
```

$\text{\LaTeX}$ debe numerar el conjunto de expresiones matemáticas y no cada expresión matemática del conjunto. Para numerar cada expresión matemática se puede usar el `split` en el entorno `align`.

Observación. La sintaxis para alinear las expresiones matemáticas con el entorno `split` es igual a la sintaxis del entorno `align`.

Ejemplo 54. Enunciar el teorema del binomio de *Newton*.

Teorema 7.4 (Teorema del binomio de *Newton*). Sean $a, b, n \in \mathbb{R}$, entonces:

$$(a+b)^n = \begin{cases} \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} a^k b^{n-k} & \text{cuando } n \in \mathbb{Z}^+ \\ \sum_{k=0}^{\infty} \binom{n}{k} a^k b^{n-k} \end{cases} \quad (7.19)$$

El código para enunciar el Teorema del binomio de *Newton* (Teorema 7.4) es el siguiente:

```
\begin{theorem}[Teorema del binomio de \emph{Newton}]\label{BinomioNewton}
Sean  $a, b, n \in \mathbb{R}$ , entonces:
\begin{equation}\label{tbn}
\begin{split}
\left(a+b\right)^n&=\left\lbrace
\begin{aligned}
&\sum_{k=0}^n\binom{n}{k}a^kb^{n-k} \& \\
&\text{cuando } n \in \mathbb{Z}^+ \\
&\sum_{k=0}^{\infty}\binom{n}{k}a^kb^{n-k}
\end{aligned}
\end{split}
\right.
\end{equation}
\end{theorem}
```

7.9.9. Anexar texto en las expresiones matemáticas (comando `\intertext`)

En los entornos ²⁵ para alinear expresiones matemáticas se puede insertar texto al utilizar el comando `\intertext{objeto}` después del comando `\.`

Observación. El argumento obligatorio `objeto` debe contener texto, puede contener referencias y expresiones matemáticas.

Ejemplo 55. Definir y etiquetar la estructura con el rótulo Medida de probabilidad con las expresiones matemáticas, centradas y numeradas con los rótulos Axioma 1, Axioma 2 y Axioma 3.

Definición 7.9 (Medida de probabilidad). Sea $(\Omega, \mathcal{F})$ un espacio medible. $\mathcal{P} : \mathcal{F} \rightarrow [0, 1]$ satisface los postulados siguientes:

$$\mathcal{P}(\Omega) = 1 \quad (\text{Axioma 1})$$

$$\mathcal{P}(A) \geq 0 \quad \forall A \in \mathcal{F} \quad (\text{Axioma 2})$$

Si $A_k \in \mathcal{F} \quad \forall k \in \mathbb{N}$ tal que $A_{i \in \mathbb{N}} \cap A_{j \in \mathbb{N}} = \emptyset \quad \forall i \neq j$, entonces:

$$\mathcal{P}\left(\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k\right) = \sum_{k=1}^{\infty} \mathcal{P}(A_k) \quad (\text{Axioma 3})$$

Nota 7.16. *Andrey Nikolaevich Kolmogorov* (1903–1987) estableció el Axioma 1, el Axioma 2 y el Axioma 3 de la Definición 7.9 en el año 1933.

El código para definir la estructura Medida de probabilidad es el siguiente:

```
\begin{definition}[Medida de probabilidad]\label{MP}
Sea  $\left(\Omega, \mathcal{F}\right)$  un espacio medible.
 $\mathcal{P} : \mathcal{F} \rightarrow [0, 1]$  satisface
los postulados siguientes:
\begin{align}
\mathcal{P}(\Omega) &= 1 \tag{Axioma 1}\label{MDP1}\[2mm]
\mathcal{P}(A) &\geq 0; \forall A \in \mathcal{F} \tag{Axioma 2}\label{MDP2}\[2mm]
\intertext{Si  $A_k \in \mathcal{F}$  para todo  $k \in \mathbb{N}$  tal que}
 $A_{i \in \mathbb{N}} \cap A_{j \in \mathbb{N}} = \emptyset; \forall i \neq j$ , entonces:}
\mathcal{P}\left(\bigcup_{k=1}^{\infty} A_k\right) &= \sum_{k=1}^{\infty} \mathcal{P}(A_k) \tag{Axioma 3}\label{MDP3}
\end{align}
\label{MedidaDeProbabilidad}
\end{definition}

\note{\emph{Andrey Nikolaevich Kolmogorov} (1903--1987) estableció el
\ref{MDP1}, el \ref{MDP2} y el \ref{MDP3} de la \definitionname~
\ref{MP} en el año~ 1933.}
```

²⁵El comando `\intertext` no es aceptado en los entornos `aligned` y `gathered`.

La Definición 7.9 es equivalente a la Definición 7.5 que se encuentra en la página 129.

Observación. El entorno `align` debe numerar de forma automática las ecuaciones, se puede usar el comando `\tag{etiqueta}` para forzar la numeración con el contenido del argumento obligatorio `etiqueta`.

Las expresiones matemáticas para definir Medida de probabilidad se pueden desplegar, etiquetar y referenciar al usar el código alternativo siguiente:

```
\[\mathcal{P}\left(\Omega\right) =1 \tag{Axioma 1}\label{MDP1A}\]
\[\mathcal{P}\left(A\right)\geq 0\;;\forall A\in\mathcal{F}
\tag{Axioma 2}\label{MDP2A}\]
Si  $A_k\in\mathcal{F}\;;\forall k\in\mathbb{N}$  tal que  $A_i\cap A_j=\emptyset\;;\forall i\neq j$ , entonces:
\[\mathcal{P}\left(\bigcup\limits_{k=1}^{\infty}A_k\right)=
\sum\limits_{k=1}^{\infty}\mathcal{P}\left(A_k\right)
\tag{Axioma 3}\label{MDP3A}\]
```

Nota 7.17. El entorno `displaymath` no debe numerar las ecuaciones, los usuarios pueden usar el comando `\tag{etiqueta}` para forzar la numeración con el contenido del argumento obligatorio `etiqueta`. No se recomienda usar el código anterior ya que se rompen las reglas de separación y alineación.

7.10. Escribir símbolos matemáticos en $\text{\LaTeX}$

El lenguaje matemático, además de las estructuras y de las reglas de inferencia, necesita de un conjunto de símbolos para poder expresar las propiedades de los objetos abstractos y sus relaciones.

Cada símbolo codifica la información y la notación tiene una sintaxis estricta para reducir las estructuras internas del lenguaje formal.

En $\text{\LaTeX}$ ²⁶, los símbolos matemáticos ordinarios²⁷ se pueden clasificar de la forma siguiente:

1. Operadores.
2. Puntuación.
3. Delimitadores.
4. Acentos.

²⁶En www.ctan.org/tex-archive/info/symbols/comprehensive/symbols-letter.pdf (*The Comprehensive $\text{\LaTeX}$ Symbol List*) que incluye los símbolos y notaciones necesarias para escribir expresiones matemáticas.

²⁷Se deben escribir en el modo matemático (página 131).

7.10.1. Operador

Símbolo matemático que indica que se debe realizar alguna operación específica sobre ciertos operandos ²⁸.

7.10.2. Operadores de relación binaria

Los operadores de relación binaria ($\text{\LaTeX 2}_\epsilon$) más utilizados son los siguientes:

SÍMBOLO	COMANDO	SÍMBOLO	COMANDO
$\approx$	<code>\approx</code>	$\cong$	<code>\cong</code>
$\doteq$	<code>\doteq</code>	$\Downarrow$	<code>\Downarrow</code>
$\downarrow$	<code>\downarrow</code>	$\equiv$	<code>\equiv</code>
$\geq$	<code>\geq</code> o <code>\ge</code>	$\in$	<code>\in</code>
$\Leftarrow$	<code>\Leftarrow</code>	$\leftarrow$	<code>\leftarrow</code>
$\leftrightarrow$	<code>\leftrightarrow</code>	$\Leftrightarrow$	<code>\Leftrightarrow</code>
$\leq$	<code>\leq</code> o <code>\le</code>	$ $	<code>\mid</code>
$\nearrow$	<code>\nearrow</code>	$\nwarrow$	<code>\nwarrow</code>
$\parallel$	<code>\parallel</code>	$\perp$	<code>\perp</code>
$\rightarrow$	<code>\rightarrow</code>	$\Rightarrow$	<code>\Rightarrow</code>
$\searrow$	<code>\searrow</code>	$\sim$	<code>\sim</code>
$\simeq$	<code>\simeq</code>	$\subset$	<code>\subset</code>
$\subseteq$	<code>\subseteq</code>	$\supset$	<code>\supset</code>
$\supseteq$	<code>\supseteq</code>	$\swarrow$	<code>\swarrow</code>
$\Uparrow$	<code>\Uparrow</code>	$\uparrow$	<code>\uparrow</code>
$\updownarrow$	<code>\updownarrow</code>	$\Updownarrow$	<code>\Updownarrow</code>

Tabla 7.5: Operadores de relación binaria ($\text{\LaTeX 2}_\epsilon$) más utilizados

Observación. Los símbolos matemáticos $=$, $+$, $-$, $/$, $<$ y $>$ se pueden escribir en modo texto y como símbolos matemáticos ordinarios (`=`, `+`, `-`, `/`, `<` y `>`).

La negación del operador de relación binaria $=$ (`=`) ²⁹ es $\neq$ (`\neq`) y la negación del operador de relación binaria $\in$ es $\notin$ (`\notin`).

Nota 7.18. Para negar el significado de los símbolos de la Tabla 7.5 se puede anteponer el comando `\not` al comando correspondiente.

²⁸Argumentos de un operador.

²⁹Símbolo matemático ordinario.

La negación del significado de algunos de los operadores de relación binaria más utilizados se muestran en la Tabla 7.6:

SÍMBOLO	COMANDO	SÍMBOLO	COMANDO
$\not\approx$	<code>\not\approx</code>	$\not\cong$	<code>\not\cong</code>
$\not\equiv$	<code>\not\equiv</code>	$\not\equiv$	<code>\not\equiv</code>
$\not\geq$	<code>\not\geq</code> o <code>\not\ge</code>	$\not\in$	<code>\not\in</code>
$\not\leftarrow$	<code>\not\leftarrow</code>	$\not\rightarrow$	<code>\not\rightarrow</code>
$\not\leftrightarrow$	<code>\not\leftrightarrow</code>	$\not\leftrightarrow$	<code>\not\leftrightarrow</code>
$\not\leq$	<code>\not\leq</code> o <code>\not\le</code>	$\not\mid$	<code>\not\mid</code>
$\not\parallel$	<code>\not\parallel</code>	$\not\perp$	<code>\not\perp</code>
$\not\rightarrow$	<code>\not\rightarrow</code>	$\not\rightarrow$	<code>\not\rightarrow</code>
$\not\sim$	<code>\not\sim</code>	$\not\sim$	<code>\not\sim</code>
$\not\subset$	<code>\not\subset</code>	$\not\subset$	<code>\not\subset</code>
$\not\supset$	<code>\not\supset</code>	$\not\supset$	<code>\not\supset</code>

Tabla 7.6: Negación de los operadores de relación binaria ($\text{\LaTeX}$ 2 ϵ) más utilizados (comando `\not`)

Los operadores de relación binaria del paquete $\mathcal{AMS}$ ³⁰ más utilizados son los siguientes:

SÍMBOLO	COMANDO	SÍMBOLO	COMANDO
$\approx$	<code>\approx</code>	$\circleftarrow$	<code>\circleftarrow</code>
$\circrightarrow$	<code>\circrightarrow</code>	$\curvearrowleft$	<code>\curvearrowleft</code>
$\curvearrowright$	<code>\curvearrowright</code>	$\eqslantgtr$	<code>\eqslantgtr</code>
$\eqslantless$	<code>\eqslantless</code>	$\geqq$	<code>\geqq</code>
$\geqslant$	<code>\geqslant</code>	$\gtrapprox$	<code>\gtrapprox</code>
$\gtrsim$	<code>\gtrsim</code>	$\leftrightsquigarrow$	<code>\leftrightsquigarrow</code>
$\leqq$	<code>\leqq</code>	$\leqslant$	<code>\leqslant</code>
$\lessapprox$	<code>\lessapprox</code>	$\lesssim$	<code>\lesssim</code>
$\rightsquigarrow$	<code>\rightsquigarrow</code>	$\subseteq$	<code>\subseteq</code>
$\supseteq$	<code>\supseteq</code>	$\therefore$	<code>\therefore</code>
$\thickapprox$	<code>\thickapprox</code>	$\thicksim$	<code>\thicksim</code>

Tabla 7.7: Operadores de relación binaria ($\mathcal{AMS}$) más utilizados

Nota 7.19. Para negar el significado de los símbolos de la Tabla 7.7 se puede anteponer el comando `\not` al comando correspondiente.

³⁰Es necesario utilizar el paquete `amssymb` (`\usepackage{amssymb}`) para definir los símbolos y fuentes utilizados por la *American Mathematical Society* ($\mathcal{AMS}$).

La negación del significado de algunos de los operadores de relación binaria más utilizados se muestran en la Tabla 7.8.

SÍMBOLO	COMANDO	SÍMBOLO	COMANDO
$\approx$	<code>\gnapprox</code>	$\gtrless$	<code>\gneq</code>
$\neq$	<code>\gneqq</code>	$\gtrsim$	<code>\gnsim</code>
$\napprox$	<code>\gvertneqq</code>	$\lnapprox$	<code>\lnapprox</code>
$\lneq$	<code>\lneq</code>	$\lneqq$	<code>\lneqq</code>
$\lnsim$	<code>\lnsim</code>	$\lvertneqq$	<code>\lvertneqq</code>
$\ncong$	<code>\ncong</code>	$\ngeq$	<code>\ngeq</code>
$\ngeqq$	<code>\ngeqq</code>	$\ngeqslant$	<code>\ngeqslant</code>
$\ngtr$	<code>\ngtr</code>	$\nleftarrow$	<code>\nleftarrow</code>
$\nLeftarrow$	<code>\nLeftarrow</code>	$\nleftrightarrow$	<code>\nleftrightarrow</code>
$\nLeftrightarrow$	<code>\nLeftrightarrow</code>	$\nrightarrow$	<code>\nrightarrow</code>
$\nRightarrow$	<code>\nRightarrow</code>	$\nleq$	<code>\nleq</code>
$\nleqq$	<code>\nleqq</code>	$\nleqslant$	<code>\nleqslant</code>
$\nless$	<code>\nless</code>	$\nparallel$	<code>\nparallel</code>
$\nsim$	<code>\nsim</code>	$\nsubseteq$	<code>\nsubseteq</code>
$\nsubseteq$	<code>\nsubseteq</code>	$\nsupseteq$	<code>\nsupseteq</code>
$\subsetneq$	<code>\subsetneq</code>	$\subseteq$	<code>\subseteq</code>
$\supsetneq$	<code>\supsetneq</code>	$\supseteq$	<code>\supseteq</code>
$\varsubsetneq$	<code>\varsubsetneq</code>	$\varsubseteq$	<code>\varsubseteq</code>
$\varsupsetneq$	<code>\varsupsetneq</code>	$\varsupseteq$	<code>\varsupseteq</code>

Tabla 7.8: Negación de los operadores de relación binaria ($\mathcal{AMS}$) más utilizados

7.10.3. Operadores binarios

Los operadores binarios ($\text{\LaTeX 2}_{\epsilon}$) más utilizados son los siguientes:

SÍMBOLO	COMANDO	SÍMBOLO	COMANDO
$*$	<code>\ast</code>	$\bullet$	<code>\bullet</code>
$\cap$	<code>\cap</code>	$\cdot$	<code>\cdot</code>
$\circ$	<code>\circ</code>	$\cup$	<code>\cup</code>
$\diamond$	<code>\diamond</code>	$\div$	<code>\div</code>
$\mp$	<code>\mp</code>	$\otimes$	<code>\otimes</code>
$\pm$	<code>\pm</code>	$\setminus$	<code>\setminus</code>
$\star$	<code>\star</code>	$\times$	<code>\times</code>
$\vee$	<code>\vee</code> o <code>\lor</code>	$\wedge$	<code>\wedge</code> o <code>\land</code>

Tabla 7.9: Los operadores binarios más utilizados

Los operadores binarios ($\mathcal{AMS}$) más utilizados son los siguientes:

SÍMBOLO	COMANDO	SÍMBOLO	COMANDO
$\bar{\wedge}$	<code>\barwedge</code>	$\boxdot$	<code>\boxdot</code>
$\boxminus$	<code>\boxminus</code>	$\boxplus$	<code>\boxplus</code>
$\boxtimes$	<code>\boxtimes</code>	$\cdot$	<code>\centerdot</code>
$\div$	<code>\divideontimes</code>	$\veebar$	<code>\veebar</code>

Tabla 7.10: Los operadores binarios ($\mathcal{AMS}$) más utilizados

7.10.4. Miscelánea de símbolos matemáticos

Al escribir Matemáticas a través del lenguaje formal son necesarios los símbolos matemáticos que permiten expresar las propiedades y las relaciones de los objetos abstractos, por lo cual $\text{\LaTeX 2}_{\epsilon}$ tiene la miscelánea siguiente:

SÍMBOLO	COMANDO	SÍMBOLO	COMANDO
$\aleph$	<code>\aleph</code>	$\angle$	<code>\angle</code>
$\backslash$	<code>\backslash</code>	$\clubsuit$	<code>\clubsuit</code>
$\diamond$	<code>\diamondsuit</code>	$\emptyset$	<code>\emptyset</code>
$\exists$	<code>\exists</code>	$\flat$	<code>\flat</code>
$\forall$	<code>\forall</code>	$\heartsuit$	<code>\heartsuit</code>
$\imath$	<code>\imath</code>	$\in$	<code>\in</code>
∞	<code>\infty</code>	∇	<code>\nabla</code>
$\natural$	<code>\natural</code>	∂	<code>\partial</code>
$\prime$	<code>\prime</code>	$\sharp$	<code>\sharp</code>
$\spadesuit$	<code>\spadesuit</code>	$\triangle$	<code>\triangle</code>

Tabla 7.11: Miscelánea de símbolos matemáticos ($\text{\LaTeX 2}_{\epsilon}$) más utilizados

La *American Mathematical Society* ($\mathcal{AMS}$) tiene la miscelánea siguiente:

SÍMBOLO	COMANDO	SÍMBOLO	COMANDO
$\backprime$	<code>\backprime</code>	$\Bbbk$	<code>\Bbbk</code>
$\bigstar$	<code>\bigstar</code>	$\blacklozenge$	<code>\blacklozenge</code>
$\blacksquare$	<code>\blacksquare</code>	$\circledR$	<code>\circledR</code>
$\circledS$	<code>\circledS</code>	$\lozenge$	<code>\lozenge</code>
$\measuredangle$	<code>\measuredangle</code>	$\mho$	<code>\mho</code>
$\nexists$	<code>\nexists</code>	$\sphericalangle$	<code>\sphericalangle</code>
$\square$	<code>\square</code>	$\varnothing$	<code>\varnothing</code>

Tabla 7.12: Miscelánea de símbolos matemáticos ($\mathcal{AMS}$) más utilizados

7.10.5. Funciones matemáticas predefinidas

En el lenguaje formal de las Matemáticas hay funciones para indicar que se debe realizar alguna operación específica, por lo cual $\text{\LaTeX}$ tiene los operadores predefinidos siguientes:

OPERADOR	COMANDO	OPERADOR	COMANDO
arc cos	$\backslash\text{arccos}$	arcsin	$\backslash\text{arcsin}$
arctan	$\backslash\text{arctan}$	arg	$\backslash\text{arg}$
cos	$\backslash\text{cos}$	cosh	$\backslash\text{cosh}$
cot	$\backslash\text{cot}$	coth	$\backslash\text{coth}$
csc	$\backslash\text{csc}$	deg	$\backslash\text{deg}$
det	$\backslash\text{det}$	dim	$\backslash\text{dim}$
exp	$\backslash\text{exp}$	hom	$\backslash\text{hom}$
ínf	$\backslash\text{inf}$	ker	$\backslash\text{ker}$
lím	$\backslash\text{lim}$	líminf	$\backslash\text{liminf}$
lím sup	$\backslash\text{limsup}$	ln	$\backslash\text{ln}$
log	$\backslash\text{log}$	máx	$\backslash\text{max}$
mín	$\backslash\text{min}$	Pr	$\backslash\text{Pr}$
sec	$\backslash\text{sec}$	sin	$\backslash\text{sin}$
sinh	$\backslash\text{sinh}$	sup	$\backslash\text{sup}$
tan	$\backslash\text{tan}$	tanh	$\backslash\text{tanh}$

Tabla 7.13: Funciones predefinidas ($\text{\LaTeX 2}_{\epsilon}$)

Nota 7.20. Los operadores predefinidos de la Tabla 7.13 se deben imprimir con tipografía romana ($\text{\rmfamily}$) y con el espacio horizontal, previo y posterior, adecuado. Al usar el paquete `babel` con la opción `spanish` ($\text{\usepackage[spanish]{babel}}$) algunos operadores deben aparecer con acento (ínf, lím, líminf, lím sup, máx y mín) y existen algunos operadores en español ($\backslash\text{arcsen}$, $\backslash\text{arctg}$, $\backslash\text{sen}$, $\backslash\text{senh}$, $\backslash\text{tg}$ y $\backslash\text{tgh}$).

Ejemplo 56. Si $b^a = n$, donde $b, n > 0$ y $b \neq 1$, entonces:

$$a = \log_b(n) \quad (7.20a)$$

Por lo cual se tienen las propiedades siguientes:

Si $x, y, z > 0$, entonces:

$$\log_b(x \cdot y \cdot z) = \log_b(x) + \log_b(y) + \log_b(z) \quad (7.20b)$$

Si $x, y > 0$, entonces:

$$\log_b\left(\frac{x}{y}\right) = \log_y(m) - \log_b(n) \quad (7.20c)$$

Si $r \in \mathbb{R}$, entonces:

$$\log_b(x^r) = r \log_b(x) \quad (7.20d)$$

El código para plantear el Ejemplo 56 es el siguiente:

```
Si  $b^a=n$ , donde  $b,n>0$  y  $b\neq 1$ , entonces:
\begin{subequations}\label{Logaritmo}
\begin{align}
a&=\log_{\{b\}}\left(n\right)\label{logaritmo}
\intertext{Por lo cual se tienen las propiedades siguientes:}
\intertext{Si  $x,y,z>0$ , entonces:}
\log_{\{b\}}\left(x\cdot y\cdot z\right)&=\log_{\{b\}}\left(x\right)+
\log_{\{b\}}\left(y\right)+\log_{\{b\}}\left(z\right)\label{suma}
\intertext{Si  $x,y>0$ , entonces:}
\log_{\{b\}}\left(\frac{x}{y}\right)&=\log_{\{y\}}\left(m\right)
-\log_{\{b\}}\left(n\right)\label{resta}
\intertext{Si  $r\in\mathbb{R}$ , entonces:}
\log_{\{b\}}\left(x^r\right)&=r\log_{\{b\}}\left(x\right)
\end{align}
\end{subequations}
```

Observación. Si $b = 10$, entonces el sistema es llamado decimal (*Briggsiano*³¹): $a = \log(n)$. Si $b = \exp(1)$, entonces el sistema es llamado natural (*Napieriano*³²): $a = \ln(n)$.

Ejemplo 57. Demostrar que $\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1$.

Demostración. Sean a, b, h y θ , el cateto adyacente, el cateto opuesto, la hipotenusa y el ángulo ($\theta \neq 90^\circ$) de un triángulo rectángulo, entonces por definición se tiene que:

$$\sin \theta = \frac{b}{h} \quad (7.21a)$$

$$\cos \theta = \frac{a}{h} \quad (7.21b)$$

Al sustituir las expresiones matemáticas (7.21a) y (7.21b), se tiene que:

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = \frac{b^2}{h^2} + \frac{a^2}{h^2} \quad (7.22)$$

Por el Teorema de *Pitágoras*³³ (Teorema 7.5) se tiene que:

$$h^2 = a^2 + b^2 \quad (7.23)$$

Al sustituir la expresión matemática (7.23) en (7.22), se tiene que:

$$\sin^2 \theta + \cos^2 \theta = 1 \quad (7.24)$$

□

³¹Henry Briggs (1561–1630) matemático inglés. Publicó las tablas de logaritmos decimales (logaritmos de Briggs) en 1620.

³²John Napier (1550–1617) matemático escocés. Expuso la teoría de los logaritmos naturales (logaritmos de Napier) en su obra titulada “*Mirifici logarithmorum canonis descriptio*” en 1614.

³³Pitágoras (570–480 a. C.) Filósofo y matemático griego.

Teorema 7.5 (Teorema de Pitágoras). El cuadrado de la longitud de la hipotenusa de un triángulo rectángulo es igual a la suma de los cuadrados de las longitudes de los catetos. Sea $\triangle ABC$ tal que $\angle C = 90^\circ$ ($\overline{AC} \perp \overline{BC}$) $\Rightarrow \overline{AB}^2 = \overline{AC}^2 + \overline{BC}^2$.

El código para plantear y demostrar el Ejemplo 57 es el siguiente:

```
\begin{example}\label{ejemplo_57}
Demostrar que  $\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1$ .
\end{example}
\begin{proof}
Sean  $a, b, h$  y  $\theta$ , el cateto adyacente, el cateto opuesto,
la hipotenusa y el ángulo ( $\theta \neq 90^\circ$ )
de un triángulo rectángulo, entonces por definición se tiene que:
\begin{subequations}\label{sencos}
\begin{align}
\sin\theta &= \frac{b}{h} \label{sen} \\
\cos\theta &= \frac{a}{h} \label{cos}
\end{align}
\end{subequations}
Al sustituir las expresiones matemáticas  $\sin\theta$  y  $\cos\theta$ ,
se tiene que:
\begin{equation}\label{s2mc2}
\sin^2\theta + \cos^2\theta = \frac{b^2}{h^2} + \frac{a^2}{h^2}
\end{equation}
Por el teorema de Pitágoras \footnote{\i>Pitágoras (570--480 a. C.) Filósofo y matemático griego.}
\begin{theorem}[Teorema de Pitágoras]\label{Pitagoras}
El cuadrado de la longitud de la hipotenusa de un triángulo rectángulo
es igual a la suma de los cuadrados de las longitudes de los catetos.
Sea  $\triangle ABC$  tal que  $\angle C = 90^\circ$ 
 $\left(\overline{AC} \perp \overline{BC}\right) \Rightarrow$ 
 $\overline{AB}^2 = \overline{AC}^2 + \overline{BC}^2$ . \end{theorem}
(teorema \ref{Pitagoras}) se tiene que:
\begin{equation}\label{pitagoras}
h^2 = a^2 + b^2
\end{equation}
Al sustituir la expresión matemática  $\sin\theta$  en  $\sin^2\theta$ ,
se tiene que:
\begin{equation}\label{sen2mcos2}
\sin^2\theta + \cos^2\theta = 1
\end{equation}
\qedhere
\end{proof}
```

Ejemplo 58. Enunciar las relaciones trigonométricas inversas.

$$\cot \theta = \frac{1}{\tan \theta} \quad (7.25a)$$

$$\sec \theta = \frac{1}{\cos \theta} \quad (7.25b)$$

$$\csc \theta = \frac{1}{\sin \theta} \quad (7.25c)$$

El código para enunciar las relaciones trigonométricas inversas (Ejemplo 58) es el siguiente:

```
\begin{subequations}\label{Inversas}
\begin{align}
\cot\theta&=\frac{1}{\tan\theta}\label{cotangente}\\[0.5cm]
\sec\theta&=\frac{1}{\cos\theta}\label{secante}\\[0.5cm]
\csc\theta&=\frac{1}{\sin\theta}\label{cosecante}
\end{align}
\end{subequations}
```

7.10.6. Operadores matemáticos de tamaño variable

Los operadores matemáticos de tamaño variable son símbolos que tienen dos tamaños.

1. Expresiones matemáticas no desplegadas (entorno `math`).
2. Expresiones matemáticas desplegadas (entornos `displaymath` y `equation`).

Nota 7.21. El tamaño de los operadores matemáticos de tamaño variable depende del entorno usado para escribir en el modo matemático (Tabla 7.2, página 132).

Ejemplo 59. Sea $[0, 1] \times [x^2, \sqrt{x}] = A \subseteq \mathbb{R}^2$. Calcular $\oint_A (2xy - x^2) dx + (2x + y^2) dy$.

Por el Teorema de *Green*³⁴ (Teorema 7.6) se tiene que:

$$\begin{aligned} \oint_A (2xy - x^2) dx + (2x + y^2) dy &= \int_0^1 \int_{x^2}^{\sqrt{x}} \left(\frac{\partial}{\partial x} (2x + y^2) - \frac{\partial}{\partial y} (2xy - x^2) \right) dy dx \\ &= 2 \int_0^1 \int_{x^2}^{\sqrt{x}} (1 - x) dy dx = 2 \int_0^1 y(1 - x) \Big|_{x^2}^{\sqrt{x}} dx \\ &= 2 \int_0^1 \left(x^{\frac{1}{2}} - x^{\frac{3}{2}} - x^2 + x^3 \right) dx = 2 \left(\frac{2x^{\frac{3}{2}}}{3} - \frac{2x^{\frac{5}{2}}}{5} - \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{4} \right) \Big|_0^1 \\ &= 2 \left(\frac{2}{3} - \frac{2}{5} - \frac{1}{3} + \frac{1}{4} \right) = \frac{11}{30} \end{aligned}$$

³⁴George Green (1793–1841) matemático británico.

Teorema 7.6 (Teorema de Green). Sean $A \subseteq \mathbb{R}^2$ conexo, $P(x, y) : A \subseteq \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$, $Q(x, y) : A \subseteq \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2 \in C^1$, tal que $P(x, y)$, $Q(x, y)$, $\frac{\partial}{\partial x} Q(x, y)$, $\frac{\partial}{\partial y} P(x, y)$ son funciones que están definidas y son continuas en la región conexa $D \subseteq A$. Entonces:

$$\oint_A P(x, y) dx + Q(x, y) dy = \iint_D \left(\frac{\partial}{\partial x} Q(x, y) - \frac{\partial}{\partial y} P(x, y) \right) dx dy \quad (7.26)$$

Donde $\oint$ se utiliza para enfatizar que A es cerrado y que está definido en dirección positiva (levógiramente).

Sea $\mathbb{A} \subseteq \mathbb{R}^2$. Calcular $\oint_{\mathbb{A}} (2xy - x^2) dx + (2x + y^2) dy$.

```

\begin{theorem}[Teorema de \emph{Green}]\label{Green}
Sean  $A\subseteq\mathbb{R}^2$  conexo,  $P\left(x,y\right):A\subseteq\mathbb{R}^2\rightarrow\mathbb{R}^2$ ,  $Q\left(x,y\right):A\subseteq\mathbb{R}^2\rightarrow\mathbb{R}^2$  en  $C^1$ , tal que  $P\left(x,y\right)$ ,  $Q\left(x,y\right)$ ,  $\frac{\partial}{\partial x}Q\left(x,y\right)$ ,  $\frac{\partial}{\partial y}P\left(x,y\right)$  son funciones que están definidas y son continuas en la región conexa  $D\subseteq A$ . Entonces:
\begin{equation}\label{green}
\oint\limits_AP\left(x,y\right)dx+Q\left(x,y\right)\backslash,dy=
\iint\limits_D\left(\frac{\partial}{\partial x}Q\left(x,y\right)-\frac{\partial}{\partial y}P\left(x,y\right)\right)\backslash,dx\backslash,dy
\end{equation}

```

$$\begin{aligned} & \oint \limits_A \left(2xy - x^2 \right) dx + \left(2x + y^2 \right) dy = \\ & \int_0^1 \int_{x^2}^{\sqrt{x}} \left(\frac{\partial}{\partial x} (2xy - x^2) - \frac{\partial}{\partial y} (2x + y^2) \right) dy dx = \\ & \int_0^1 \int_{x^2}^{\sqrt{x}} (-2y) dy dx = \\ & \int_0^1 \left[-y^2 \right]_{x^2}^{\sqrt{x}} dx = \\ & \int_0^1 \left(-\frac{1}{2} x^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} x^{\frac{5}{2}} \right) dx = \\ & \left[-\frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3} x^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{7} x^{\frac{7}{2}} \right]_0^1 = \\ & -\frac{1}{3} + \frac{1}{7} = -\frac{2}{21} \end{aligned}$$

Para resolver el problema del Ejemplo 59 (página 160) se utiliza el entorno align* y se puede observar la expresión matemática desplegada (tamaño despliegue):

$$\oint_A (2xy - x^2) dx + (2x + y^2) dy = 2 \int_0^1 \int_{x^2}^{\sqrt{x}} (1 - x) dy dx = \frac{11}{30}$$

La expresión matemática desplegada debe presentar los operadores matemáticos de tamaño variable en tamaño despliegue, el cual es mayor que el tamaño texto.

Ejemplo 60. Definir el problema de programación lineal ³⁵.

Definición 7.10. Sea $\bar{X} = f(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum_{k=1}^n c_k x_k$ la función objetivo, tal que los $c_k \in \mathbb{R}$ son los coeficientes de costo o de beneficio y las $x_k \geq 0$ son las variables de decisión por determinar. Sean $\sum_{j=0}^m \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k \leq b_{jk}$ las restricciones, tales que los $a_{jk} \in \mathbb{R}$ son coeficientes tecnológicos y $b_{jk} \in \mathbb{R}$ los coeficientes de disponibilidad o de requerimientos. Sean $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ las variables de decisión que satisfacen simultáneamente todas las restricciones. Entonces la solución óptima $\bar{X}^*$ que maximiza ($\max \bar{X}$) o minimiza ($\min \bar{X}$) la función objetivo es:

$$X^* = f(\bar{x}) = \sum_{k=1}^n c_k x_k \quad (7.27a)$$

sujeta a:

$$\sum_{j=0}^{p-1} \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k = b_{jk} \quad (7.27b)$$

$$\sum_{j=p}^{q-1} \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k \geq b_{jk} \quad (7.27c)$$

$$\sum_{j=q}^m \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k \leq b_{jk} \quad (7.27d)$$

donde $p, q \in \mathbb{Z}$, tales que $1 \leq p \leq q \leq m$.

Par mostrar el uso de los comandos `\sideset` y `\substack`, el problema de programación lineal (Ejemplo 60) se puede definir como se muestra a continuación:

$$\bar{X}^* = f(\bar{x}) = \sum_{0 \leq n \leq n} c_k x_k$$

sujeta a:

$$\sum_{j,k=0}^{p-1,n} a_{jk} x_k = b_{jk}$$

$$\sum_{j=p}^{q-1} \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k \geq b_{jk}$$

$$\sum_{\substack{q \leq j \leq m \\ 0 \leq k \leq n}} a_{jk} x_k \leq b_{jk}$$

donde $p, q \in \mathbb{Z}$, tales que $1 \leq p \leq q \leq m$.

³⁵La programación lineal estudia la optimización (maximización o minimización) de una función lineal que satisface un conjunto de restricciones lineales. Al matemático *George Bernard Dantzig* (1914–2005) se le considera el padre de la programación lineal por haber formalizado el problema.

El código del Ejemplo 60 es el siguiente:

```
Definir el problema de programación lineal~ \footnote{La programación lineal
estudia la optimización (maximización o minimización) de una función lineal
que satisface un conjunto de restricciones lineales. Al matemático
\emph{George Bernard Dantzig} (1914--2005) se le considera el padre
de la programación lineal por haber formalizado el problema.}.
\begin{definition}\label{PPL}
Sea  $\bar{X}=f(x_1,x_2,\dots x_n)$  la función objetivo, tal que los  $c_k$  son los coeficientes de costo
o de beneficio y las  $x_k \geq 0$  son las variables de decisión por determinar.
Sean  $\sum_{j=0}^m \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k \leq b_j$  las restricciones, tales que los  $a_{jk}$  son coeficientes tecnológicos
y  $b_j$  los coeficientes de disponibilidad o de requerimientos.
Sean  $\bar{x}=x_1,x_2,\dots x_n$  las variables de decisión
que satisfacen simultaneamente todas las restricciones. Entonces la solución
óptima  $\bar{X}^*$  que maximiza  $\bar{X}$  o minimiza
 $\bar{X}$  la función objetivo es:
\begin{subequations}\label{ppl}
\begin{align}
\bar{X}^*&=f(\bar{x})=\sum_{k=1}^n c_k x_k \label{fo} \\
\intertext{sujeta a:} \\
\sum_{j=0}^{p-1} \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k &= b_j \label{r1} \\
\sum_{j=p}^{q-1} \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k &\geq b_j \label{r2} \\
\sum_{j=q}^m \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k &\leq b_j \label{r3} \\
\end{align}
\text{donde } p,q \in \mathbb{Z}, \text{ tales que } 1 \leq p \leq q \leq m.
\end{subequations}
```

Nota 7.25. Sean $\bar{X}^* = \sum_{k=1}^n c_k x_k$ y $\sum_{j=0}^m \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k \leq b_j$ como en la Definición 7.10 (página 60), entonces:

$$\sum_{k=1}^n c_k x_k = \sum_{0 \leq n \leq n} c_k x_k$$

sujeta a:

$$\sum_{j=0}^{p-1} \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k = \sum_{j,k=0}^{p-1,n} a_{jk} x_k$$

$$\sum_{j=p}^{q-1} \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k = \sum_{j=p}^{q-1} \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k$$

$$\sum_{j=q}^m \sum_{k=0}^n a_{jk} x_k = \sum_{q \leq j \leq m, 0 \leq k \leq n} a_{jk} x_k$$

El código de la Nota 7.25 es el siguiente:

```
Sean $\bar{X}^{\ast}=\sum\limits_{k=1}^nc_kx_k$ y
$\sum\limits_{j=0}^m\sum\limits_{k=0}^na_{jk}x_k\lesseqqgtr b_{jk}$
como en la \definitionname~ \ref{PPL} (\pagename~ \ref{ejemplo_60}), entonces:
\begin{align*}
&\sum\limits_{k=1}^nc_kx_k=&
&\sideset{}{\backprime}\sum_{0\le n\le n}c_kx_k
&\intertext{sujeta a:}
&\sum\limits_{j=0}^{p-1}\sum\limits_{k=0}^na_{jk}x_k=&
&\sideset{}{\backprime}\sum_{j,k=0}^{p-1,n}a_{jk}x_k\ll[0.3cm]
&\sum\limits_{j=p}^{q-1}\sum\limits_{k=0}^na_{jk}x_k=&
&\sideset{}{\backprime}\sum_{\substack{j=p\\k=0}}^{\substack{n\\q-1}}
&a_{jk}x_k\ll[0.3cm]
&\sum\limits_{j=q}^m\sum\limits_{k=0}^na_{jk}x_k=&
&\sideset{}{\backprime}\sum_{\substack{j\le m\\0\le k\le n}}a_{jk}x_k
\end{align*}
```

En la Nota 7.25 se puede observar el uso del comando `\limits` en el modo matemático para expresiones matemáticas no desplegadas (tamaño texto) y el uso del comando `\nolimits` en el modo matemático para expresiones matemáticas desplegadas (tamaño despliegue).

Como se puede observar en el Ejemplo 59 y en el Ejemplo 60, la posición automática de los límites de las integrales en el modo matemático para expresiones matemáticas no desplegadas (tamaño texto) y desplegadas (tamaño despliegue) es posterior al símbolo y para cambiar la posición automática se debe utilizar el comando `\limits`. La posición automática de los límites de las sumas en el modo matemático para expresiones matemáticas no desplegadas (tamaño texto) es posterior al símbolo y para cambiar la posición automática se debe utilizar el comando `\limits`. La posición automática de los límites de las sumas en el modo matemático para expresiones matemáticas desplegadas (tamaño despliegue) es inferior para el límite inferior y superior para el límite superior (al usar ambos) con respecto al símbolo; para cambiar la posición automática se debe utilizar el comando `\nolimits`.

Nota 7.26. Los operadores matemáticos de tamaño variable ($\text{\LaTeX 2}_{\epsilon}$), excepto las integrales, tienen la posición automática de los límites de las sumas.

Los comandos para los símbolos de integrales son los siguientes:

INTEGRAL	COMANDO	INTEGRAL	COMANDO
$\int$	<code>\smallint</code>	$\int$	<code>\int</code>
$\iint$	<code>\iint</code>	$\iiint$	<code>\iiint</code>
$\iiint$	<code>\iiiint</code>	$\int \cdots \int$	<code>\idotsint</code>
$\iint \cdots \iint$	<code>\iint\cdots\iint</code>	$\oint$	<code>\oint</code>

Tabla 7.15: Comandos para los símbolos de integrales

7.10.7. Subíndices y superíndices

Las expresiones matemáticas pueden contener subíndices y superíndices, por lo que $\text{\LaTeX}$ tiene los caracteres reservados `_` y `^` para poder escribir los subíndices (`expresion_{subindice}`) y los superíndices (`expresion^{superindice}`).

Nota 7.27. Los subíndices (`expresion_{subindice}`) y los superíndices (`expresion^{superindice}`) se deben usar a describir expresiones en el modo matemático.

Ejemplo 61. Encontrar la solución general para la ecuación de segundo grado $ax^2 + bx + c = 0$.

La ecuación de segundo grado es una ecuación polinómica, también conocida como ecuación cuadrática, en donde el exponente de mayor grado es igual a dos y se puede expresar en la forma canónica siguiente:

Sean a, b y $c \in \mathbb{R}$, tal que $a \neq 0$, entonces:

$$ax^2 + bx + c = 0 \quad (7.28)$$

La solución general de la ecuación (7.28) se puede deducir como se muestra a continuación:

Al restar $c \in \mathbb{R}$ a la ecuación (7.28) se tiene que:

$$ax^2 + bx = -c \quad (7.29a)$$

Al multiplicar por $4a$ a la ecuación (7.29a) se tiene que:

$$4a^2x^2 + 4abx = -4ac \quad (7.29b)$$

Al sumar b^2 a la ecuación (7.29b) se tiene que:

$$4a^2x^2 + 4abx + b^2 = b^2 - 4ac \quad (7.29c)$$

Al factorizar el trinomio cuadrado perfecto ($4a^2x^2 + 4abx + b^2$) se tiene que:

$$(2ax + b)^2 = b^2 - 4ac \quad (7.29d)$$

Al extraer la raíz cuadrada a la ecuación (7.29d) se tiene que:

$$2ax + b = \pm \sqrt{b^2 - 4ac} \quad (7.29e)$$

Al restar b a la ecuación (7.29e) se tiene que:

$$2ax = -b \pm \sqrt{b^2 - 4ac} \quad (7.29f)$$

Al dividir por $2a$ a la ecuación (7.29f) se obtiene la fórmula general para resolver la ecuación de segundo grado:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (7.29g)$$

Por lo cual, las soluciones de la ecuación de segundo grado son:

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (7.30a)$$

$$x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (7.30b)$$

El código para deducir la solución general de la ecuación de segundo grado es el siguiente:

```
La solución general de la ecuación~ \eqref{cuadratica} se puede deducir
como se muestra a continuación:
\begin{subequations}\label{Deduccion}
\begin{align}
\intertext{Al restar  $c$  a la ecuación~ \eqref{cuadratica} se tiene que:}
ax^2+bx&=-c\label{menosc}
\intertext{Al multiplicar por  $a$  a la ecuación~ \eqref{menosc} se tiene que:}
4a^2x^2+4abx&=-4ac\label{menos4ac}
\intertext{Al sumar  $b^2$  a la ecuación ~ \eqref{menos4ac} se tiene que:}
4a^2x^2+4abx+b^2&=b^2-4ac\label{bcmenos4ac}
\intertext{Al factorizar el trinomio cuadrado perfecto}
\left(4a^2x^2+4abx+b^2\right)& se tiene que:}
\left(2ax+b\right)^2&=b^2-4ac\label{delta}
\intertext{Al extraer la raíz cuadrada a la ecuación~ \eqref{delta}
se tiene que:}
2ax+b&=\pm\sqrt{b^2-4ac}\label{raiz}
\intertext{Al restar  $b$  a la ecuación~ \eqref{raiz} se tiene que:}
2ax&=-b\pm\sqrt{b^2-4ac}\label{2ax}
\intertext{Al dividir por  $2a$  a la ecuación~ \eqref{2ax} se obtiene
la fórmula general para resolver la ecuación de segundo grado:}
x&=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}\label{x}
\end{align}
\end{subequations}
Por lo cual, las soluciones de la ecuación de segundo grado son:
\begin{subequations}\label{FG}
\begin{align}
x_1&=\frac{-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2a}\label{x1}\\[0.3cm]
x_2&=\frac{-b-\sqrt{b^2-4ac}}{2a}\label{x2}
\end{align}
\end{subequations}
```

El código para deducir la solución general de la ecuación de segundo grado muestra como usar los subíndices y los superíndices en el modo matemático para expresiones matemáticas no desplegadas (tamaño texto) y para expresiones matemáticas desplegadas (tamaño despliegue).

Nota 7.28. La ecuación (7.30)³⁶ tiene tres tipos de soluciones.

³⁶Ecuaciones (7.30a) y (7.30b).

Los tres tipos de soluciones de la ecuación de segundo grado son los siguientes:

1. Si $b^2 - 4ac = 0$, entonces $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$, tales que:

$$x_1 = x_2 = -\frac{b}{2a} \quad (7.31a)$$

2. Si $b^2 - 4ac > 0$, entonces $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$, tales que:

$$x_1 = \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (7.32a)$$

$$x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (7.32b)$$

3. Si $b^2 - 4ac < 0$, entonces $x_1, x_2 \in \mathbb{C}$, tales que:

$$x_1 = j + ki \quad (7.33a)$$

$$x_2 = j - ki \quad (7.33b)$$

donde $j, k \in \mathbb{R}$ e $i \in \mathbb{I}$, tales que:

$$j = -\frac{b}{2a} \quad (7.33c)$$

$$k = \frac{\sqrt{|b^2 - 4ac|}}{2a} \quad (7.33d)$$

$$i = \sqrt{-1} \quad (7.33e)$$

El código para los tres tipos de soluciones de la ecuación de segundo grado es el siguiente:

```
\begin{enumerate}\begin{subequations}\label{Riguales}
\item Si  $b^2-4ac=0$ , entonces  $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$ , tales que:
\begin{align}\label{riguales}x_1=x_2&=-\frac{b}{2a}\end{align}
\end{subequations}
\item Si  $b^2-4ac>0$ , entonces  $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$ , tales que:
\begin{subequations}\label{Rdiferentes}
\begin{align}x_1&=\frac{-b+\sqrt{b^2-4ac}}{2a}\label{rx1}\\[0.3cm]
x_2&=\frac{-b-\sqrt{b^2-4ac}}{2a}\label{rx2}\end{align}
\end{subequations}
\item Si  $b^2-4ac<0$ , entonces  $x_1, x_2 \in \mathbb{C}$ , tales que:
\begin{subequations}\label{Complejas}\begin{align}
x_1&=j+ki\label{cx1}\\[0.3cm]x_2&=j-ki\label{cx2}
\intertext{donde  $j, k \in \mathbb{R}$  e  $i \in \mathbb{I}$ , tales que:}
j&=-\frac{b}{2a}\label{j}\\[0.3cm]
k&=\frac{\sqrt{|b^2-4ac|}}{2a}\label{k}\\[0.3cm]
i&=\sqrt{-1}\label{i}
\end{align}\end{subequations}
\end{enumerate}
```

La ecuación de segundo grado se puede definir como se muestra a continuación:

Definición 7.11 (Completa). Cuando a, b y $c \in \mathbb{R}$, tal que $a \neq 0, b \neq 0$ y $c \neq 0$.

$$ax^2 + bx + c = 0 \quad (7.34)$$

1. Si $b^2 - 4ac = 0$, entonces $x_1 = x_2 \in \mathbb{R}$, tal como en la ecuación (7.31a).
2. Si $b^2 - 4ac > 0$, entonces $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$, tal como en la ecuación (7.32)³⁷.
3. Si $b^2 - 4ac < 0$, entonces $x_1, x_2 \in \mathbb{C}$, tal como en la ecuación (7.33)³⁸.

Definición 7.12 (Incompleta). Cuando $0 \neq a \in \mathbb{R}$, con $b = 0$ y $c = 0$.

$$ax^2 = 0 \quad (7.35a)$$

Entonces $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$, tal que:

$$x_1 = x_2 = 0 \quad (7.35b)$$

de acuerdo a la ecuación (7.31)³⁹.

Definición 7.13 (Incompleta pura). Cuando $a, c \in \mathbb{R}$, tal que $a \neq 0, c \neq 0$ y $b = 0$.

$$ax^2 + c = 0 \quad (7.36a)$$

1. Si $0 < -\frac{c}{a}$, entonces $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$, tal que:

$$x_1 = \sqrt{-\frac{c}{a}} \quad (7.36b)$$

$$x_2 = -\sqrt{-\frac{c}{a}} \quad (7.36c)$$

de acuerdo a las ecuación (7.32).

2. Si $0 > -\frac{c}{a}$, entonces $x_1, x_2 \in \mathbb{C}$, tal que:

$$x_1 = ki \quad (7.36d)$$

$$x_2 = -ki \quad (7.36e)$$

de acuerdo a las ecuación (7.33).

Definición 7.14 (Incompleta mixta). Cuando $a, b \in \mathbb{R}$, tal que $a \neq 0, b \neq 0$ y $c = 0$.

$$ax^2 + bx = 0 \quad (7.37a)$$

Entonces $x_1, x_2 \in \mathbb{R}$, tal que:

$$x_1 = 0 \quad (7.37b)$$

$$x_2 = -\frac{b}{a} \quad (7.37c)$$

de acuerdo a la ecuación (7.32).

³⁷Ecuaciones (7.32a) y (7.32b).

³⁸Ecuaciones (7.33a)–(7.33e).

³⁹Ecuación (7.31a).

7.10.8. Escribir texto en las expresiones matemáticas (comando `\text`)

El paquete `amsmath` (`\usepackage{amsmath}`) tiene el comando `\text` para incluir texto al escribir en el modo matemático expresiones matemáticas no desplegadas (tamaño texto) y expresiones matemáticas desplegadas (tamaño despliegue).

La sintaxis del comando `\text` es la siguiente:

```
\text{texto}
```

El comando `\text` tiene el argumento obligatorio `texto`, en el cual se puede incluir texto en las expresiones matemáticas desplegadas (tamaño despliegue) ya que en las expresiones matemáticas no desplegadas (tamaño texto) están limitadas por el entorno `math`.

El código de los Ejemplos 51 (Proposición 7.6, página 144), 52 (Proposición 7.7, página 146) y 60 (Proposición 7.10, página 163) muestra como usar el comando `\text` en las expresiones matemáticas desplegadas (tamaño despliegue).

El código del Ejemplo 57 (página 158) muestra como usar el comando `\text` en las expresiones matemáticas no desplegadas (tamaño texto).

Nota 7.29. Al escribir en el modo matemático también se pueden usar los comandos `\textrm`, `\textbf`, `\textsf`, `\texttt`, `\textit`, `\textsl` y `\textsc` (sección 3.7, página 3.7) para incluir texto en las expresiones matemáticas.

7.10.9. Espacios en las expresiones matemáticas

$\text{\LaTeX}$ debe manejar de manera automática los espacios al escribir en el modo matemático, sin embargo los usuarios pueden añadir o eliminar espacios a través de los comandos siguientes:

COMANDO	DESCRIPCIÓN
<code>\,</code>	Espacio horizontal de aproximadamente 1.9 puntos (<code> </code>).
<code>\:</code>	Espacio horizontal de aproximadamente 2.7 puntos (<code> </code>).
<code>\;</code>	Espacio horizontal de aproximadamente 3.5 puntos (<code> </code>).
<code>\!</code>	Espacio horizontal negativo de aproximadamente 1.9 puntos (<code> </code>).
<code>\quad</code>	Espacio horizontal de 1 em (<code> </code>).
<code>\qquad</code>	Espacio horizontal de 2 em (<code> </code>).
<code>\enskip</code>	Espacio horizontal de 0.5 em (<code> </code>).

Tabla 7.16: Espacios en las expresiones matemáticas

Nota 7.30. Los comandos para añadir o eliminar espacios en las expresiones matemáticas se pueden usar al escribir en el modo texto.

El código de los Ejemplos 48 (Teorema 7.1 y Teorema 7.2, página 138), 52 (Definición 7.7, página 146) y 59 (Teorema 7.6, página 160) muestra como usar el comando “`\,`” en las expresiones matemáticas.

El código del Ejemplo 57 (Teorema 7.5, página 7.5) muestra como usar el comando “\:” en las expresiones matemáticas.

El código de los Ejemplos 42 (Definición 7.2, página 128 y Definición 7.5, página 129), 44 (Lema 7.1, página 130), 52 (Definición 7.8, página 146) y 55 (Definición 7.9, página 151) muestra como usar el comando “\;” en las expresiones matemáticas.

El código del Ejemplo 55 (Definición 7.9, página 151) muestra como usar el comando `\quad` en las expresiones matemáticas.

El código del Ejemplo 10 (Ejemplo 10, página 33) muestra como usar el comando `\quad` al escribir en el modo texto.

El código del Ejemplo 53 (Teorema 7.3, página 149) muestra como usar el comando `\qquad` en las expresiones matemáticas.

Observación. Se recomienda eliminar espacios en las expresiones matemáticas del código al que se hace referencia con la finalidad de comparar los resultados.

7.10.10. Fracciones (comando `\frac`)

Para escribir fracciones, L^AT_EX tiene el comando `\frac`, el cual se puede usar para escribir en el modo matemático expresiones matemáticas no desplegadas (tamaño texto) y expresiones matemáticas desplegadas (tamaño despliegue). La sintaxis del comando `\frac` es la siguiente:

```
\frac{numerador}{denominador}
```

El comando `\frac` tiene los argumentos obligatorios `numerador` y `denominador`.

Observación. L^AT_EX debe seleccionar el tamaño (texto o despliegue) de acuerdo al entorno (`math` o `displaymath`).

Al usar el paquete `amsmath` (`\usepackage{amsmath}`) se pueden usar los comandos `\tfrac` (tamaño texto) y `\dfrac` (tamaño despliegue) para indicar el tamaño que L^AT_EX debe usar.

Ejemplo 62. Plantear el Teorema 7.6 con las fracciones que se encuentran en el entorno `math` en tamaño despliegue (`\dfrac`) y con las fracciones que se encuentran en el entorno `displaymath` (sin numerar) con tamaño texto (`\tfrac`).

Sean $A \subseteq \mathbb{R}^2$ conexo, $P(x, y) : A \subseteq \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$, $Q(x, y) : A \subseteq \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2 \in C^1$, tal que $P(x, y)$, $Q(x, y)$, $\frac{\partial}{\partial x}Q(x, y)$, $\frac{\partial}{\partial y}P(x, y)$ están definidas y son continuas en la región conexa $D \subseteq A$. Entonces:

$$\oint_A P(x, y) dx + Q(x, y) dy = \iint_D \left(\frac{\partial}{\partial x}Q(x, y) - \frac{\partial}{\partial y}P(x, y) \right) dx dy$$

Donde $\oint$ se utiliza para enfatizar que A es cerrado y que está definido en dirección levógira.

El código del Ejemplo 62 es el siguiente:

```
Sean  $A \subseteq \mathbb{R}^2$  conexo,  $P(x,y): A \subseteq \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ ,  $Q(x,y): A \subseteq \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ 
 $\in C^1$ , tal que  $P(x,y)$ ,  $Q(x,y)$ ,
 $\frac{\partial}{\partial x} Q(x,y)$ ,
 $\frac{\partial}{\partial y} P(x,y)$  están definidas y son continuas
en la región conexa  $D \subseteq A$ . Entonces:
\[
\oint\limits_A P(x,y)dx + Q(x,y)dy =
\iint\limits_D \left( \frac{\partial}{\partial x} Q(x,y) -
\frac{\partial}{\partial y} P(x,y) \right) dx dy
\]
Donde  $\oint$  se utiliza para enfatizar que  $A$  es cerrado y que está definido
en dirección levógira.
```

7.10.11. Fracciones continuas (comando `\cfrac`)

Para crear fracciones continuas, $\text{\LaTeX}$ tiene el comando `\cfrac`⁴⁰.

Ejemplo 63. Expresar $\sqrt{2}$ como una fracción continua.

$$\sqrt{2} = 1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \dots}}}} \quad (7.38)$$

El código del Ejemplo 63 es el siguiente:

```
\begin{equation}\label{raizd2}
\begin{split}
\sqrt{2}=1+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\cdots}}}}
\end{split}
\end{equation}
```

Nota 7.31. Al usar el comando `\cfrac`, $\text{\LaTeX}$ debe presentar la expresión matemática en tamaño despliegue.

Ejemplo 64. Expresar π como una fracción continua usando el comando `dfrac`.

$$\pi = 3 + \frac{1}{6 + \frac{3^2}{6 + \frac{5^2}{6 + \frac{7^2}{6 + \dots}}}} \quad (7.39)$$

⁴⁰Es necesario utilizar el paquete `amsmath` (`\usepackage{amsmath}`).

El código del Ejemplo 64 es el siguiente:

```
\begin{equation}\label{pi}
\begin{split}
\pi=3+\dfrac{1}{6}+\dfrac{3^2}{6}+\dfrac{5^2}{6}+\dfrac{7^2}{6}+\cdots\}
\end{split}
\end{equation}
```

Nota 7.32. Al utilizar el comando `\dfrac` se obtiene un resultado semejante al que se obtiene al utilizar el comando `\cfrac`.

7.10.12. Coeficiente binomial (comando `\binom`)

El símbolo para el coeficiente binomial se puede obtener a través del comando `\binom`. La sintaxis del comando `\binom` es la siguiente:

```
\binom{conjunto}{subconjuntos}
```

El comando `\binom` tiene los argumentos obligatorios `conjunto` y `subconjuntos`.

Observación. $\text{\LaTeX}$ debe seleccionar el tamaño (texto o despliegue) de acuerdo al entorno (`math` o `displaymath`).

Al usar el paquete `amsmath` (`\usepackage{amsmath}`) se pueden usar los comandos `\tbinom` (tamaño texto) y `\dbinom` (tamaño despliegue) para indicar el tamaño que $\text{\LaTeX}$ debe usar.

Ejemplo 65. Definir las combinaciones de un conjunto de n elementos para formar subconjuntos no ordenados de k elementos distintos.

Definición 7.15 (Combinaciones de n en k elementos). Sean n y $k \in \mathbb{N}^+$ tal que $0 \leq k \leq n$, entonces el número de subconjuntos no ordenados de k elementos distintos que se pueden formar a partir de un conjunto de n elementos distintos es:

$$C(n, k) = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!} \quad (7.40)$$

Las combinaciones de n en k elementos, $\binom{n}{k}$, también se pueden denotar como ${}_nC_k$, C_k^n y nC_k .

El código para definir las combinaciones de n en k elementos es el siguiente:

```
\begin{definition}[Combinaciones de $n$ en $k$ elementos]\label{Combinaciones}
Sean $n\text{\texttt{\text{ y }}$ en $\mathbb{N}^+$ tal que $0 \le k \le n$, entonces el número
de subconjuntos no ordenados de $k$ elementos distintos que se pueden formar
a partir de un conjunto de $n$ elementos distintos es:
\begin{equation}\label{combinaciones}
C\left(n,k\right)=\binom{n}{k}=\frac{n!}{k!\cdot\left(n-k\right)!}
\end{equation}
Las combinaciones de $n$ en $k$ elementos $\binom{n}{k}$ también se pueden
denotar como $_nC_k$, $C_k^n$ y $^nC_k$.
\end{definition}
```

7.10.13. Radicales

Para expresar la raíz n -ésima, $\text{\LaTeX}$ tiene el comando `\sqrt`, el cual se puede usar para escribir en el modo matemático expresiones matemáticas no desplegadas (tamaño texto) y expresiones matemáticas desplegadas (tamaño despliegue). La sintaxis del comando `\sqrt` es la siguiente:

```
\sqrt[indice]{radicando}
```

El comando `\sqrt` tiene el argumento opcional `indice` para indicar la raíz n -ésima que se debe extraer y el argumento obligatorio `radicando` para indicar el número al cual se le debe extraer la raíz n -ésima.

Nota 7.33. Al omitir el argumento opcional `indice`, entonces $\text{\LaTeX}$ debe omitir el índice y éste representa la raíz cuadrada ⁴¹ del argumento obligatorio `radicando`.

Ejemplo 66. Definir la raíz β -ésima de un número $\alpha \in \mathbb{R}$.

Definición 7.16 (Raíz β -ésima). Sean α y $\beta \in \mathbb{R}$, entonces $\exists \gamma \in \mathbb{C}$ tal que $\alpha = \gamma^\beta \Leftrightarrow \gamma = \alpha^{\frac{1}{\beta}} = \sqrt[\beta]{\alpha}$.

El código para definir la raíz β -ésima es el siguiente:

```
\begin{definition}[Raíz  $\beta$ -ésima]\label{Raizn}
Sean  $\alpha \in \mathbb{R}$ , entonces  $\exists \gamma \in \mathbb{C}$  tal que
 $\alpha = \gamma^\beta \Leftrightarrow \gamma = \alpha^{\frac{1}{\beta}} = \sqrt[\beta]{\alpha}$ .
\end{definition}
```

Observación. La colocación de índice de la raíz β -ésima puede no ser satisfactoria.

Para mover el índice de la raíz n -ésima se pueden utilizar los comandos siguientes:

COMANDO	DESCRIPCIÓN
<code>\leftroot</code>	Para mover el índice de la raíz n -ésima a la izquierda o a la derecha.
<code>\uproot</code>	Para mover el índice de la raíz n -ésima hacia arriba o hacia abajo.

Tabla 7.17: Comandos (`\leftroot` y `\uproot`) para mover el índice de los radicales

Nota 7.34. Para usar los comandos `\leftroot` y `\uproot` es necesario usar el paquete `amsmath` (`\usepackage{amsmath}`).

La sintaxis de los comandos `\leftroot` y `\uproot` es la siguiente:

```
\sqrt[\comando{espacio}indice]{radicando}
```

⁴¹El símbolo de la raíz cuadrada, $\sqrt{}$, fue introducido en el año 1525 por el matemático *Christoph Rudolff* para poder representar esta operación que aparece en su libro *Coss*. El signo puede ser una forma estilizada de la letra *r* minúscula, $\sqrt{}$, para representar la palabra latina *radix* (raíz), anexando un trazo horizontal, que ha evolucionado hasta tener el aspecto actual.

El comando (`\leftroot` o `\uproot`) debe ser parte del argumento opcional índice del comando `\sqrt` y tiene el argumento obligatorio espacio para indicar, a través de un número, espacio, “\”, que L^AT_EX debe mover el índice del radical en el sentido indicado.

Nota 7.35. Si el argumento obligatorio espacio es un número negativo, L^AT_EX debe mover el índice de la raíz n -ésima a la derecha o hacia abajo.

Ejemplo 67. Para mover el índice de la raíz β -ésima del Ejemplo 66 dos espacios hacia arriba y un espacio hacia la derecha se puede usar el código siguiente:

```
Sean $\alpha\text{ y }\beta\in\mathbb{R}$, entonces $\exists\gamma\in\mathbb{C}$ tal que
$\alpha=\gamma^\beta\Leftrightarrow\gamma=\alpha^{\frac{1}{\beta}}=\sqrt[\uproot{2}\leftroot{-1}\beta]{\alpha}$.
```

Por lo que la Definición 7.16 puede tener la colocación del índice del radical de la forma siguiente:

Sean α y $\beta \in \mathbb{R}$, entonces $\exists \gamma \in \mathbb{C}$ tal que $\alpha = \gamma^\beta \Leftrightarrow \gamma = \alpha^{\frac{1}{\beta}} = \sqrt[\beta]{\alpha}$.

Ejemplo 68. Representar $x = \sqrt[3]{6+x}$ como un radical jerarquizado ⁴².

Para expresar x como un radical jerarquizado se tiene que:

$$x = \sqrt[3]{6 + \sqrt[3]{6+x}} \quad (7.41a)$$

La cual es otra expresión recursiva de x , entonces:

$$x = \sqrt[3]{6 + \sqrt[3]{6 + \sqrt[3]{6+x}}} \quad (7.41b)$$

La cual se puede expresar como un radical jerarquizado infinitamente, por lo cual:

$$x = \sqrt[3]{6 + \sqrt[3]{6 + \sqrt[3]{6 + \sqrt[3]{6+\cdots}}}} \quad (7.41c)$$

El código para expresar $x = \sqrt[3]{6+x}$ como un radical jerarquizado es el siguiente:

```
\begin{subequations}\label{radical}
\begin{align}
x&=\sqrt[3]{6+\sqrt[3]{6+x}}\label{x1r}
\intertext{La cual es otra expresión recursiva de $x$, entonces:}
x&=\sqrt[3]{6+\sqrt[3]{6+\sqrt[3]{6+x}}}\label{x2r}
\intertext{La cual se puede expresar como un radical jerarquizado infinitamente,}
\intertext{por lo cual:}
x&=\sqrt[3]{6+\sqrt[3]{6+\sqrt[3]{6+\sqrt[3]{6+\cdots}}}}\label{xradical}
\end{align}
\end{subequations}
```

⁴²Expresión radical que contiene en su interior otra expresión radical. El radical jerarquizado infinitamente es una expresión radical que contiene en su interior expresiones radicales infinitas.

Ejemplo 69. Encontrar la solución de $x = \sqrt[3]{6+x}$, tal que $x \in \mathbb{R}$.

Para encontrar la solución se debe resolver la ecuación siguiente:

$$x^3 + x - 6 = 0 \quad (7.42a)$$

La ecuación (7.42a) se puede expresar como:

$$(x-2)(x^2+2x+3) = 0 \quad (7.42b)$$

Entonces por la ecuación (7.30), la ecuación (7.42b) se puede expresar como:

$$(x-2) \left(x - \frac{-2+2\sqrt{2}i}{2} \right) \left(x - \frac{-2-2\sqrt{2}i}{2} \right) = 0 \quad (7.42c)$$

Entonces:

$$2 = x_1 \quad (7.42d)$$

$$\frac{-2+2\sqrt{2}i}{2} = x_2 \quad (7.42e)$$

$$\frac{-2-2\sqrt{2}i}{2} = x_3 \quad (7.42f)$$

Entonces por las ecuaciones (7.41c) y (7.42d) se tiene que:

$$\sqrt[3]{6 + \sqrt[3]{6 + \sqrt[3]{6 + \sqrt[3]{6 + \dots}}} = 2 \quad (7.42g)$$

Por tanto, $x = 2$, es solución de $x = \sqrt[3]{6+x}$.

7.10.14. Operadores que pueden usar límites inferiores

Los operadores que pueden usar límites inferiores son los siguientes:

OPERADOR	COMANDO	OPERADOR	COMANDO
det	$\backslash\text{det}$	gcd	$\backslash\text{gcd}$
ínf	$\backslash\text{inf}$	lím	$\backslash\text{lim}$
lím inf	$\backslash\text{liminf}$	lím sup	$\backslash\text{limsup}$
máx	$\backslash\text{max}$	mín	$\backslash\text{min}$
Pr	$\backslash\text{Pr}$	sup	$\backslash\text{sup}$

Tabla 7.18: Operadores que pueden usar límites inferiores

Nota 7.36. Los límites de los operadores tienen una colocación automática que depende del entorno (`math` o `displaymath`) utilizado. Al utilizar los operadores en el entorno `math` (tamaño texto), $\text{\LaTeX}$ debe colocar el límite a la derecha del símbolo y al utilizar los operadores en el entorno `displaymath` (tamaño despliegue), $\text{\LaTeX}$ debe colocar el límite bajo del símbolo.

Ejemplo 70. Definir la integral estocástica.

Definición 7.17 (Integral estocástica). Sea $\Delta = \{0 = t_0 < t_1 < \dots < t_n = T\}$ una partición finita del intervalo $[0, T]$ y sea $\tau_k \in [t_k, t_{k+1}]$, tal que:

1. $\|\Delta_k\| = \max_{0 \leq k \leq n-1} (t_{k+1} - t_k)$.
2. $\tau_k = \lambda t_{k+1} + (1 - \lambda)t_k \quad \forall \lambda \in [0, 1]$ fijo y $\forall k = 0, 1, \dots, n-1$.

Enonces:

$$I(W_t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{n-1} W_{\tau_k} (W_{t_{k+1}} - W_{t_k}) = \lim_{\|\Delta_k\| \rightarrow 0} \sum_{k=0}^{n-1} W_{\tau_k} (W_{t_{k+1}} - W_{t_k}) \quad (7.43)$$

El código para definir la integral estocásticas es el siguiente:

```
\begin{definition}[Integral estocástica]\label{IntegralEstocastica}
Sea  $\Delta = \{0 = t_0 < t_1 < \dots < t_n = T\}$  una partición finita
del intervalo  $[0, T]$  y sea  $\tau_k \in [t_k, t_{k+1}]$ ,
tal que:
\begin{enumerate}
\item  $\|\Delta_k\| = \max_{0 \leq k \leq n-1} (t_{k+1} - t_k)$ .
\item  $\tau_k = \lambda t_{k+1} + (1 - \lambda)t_k$ 
\quad  $\forall \lambda \in [0, 1]$  fijo y  $\forall k = 0, 1, \dots, n-1$ .
\end{enumerate}
Enonces:
\begin{align}
I(W_t) &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=0}^{n-1} W_{\tau_k} (W_{t_{k+1}} - W_{t_k}) = \\
&= \lim_{\|\Delta_k\| \rightarrow 0} \sum_{k=0}^{n-1} W_{\tau_k} (W_{t_{k+1}} - W_{t_k})
\end{align}
\end{definition}
```

7.10.15. Definir operadores (comando `\DeclareMathOperator`)

El paquete `amsmath` (`\usepackage{amsmath}`) tiene el comando `\DeclareMathOperator` para definir operadores (funciones matemáticas). La sintaxis del comando es la siguiente:

```
\DeclareMathOperator{\comando}{operador}
```

El comando `\DeclareMathOperator` tiene los argumentos obligatorios `\comando` y `operador`. El argumento obligatorio `\comando` es para indicar a $\text{\LaTeX}$ el comando (se debe usar el carácter `\`) para definir el operador (función matemática) y el argumento obligatorio `operador` es para indicar a $\text{\LaTeX}$ el texto o símbolo que se debe usar como operador (función matemática).

El operador (función matemática) definido a través del `\comando` se debe imprimir con tipografía romana (`\rmfamily`) y debe tener el espacio adecuado.

Nota 7.37. Para que los operadores (funciones matemáticas) puedan usar límites, se debe usar el comando `\DeclareMathOperator*`

Los operadores definidos a través del comando `\DeclareMathOperator*` pueden controlar la posición de los límites al usar los comandos `\limits` y `\nolimits`.

Nota 7.38. Para definir operadores a través del comando `\DeclareMathOperator`, la declaración se debe hacer en el preámbulo del documento y posterior al uso del paquete `amsmath` (después de `\usepackage{amsmath}` y antes de `\begin{document}`).

Ejemplo 71. Definir la función hiperbólica $y = \cosh(x)$, su inversa $x = \operatorname{arcosh}(y) = \cosh^{-1}(y)$ y encontrar la solución de la función hipervólica inversa.

Definición 7.18 (Coseno hiperbólico).

$$y = \cosh_{x \in \mathbb{R}}(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2} \quad (7.44)$$

Para encontrar la solución de $x = \operatorname{arcosh}(y) = \cosh^{-1}(y)$ se multiplica la ecuación (7.44) por $2e^x$ y se obtiene que $2ye^x = e^{2x} + 1$, equivalente a $e^{2x} - 2ye^x + 1 = 0$. Por la ecuación (7.30):

$$e^x = \frac{2y \pm \sqrt{4y^2 - 4}}{2} = y \pm \sqrt{y^2 - 1}$$

Por lo cual:

$$x = \pm \ln(y + \sqrt{y^2 - 1})$$

Definición 7.19 (Coseno hiperbólico inverso).

$$x = \operatorname{arcosh}_{y \geq 1}(y) = \cosh_{y \geq 1}^{-1}(y) = \pm \ln(y + \sqrt{y^2 - 1}) \quad (7.45)$$

El código para definir la función hiperbólica $\cosh(x)$, su inversa $\cosh^{-1}(y)$ y encontrar la solución de la función hiperbólica inversa es el siguiente:

```
\begin{definition}[Coseno hiperbólico]\label{Cosh}
\begin{equation}\label{cosh}
y=\hcos_{\{x\in\mathbb{R}\}}\left(x\right)=\frac{e^{\{x\}}+e^{-\{x\}}}{2}
\end{equation}
\end{definition}
Para encontrar la solución de
 $x=\operatorname{arccosh}\left(y\right)=\mathrm{\cosh}^{-1}\left(y\right)$ 
se multiplica la ecuación~ \eqref{cosh} por  $2e^{\{x\}}$  y se obtiene que
 $2ye^{\{x\}}=e^{\{2x\}}+1$ , equivalente a  $e^{\{2x\}}-2ye^{\{x\}}+1=0$ .
Por la ecuación~ \eqref{FG}:
 $[e^{\{x\}}=\frac{2y\pm\sqrt{4y^{\{2\}}-4}}{2}=y\pm\sqrt{y^{\{2\}}-1}]$ 
Por lo cual:
 $[x=\pm\ln\left(y+\sqrt{y^{\{2\}}-1}\right)]$ 
\begin{definition}[Coseno hiperbólico inverso]\label{ArcCosh}
\begin{equation}\label{arccosh}
x=\operatorname{arccosh}_{\{y\geq 1\}}\left(y\right)=\operatorname{invcosh}_{\{y\geq 1\}}\left(y\right)=
\pm\ln\left(y+\sqrt{y^{\{2\}}-1}\right)
\end{equation}
\end{definition}
```

En la Definición 7.18 se utiliza el operador $\operatorname{hcos}_{x \in \mathbb{R}}$, para encontrar la solución de la función hiperbólica inversa se utiliza el operador $\operatorname{arccosh}$ y en la Definición 7.19 se utilizan los operadores $\operatorname{arccosh}_{y \geq 1}$ y $\operatorname{invcosh}_{y \geq 1}$ ⁴³.

Para poder utilizar los operadores hcos , $\operatorname{arccosh}$, $\operatorname{arccosh}$ y $\operatorname{invcosh}$, se debe incluir en el preámbulo del documento el código siguiente:

```
\usepackage{amsmath}
...
\DeclareMathOperator*\hcos{cosh}
\DeclareMathOperator*\arccosh{arc\,cosh}
\DeclareMathOperator*\invcosh{cosh^{-1}}
...
\begin{document}
```

7.10.16. Operadores de congruencia

Para expresar las relaciones de congruencia, $\text{\LaTeX}$ tiene los comandos siguientes:

OPERADOR	COMANDO	OPERADOR	COMANDO
mód m	$\operatorname{\bmod}\{m\}$	(mód m)	$\operatorname{\pmod}\{m\}$

Tabla 7.19: Operadores de congruencia ($\text{\LaTeX 2}\epsilon$)

Para expresar las relaciones de congruencia, el paquete `amsmath` (`\usepackage{amsmath}`) tiene los comandos siguientes:

OPERADOR	COMANDO	OPERADOR	COMANDO
mód m	$\operatorname{\mod}\{m\}$	(m)	$\operatorname{\pod}\{m\}$

Tabla 7.20: Operadores de congruencia (`amsmath`)

La sintaxis de los comandos (`\bmod`, `\pmod`, `\mod` y `\pod`) de congruencia es la siguiente:

```
\comando{modulo}
```

Los comandos de congruencia tienen el argumento obligatorio `modulo` para indicar el módulo de la relación de congruencia.

Nota 7.39. Al usar el paquete `babel` con la opción `spanish` (`\usepackage[spanish]{babel}`) el operador de congruencia debe aparecer con acento: $a \equiv b \operatorname{\mod} m$, $a \equiv b \operatorname{\pmod} m$, $a \equiv b \operatorname{\mod} b$ y $a \equiv b \operatorname{\pmod} m$.

⁴³El resultado al usar el operador `\invcosh` (sín usar el límite inferior) es similar que al utilizar el código `\mathrm{\cosh^{-1}}`.

Ejemplo 72. Definir congruencia.

Definición 7.20 (Congruencia). Sean a, b y $m \in \mathbb{Z}$, entonces $\forall m > 0, m \mid (a - b) \Leftrightarrow a \equiv b \pmod{m}$.

El código para definir congruencia es el siguiente:

```
\begin{definition}[Congruencia]\label{congruencia}
Sean  $a, b$  y  $m \in \mathbb{Z}$ , entonces  $\forall m > 0, m \mid (a - b) \Leftrightarrow a \equiv b \pmod{m}$ .
\end{definition}
```

Ejemplo 73. Plantear expresiones equivalentes a la Definición 7.20.

1. $a \pmod{m} = b \pmod{m}$.
2. $a - b \equiv 0 \pmod{m}$.

El código para plantear expresiones equivalentes a la Definición 7.20 es el siguiente:

```
\begin{enumerate}
\item  $a \pmod{m} = b \pmod{m}$ .
\item  $a - b \equiv 0 \pmod{m}$ .
\end{enumerate}
```

Ejemplo 74. Enunciar las proposiciones necesarias para que la relación de congruencia sea relación de equivalencia.

Proposición 7.7 (Reflexividad). $a \equiv a \pmod{m}$.

Proposición 7.8 (Simetría). Si $a \equiv b \pmod{m}$, entonces $b \equiv a \pmod{m}$.

Proposición 7.9 (Transitividad). Si $a \equiv b \pmod{m}$ y $b \equiv c \pmod{m}$, entonces $a \equiv c \pmod{m}$.

El código para enunciar las proposiciones necesarias para que la relación de congruencia sea relación de equivalencia es el siguiente:

```
\begin{proposition}[Reflexividad]\label{Reflexividad}
 $a \equiv a \pmod{m}$ .
\end{proposition}

\begin{proposition}[Simetría]\label{Simetría}
Si  $a \equiv b \pmod{m}$ , entonces  $b \equiv a \pmod{m}$ .
\end{proposition}

\begin{proposition}[Transitividad]\label{Transitividad}
Si  $a \equiv b \pmod{m}$  y  $b \equiv c \pmod{m}$ , entonces  $a \equiv c \pmod{m}$ .
\end{proposition}
```

7.10.17. Escribir símbolos sobre símbolos

Para colocar algún símbolo sobre otro símbolo, $\text{\LaTeX}$ tiene el comando `\stackrel`, el cual tiene la sintaxis siguiente:

`\stackrel{arriba}{abajo}`

El comando `\stackrel` tiene los argumentos obligatorios arriba y abajo, los cuales son para indicar la posición que tiene cada símbolo.

Ejemplo 75. Definir Esperanza completa de vida.

Definición 7.21 (Esperanza completa de vida). Tiempo promedio de vida que cada individuo de la población ha sobrevivido hasta alcanzar la edad x .

$$\overset{\circ}{e}_x = \frac{T_x}{l_x} = \int_0^{\omega-x} \frac{l_{x+t}}{l_x} dt = \int_0^{\omega-x} {}_t p_x dt \quad (7.46)$$

La notación siguiente:

Notación 7.1 (Funciones biométricas).

ω : Edad teórica límite de sobrevivencia, donde $\omega = \min_{x \in [0, \infty)} \{x \mid l_x = 0\}$.

l_x : Conjunto de individuos que tienen la edad x , donde $x \in [x, x+1)$.

T_x : Número de individuos que al menos tienen la edad x , donde $T_x = \int_0^{\infty} l_{x+t} dt$.

${}_n p_x$: Probabilidad de que el conjunto de individuos que han alcanzado la edad x (l_x), sobrevivan hasta alcanzar la edad $x+n$ (l_{x+n}). Por lo cual ${}_n p_x = \frac{l_{x+n}}{l_x}$.

Nota 7.40. El conjunto l_x es cerrado ante el proceso migratorio y está sujeto a observación hasta que todos sus individuos dejan de existir debido a la mortalidad ($l_\omega = 0$).

El código para definir la Esperanza completa de vida es el siguiente:

```
\begin{definition}[Esperanza completa de vida]\label{Esperanza}
Tiempo promedio de vida que cada individuo de la población ha sobrevivido
hasta alcanzar la edad  $x$ .
\begin{equation}\label{ECV}
\stackrel{\circ}{e}_x = \frac{T_x}{l_x} =
\int_0^{\omega-x} \frac{l_{x+t}}{l_x} dt =
\int_0^{\omega-x} {}_t p_x dt
\end{equation}
```

Nota 7.41. Es importante hacer notar que el símbolo utilizado para definir la Esperanza completa de vida ($\overset{\circ}{e}_x$) puede ser creado a través del código `\mathring{e}_x` ($\overset{\circ}{e}_x$).

El código para la notación es el siguiente:

```
La notación siguiente:
\begin{notation}[Funciones biométricas]\label{FBiometricas}
\begin{align*}
\omega &: \&\&\text{Edad teórica límite de sobrevivencia,} \\
\text{donde } \omega &= \min_{x \in \left[0, \infty\right)} \\
\left\{x \mid l_x = 0\right\} & \\
l_x &: \&\&\text{Conjunto de individuos que tienen la edad } x, \\
\text{donde } x &\in \left[x, x+1\right) \\
T_x &: \&\&\text{Número de individuos que al menos tienen la edad } x, \\
\text{donde } T_x &= \int_0^{\infty} l_{x+t} dt \\
p_n &: \&\&\text{Probabilidad de que el conjunto de individuos} \\
&\text{que han alcanzado la edad } x \text{ } \left(l_x\right) \\
&\&\&\text{sobrevivan hasta alcanzar la edad } x+n \text{ } \left(l_{x+n}\right) \\
\text{Por lo cual } p_n &= \frac{l_{x+n}}{l_x} \\
\end{align*}
\begin{note}
El conjunto  $l_x$  es cerrado ante el proceso migratorio y está sujeto
a observación hasta que todos sus individuos dejan de existir debido
a la mortalidad  $\left(l_{\omega=0}\right)$ .
\end{note}
```

El paquete `amsmath` (`\usepackage{amsmath}`) tiene los comandos siguientes:

COMANDO	SINTAXIS
<code>\overset</code>	<code>\overset{arriba}{objeto}</code>
<code>\underset</code>	<code>\underset{abajo}{objeto}</code>
<code>\xrightarrow</code>	<code>\xrightarrow[abajo]{arriba}</code>
<code>\xleftarrow</code>	<code>\xleftarrow[abajo]{arriba}</code>

Tabla 7.21: Comandos para escribir símbolos sobre símbolos (paquete `amsmath`)

Los comandos `\overset` y `\underset` tienen los argumentos obligatorios `arriba` y `objeto` para indicar el símbolo que $\text{\LaTeX}$ debe colocar arriba del objeto.

Los comandos `\xrightarrow` y `\xleftarrow` tienen el argumento obligatorio `arriba` y el el argumento opcional `abajo` para indicar el símbolo que $\text{\LaTeX}$ debe colocar arriba y abajo de la flecha.

Ejemplo 76. Definir la Composición de funciones.

Definición 7.22 (Composición de funciones). Sean $W \neq \emptyset$, $X \neq \emptyset$, $Y \neq \emptyset$ y $Z \neq \emptyset$ conjuntos tales que $W \subseteq A$, $X \subseteq B$, $Y \subseteq X$ y $Z \subseteq C$ y sean $f: W \subseteq A \rightarrow X \subseteq B$ y $g: Y \subseteq X \rightarrow Z \subseteq C$ funciones, entonces: $g \circ f = g(f(W)): W \subseteq A \rightarrow Z \subseteq C$. Ésto es:

$$W \xrightarrow{f(W)} X, Y \xrightarrow{g(Y)} Z \Rightarrow X \xrightarrow[g(f(W))]{g \circ f} Z$$

El código para definir la Composición de funciones es el siguiente:

```
\begin{definition}[Composición de funciones]\label{Composicion}
Sean  $W \neq \emptyset$ ,  $X \neq \emptyset$ ,  $Y \neq \emptyset$  y  $Z \neq \emptyset$ 
conjuntos tales que  $W \subseteq A$ ,  $X \subseteq B$ ,  $Y \subseteq X$ 
y  $Z \subseteq C$  y sean  $f: W \subseteq A \rightarrow X \subseteq B$ 
y  $g: Y \subseteq X \rightarrow Z \subseteq C$  funciones, entonces:
 $g \circ f = g \circ (f \circ (W \rightarrow X)) : W \subseteq A \rightarrow Z \subseteq C$ . Ésto es:
\[
W \xrightarrow{f \circ (W \rightarrow X)} X \text{ text{, } } Y \xrightarrow{g \circ (Y \rightarrow Z)} Z
\]
 $\xrightarrow{X \rightarrow Z} [g \circ (f \circ (W \rightarrow X))] \circ [g \circ f] Z$ 
\]
```

7.10.18. Puntuación

Para usar puntuación en el modo matemático, $\text{\LaTeX}$ tiene los comandos siguientes:

PUNTUACIÓN	COMANDO	PUNTUACIÓN	COMANDO
.	<code>\cdot</code>	.	<code>\cdotp</code>
...	<code>\cdots</code>	:	<code>\colon</code>
...	<code>\ddots</code>	...	<code>\dots</code> o <code>\ldots</code>
.	<code>\ldotp</code>	:	<code>\vdots</code>

Tabla 7.22: Puntuación en el modo matemático ($\text{\LaTeX 2}_{\epsilon}$)

Nota 7.42. La diferencia entre los comandos `\cdot` y `\cdotp` es el espaciado entorno al punto.

El paquete `amsmath` (`\usepackage{amsmath}`) tiene comandos para usar puntuación horizontal en el modo matemático. Los comandos son los siguientes:

COMANDO	DESCRIPCIÓN
<code>\dotsb</code>	Para colocar puntos entre operadores de relación binaria y operadores binarios.
<code>\dotsc</code>	Para colocar puntos entre comas.
<code>\dotsm</code>	Para colocar puntos entre símbolos de multiplicación.
<code>\dotso</code>	Para colocar puntos entre otros símbolos.

Tabla 7.23: Puntuación en el modo matemático (paquete `amsmath`)

Ejemplo 77. Enunciar el Teorema de *Taylor* (Teorema 7.9 página 138) utilizando los símbolos de puntuación de las Tablas 7.22 y 7.23.

Sea $f(x_1, x_2, \dots, x_n) : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ continuamente diferenciable en $B_{(x_1, x_2, \dots, x_n)} \in \mathbb{R}^n$.
Entonces $\forall (a_1, a_2, \dots, a_n) \in B_{(x_1, x_2, \dots, x_n)}$, la función $f(x_1, x_2, \dots, x_n) \in C^\infty$ satisface:

$$\begin{aligned} f(x_1, x_2, \dots, x_n) &= f(a_1, a_2, \dots, a_n) + \nabla_{x_{k \in \mathbb{N}}}^T f(a_1, a_2, \dots, a_n) dx_{k \in \mathbb{N}} \\ &\quad + \frac{1}{2} dx_{k \in \mathbb{N}}^T \nabla_{x_{k \in \mathbb{N}}}^2 f(a_1, a_2, \dots, a_n) dx_{k \in \mathbb{N}} + \dots \\ &= \sum_{k_0=0}^{\infty} \sum_{k_1=0}^{\infty} \dots \sum_{k_n=0}^{\infty} \frac{\partial^{k_1}}{\partial a_1^{k_1}} \frac{\partial^{k_2}}{\partial a_2^{k_2}} \dots \frac{\partial^{k_n}}{\partial a_n^{k_n}} \frac{f(a_1, a_2, \dots, a_n) (dx_1)^{k_1} (dx_2)^{k_2} \dots (dx_n)^{k_n}}{k_1! \cdot k_2! \dots k_n!} \end{aligned}$$

Observación. Al usar el comando `\dotso`, $\text{\LaTeX}$ debe colocar los puntos por debajo de la línea media con respecto a los símbolos. Al usar el comando `\dotsm`, $\text{\LaTeX}$ debe colocar los puntos en la línea media con respecto a los símbolos.

Capítulo 8

Crear gráficas en $\text{\LaTeX}$

8.1. Crear gráficas (entorno `picture`)

8.2. Crear gráficas con el paquete `PSTricks`

Parte II

Generar presentaciones en $\text{\LaTeX}$

Apéndice A

Generar portada para la tesis

El código del Ejemplo 10 (página 10) es para generar la portada de tesis usando el estilo libro y tipografía tamaño 10 puntos, con los márgenes estándar.

Para generar la portada de tesis y los votos aprobatorios con el preámbulo de este manual se tiene el código siguiente:

```
\documentclass[spanish,12pt]{book}
\usepackage[spanish]{babel}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage{mathptmx}
\usepackage{url}

\usepackage{ifpdf}
\ifpdf
  \usepackage[pdftex]{graphicx}
  \pdfcompresslevel=9
  \DeclareGraphicsExtensions{.pdf,.png,.gif,.jpg}
\else
  \usepackage[dvips]{graphicx}
  \DeclareGraphicsExtensions{.ps,.eps}
\fi

\oddsidemargin 0.0cm
\evensidemargin -0.54cm
\topmargin -1.7cm
\headsep 0.7cm
\textheight 24.0cm
\textwidth 17.0cm
\marginparwidth 1.7cm
\parindent 1.5em
```

Gráfica A.1: Código del preámbulo

Para recopilar la información de la portada y los votos aprobatorios se tiene el código siguiente:

```
%INFORMACIÓN PARA LA PORTADA DE TESIS
\newcommand{\titulo}[1]{\def\eltitulo{#1}}           %TÍTULO DE LA TESIS
\newcommand{\carrera}[1]{\def\lacarrera{#1}}         %TÍTULO OTORGADO
\newcommand{\nombre}[1]{\def\elnombre{#1}}          %NOMBRE DEL ALUMNO
\newcommand{\director}[1]{\def\eldirector{#1}}       %DIRECTOR DE TESIS
\newcommand{\fecha}[1]{\def\lafecha{#1}}            %AÑO

%ESCRIBIR: TÍTULO DE LA TESIS, NOMBRE DEL ALUMNO, TÍTULO OTORGADO, DIRECTOR Y AÑO
%El TÍTULO SE PUEDE ESCRIBIR EN VARIOS RENGLONES
\titulo{Sistema de Información Electrónica \[0.3cm] para Valuación de Opciones}
\nombre{José Antonio Climent Hernández}
%Actuario, Biólogo, Físico, Licenciado en Ciencias de la Computación o Matemático
\carrera{\scshape{A c t u a r i o}}
\director{M.~ en~ I.~ Rubén Téllez Sánchez}
\fecha{2008}

%INFORMACIÓN PARA LOS VOTOS APROBATORIOS
\newcommand{\alumnocta}[1]{\def\elalumnocta{#1}}     %NÚMERO DE CUENTA
\newcommand{\jefeDEP}[1]{\def\eljefeDEP{#1}}        %JEFE DE LA DEP
\newcommand{\nomcarrera}[1]{\def\elnomcarrera{#1}}  %CARRERA
\newcommand{\sinoda}[1]{\def\elsinoda{#1}}           %SINODAL A
\newcommand{\sinodb}[1]{\def\elsinodb{#1}}          %SINODAL B
\newcommand{\suplea}[1]{\def\elsuplea{#1}}           %SUPLENTE A
\newcommand{\supleb}[1]{\def\elsupleb{#1}}           %SUPLENTE B
\newcommand{\jefeCD}[1]{\def\eljefeCD{#1}}          %COORDINADOR CARRERA
\newcommand{\tituloh}[1]{\def\eltituloh{#1}}        %TÍTULO TESIS VOTOS
\newcommand{\consejo}[1]{\def\elCD{#1}}             %DEPARTAMENTO
\newcommand{\coordinador}[1]{\def\elcoordinador{#1}} %NOMBRE DEL COORDINADOR

%ESCRIBIR: NÚMERO DE CUENTA, JEFE DEP, TÍTULO TESIS, DEPARTAMENTO, CARRERA,
%NOMBRE DEL COORDINADOR, SINODAL A, SINODAL B, SUPLENTE A, SUPLENTE B.
\alumnocta{08835710-8}
\jefeDEP{Act. Mauricio Aguilar González}
%El TÍTULO SE DEBE ESCRIBIR EN UN RENGLÓN
\tituloh{Sistema de Información Electrónica para Valuación de Opciones}
%Actuaría, Biología, Ciencias de la Comoutación, Física o Matemáticas
\nomcarrera{Actuaría}
\coordinador{Dr. Luis Antonio Rincón Solís}
\sinoda{Dra.~ Idalia Flores de la Mota}
\sinodb{Dr.~ Sergio Fuentes Maya}
\suplea{M.~ en~ A.~ P.~ María del Pilar Alonso Reyes}
\supleb{Dr.~ Luis Antonio Rincón Solís}

%ESCRIBIR: DEPARTAMENTO (Biología, Física o Matemáticas).
\consejo{Matemáticas}
%NO SE DEBE MODIFICAR
\jefeCD{Coordinador de la carrera de \emph{\elnomcarrera}}
```

Gráfica A.2: Código para recopilar información

Para diseñaar la página del título de la tesis se tiene el código siguiente:

%PÁGINA DEL TÍTULO DE LA TESIS	
\thispagestyle{empty}	%PÁGINA SIN NUMERAR
%ESCUDOS Y LÍNEAS VERTICALES	
\hskip -1.1cm	
\begin{minipage}[c][24cm][s]{3cm}	
\begin{center}	
\includegraphics[height=2.6cm]{img/Unam.eps}\\[10pt]	%ESCUDO UNAM
\hskip 2pt \vrule width 2pt height 17.5cm \hskip 1mm	%LÍNEA VERTICAL 2pt
\vrule width 1pt height 17.5cm\\[10pt]	%LÍNEA VERTICAL 1pt
\includegraphics[height=2.6cm]{img/Ciencias.ps}	%ESCUDO CIENCIAS
\end{center}	
\end{minipage}	
%INSTITUCIÓN, LÍNEAS HORIZONTALES, FACULTAD	
\begin{minipage}[c][23cm][s]{13.7cm}	
\begin{center}	
{\LARGE Universidad Nacional Autónoma de México}	%INSTITUCIÓN
\vspace{3mm} \hrule height 2pt \vspace{1mm}	%LÍNEA HORIZONTAL 2pt
\hrule height 1pt \vspace{3mm}	%LÍNEA HORIZONTAL 1pt
{\LARGE Facultad de Ciencias} \\\	%FACULTAD
\vspace{3.2cm}{\Large \eltitulo}\vspace{3.2cm}	%TÍTULO DE LA TESIS
\makebox[8cm][s]{\Huge T E S I S}\\[14pt]	
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:\\[3pt]	
\lacarrera\\[24pt]	
PRESENTA:\\[3pt]	
\elnombre \\\vspace{2cm}	%NOMBRE DEL ALUMNO
{\small DIRECTOR DE TESIS:\\ \eldirector} \\\	%DIRECTOR DE TESIS
\vspace{4cm}\lafecha	%AÑO
\end{center}	
\end{minipage}	

Gráfica A.3: Código para diseñar la página del título de la tesis

El código para diseñar la página del título de la tesis (Gráfica A.3) debe generar la portada con el escudo de la Universidad Nacional Autónoma de México y el escudo de la Facultad de Ciencias. La información recopilada (mediante el código de la Gráfica A.2) es utilizada para generar la portada (institución, facultad, título de la tesis, título otorgado, nombre del alumno, director de tesis y el año).

El código para diseñar la página de los votos aprobatorios (Gráfica A.4 de la página A.4) debe generar la página de los votos aprobatorios con el escudo de la Universidad Nacional Autónoma de México. La información recopilada (mediante el código de la Gráfica A.2) es utilizada para generar la portada (nombre del jefe de la División de Estudios Profesionales, facultad, título de la tesis, título otorgado, nombre del alumno, número de cuenta, carrera, director de tesis, sinodales, consejo departamental y el nombre del coordinador de la carrera).

Para diseñar la página de los votos aprobatorios se tiene el código siguiente:

%VOTOS APROBATORIOS	
\thispagestyle{empty}	%PÁGINA SIN NUMERAR
\begin{flushleft}	
\includegraphics[height=2.6cm]{img/Unam.eps} \\	%ESCUDO UNAM
\bigskip	
\textbf{\eljefeDEP} \\	%JEFE DE LA DEP
Jefe de la División de Estudios Profesionales \\	
Facultad de Ciencias \\	
Presente.	
\end{flushleft}	
\medskip	
Se le informa que se ha revisado el trabajo escrito:	
\begin{center}	
\textbf{\textit{\eltitulo}}	%TÍTULO DE LA TESIS
\end{center}	
realizado por \textbf{\textit{\elnombre}}	%NOMBRE DE ALUMNO
con número de cuenta \emph{\elalumno}	%NÚMERO DE CUENTA
quien cubrió los créditos de la carrera	
de \emph{\elnomcarrera}.	%CARRERA
\smallskip	
Dicho trabajo cuenta con el voto aprobatorio.	
\smallskip	
\begin{center}	
Atentamente	
\end{center}	
\medskip	
\begin{table}[h!]	
\begin{flushleft}	
\hspace*{0.5em}Director de Tesis \\[2mm]	
\begin{tabular}[h!]{lp{8.5cm}r}	
Propietario & \eldirector & \rule{5cm}{0.01mm} \\[7mm]	%DIRECTOR DE TESIS
Propietario & \elsinoda & \rule{5cm}{0.01mm} \\[7mm]	%SINODAL A
Propietario & \elsinodb & \rule{5cm}{0.01mm} \\[7mm]	%SINODAL B
Suplente & \elsuplea & \rule{5cm}{0.01mm} \\[7mm]	%SUPLENTE A
Suplente & \elsupleb & \rule{5cm}{0.01mm}	%SUPLENTE B
\end{tabular}	
\end{flushleft}	
\end{table}	
\begin{center}	
Consejo Departamental de \emph{\elCD} \\	%DEPARTAMENTO
\vspace{1.5cm}	
\rule{8cm}{0.01mm} \\	
\elcoordinador \\	%NOMBRE DELCOORDINADOR
\eljefeCD	%COORDINADOR DE CARRERA
\end{center}	

Gráfica A.4: Código para diseñar la página de los votos aprobatorios



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Ciencias

Sistema de Información Electrónica
para Valuación de Opciones

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

A C T U A R I O

PRESENTA:

JOSÉ ANTONIO CLIMENT HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS:

M. EN I. RUBÉN TÉLLEZ SÁNCHEZ



2008

El código para:

1. Recopilar la información (Gráfica A.2).
2. Diseñar la página del título de tesis (Gráfica A.3).
3. Diseñar la página de los votos aprobatorios (Gráfica A.4).

Puede estar en un archivo (`Votos.tex`) y ser incluido (`\include{Votos}`) al comenzar el cuerpo del documento (después de `\begin{document}` y antes de `\frontmatter`) del archivo principal (`Tesis.tex`) de la forma siguiente:

```
\begin{document}
%PORTADA DE LA TESIS Y VOTOS APROBATORIOS
\include{Votos}
%GRANDES UNIDADES DE ESTRUCTURA
\frontmatter
\include{Agradecimientos}
\include{Resumen}
\include{Introduccion}
%ÍNDICE GENERAL
\tableofcontents
\mainmatter ... \appendix ... \backmatter ...
\end{document}
```

Gráfica A.5: Estructura del documento `Tesis.tex`

De esta forma la tesis comienza con la portada y después los agradecimientos (se debe dejar una página en blanco para que la página de los votos aprobatorios sea página derecha).

Observación. Se puede incluir el código del archivo `Votos.tex` en el documento principal o en el entorno `titlepage` (`\begin{titlepage} ... \end{titlepage}`).

El código del archivo `Votos.tex` puede tener la estructura siguiente:

```
Código de la Gráfica A.2 (página 190).
\begin{titlepage}
Código de la Gráfica A.3 (página 191).
\end{titlepage}
\begin{titlepage}
Código de la Gráfica A.4 (página 192).
\end{titlepage}
```

Gráfica A.6: Estructura del archivo `Votos.tex`

Observación. Al incluir el archivo `Votos.tex` (`\include{Votos}`)¹ en el archivo `Tesis.tex` y al compilar el código de éste, se deben obtener cuatro páginas (dos de la portada y dos de los votos aprobatorios).

¹Con la estructura de la Gráfica A.6.



Act. Mauricio Aguilar González

Jefe de la División de Estudios Profesionales

Facultad de Ciencias

Presente.

Se le informa que se ha revisado el trabajo escrito:

“Sistema de Información Electrónica para Valuación de Opciones”

realizado por **José Antonio Climent Hernández** con número de cuenta 08835710-8 quien cubrió los créditos de la carrera de *Actuaría*. Dicho trabajo cuenta con el voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario M. en I. Rubén Téllez Sánchez

Propietario Dra. Idalia Flores de la Mota

Propietario Dr. Sergio Fuentes Maya

Suplente M. en A. P. María del Pilar Alonso Reyes

Suplente Dr. Luis Antonio Rincón Solís

Consejo Departamental de *Matemáticas*

Dr. Luis Antonio Rincón Solís
Coordinador de la carrera de *Actuaría*

Para anexar la página de los votos aprobatorios al código del Ejemplo 10 (página 33), se debe incorporar el código siguiente:

```
\begin{titlepage}
\begin{flushleft}
\includegraphics[height=2.6cm]{img/Unam.ps} \\\medskip      %ESCUDO UNAM
\textbf{Act. Mauricio Aguilar González}\\                  %JEFE DE LA DEP
Jefe de la División de Estudios Profesionales \\\
Facultad de Ciencias\\
Presente.
\end{flushleft} \bigskip
Se le informa que se ha revisado el trabajo escrito:
\begin{center}
\textbf{\textit{‘‘Valuación de Opciones Reales’’}}           %TÍTULO DE LA TESIS
\end{center}
realizado por \textbf{\textit{Adolfo Amrtón Sotelo López}}   %NOMBRE DEL ALUMNO
con número de cuenta \emph{04235616-9}                     %NÚMERO DE CUENTA
quien cubrió los créditos de la carrera
de \emph{Actuaría}. \smallskip                               %CARRERA
Dicho trabajo cuenta con el voto aprobatorio. \medskip
\begin{center}Atentamente\end{center} \medskip
\begin{table}[h!]
\begin{flushleft}
%ANOTAR EL NOMBRE DEL DIRECTOR DE TESIS Y DE LOS SINODALES
\end{flushleft}
\hspace*{0.5em}Director de Tesis \\\[1mm]
\begin{tabular}[h!]{lp{6cm}r}
Propietario & M.~ en~ I.~ José Antonio Climent Hernández & \rule{3.5cm}{0.1mm} \\\[6mm]
Propietario & Act.~ Alina Fernanda Aguilar Pradal & \rule{3.5cm}{0.1mm} \\\[6mm]
Propietario & Act.~ Annuar Ervin Ayala Rivera & \rule{3.5cm}{0.1mm} \\\[6mm]
Suplente & Act.~ Gabriel Esteban Olay Blanco & \rule{3.5cm}{0.1mm} \\\[6mm]
Suplente & M.~ en~ C.~ Elena de Oteyza de Oteyza & \rule{3.5cm}{0.1mm}
\end{tabular}
\end{flushleft}
\end{table}
\begin{center}
%CONSEJO DEPARTAMENTAL
Consejo Departamental de \emph{Matemáticas} \\\ \vspace{1.4cm}
\rule{8cm}{0.1mm} \\\
%NOMBRE DEL COORDINADOR
Dr.~ Luis Antonio Rincón Solís \\\
%CARRERA
Coordinador de la carrera de \emph{Actuaría}
\end{center}
\end{titlepage}
```

Gráfica A.7: Código para diseñar la página de los votos aprobatorios con márgenes estándar

Al compilar el código para diseñar la página de los votos aprobatorios (Gráfica A.7) ² se obtiene la página que se puede observar en la Gráfica A.8 (página 197).

²Con el preámbulo del Ejemplo 10, en el entorno document (`\begin{document} ... \end{document}`).



Act. Mauricio Aguilar González
 Jefe de la División de Estudios Profesionales
 Facultad de Ciencias
 Presente.

Se le informa que se ha revisado el trabajo escrito:

“Valuación de Opciones Reales”

realizado por **Adolfo Amrtón Sotelo López** con número de cuenta 04235616-9 quien cubrió los créditos de la carrera de *Actuaría*. Dicho trabajo cuenta con el voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis	
Propietario	M. en I. José Antonio Climent Hernández _____
Propietario	Act. Alina Fernanda Aguilar Pradal _____
Propietario	Act. Annuar Ervin Ayala Rivera _____
Suplente	Act. Gabriel Esteban Olay Blanco _____
Suplente	M. en C. Elena de Oteyza de Oteyza _____

Consejo Departamental de *Matemáticas*

 Dr. Luis Antonio Rincón Solís
 Coordinador de la carrera de *Actuaría*

Gráfica A.8: Página para los votos aprobatorios con márgenes estándar

Apéndice B

Instalar el paquete `phonetic` en *Linux*

El paquete `phonetic` no está incluido en la distribución de $\text{\LaTeX}$ (`tetex-latex-3.0-36.fc6`) de *Fedora Core 6* por lo cual es necesario obtener los archivos `phonetic.sty` y `Uphon.fd`.

En la dirección electrónica <http://tug.ctan.org/tex-archive/fonts/phonetic> se pueden obtener los archivos siguientes:

1. El subdirectorio `2e` (<http://www.ctan.org/tex-archive/fonts/phonetic/Doc/2e/>) con los archivos `phonetic.sty` y `Uphon.fd`, los cuales se deben instalar en el directorio local siguiente:

`/usr/share/texmf/tex/latex/phonetic.`

2. Los tipos fonéticos para computadora moderna (*Computer Modern Phonetic*).

<code>cmph5.mf.</code>	<code>cmph6.mf.</code>	<code>cmph7.mf.</code>	<code>cmph8.mf.</code>	<code>cmph9.mf.</code>
<code>cmph10.mf.</code>	<code>cmphi7.mf.</code>	<code>cmphi8.mf.</code>	<code>cmphi9.mf.</code>	<code>cmphi10.mf.</code>
<code>cmphb10.mf.</code>	<code>local.mf.</code>	<code>phochar.mf.</code>	<code>phoital.mf.</code>	<code>phoitchar.mf.</code>
<code>phosym.mf.</code>	<code>symchar.mf.</code>			

Estos archivos se deben instalar en el directorio local siguiente:

`/usr/share/texmf/fonts/source/public/phonetic.`

3. En la instalación de $\text{\LaTeX}$ se pueden encontrar, además, los archivos siguientes:

<code>cmph5.tmf.</code>	<code>cmph6.tmf.</code>	<code>cmph7.tmf.</code>	<code>cmph8.tmf.</code>	<code>cmph9.tmf.</code>
<code>cmph10.tmf.</code>	<code>cmphi7.tmf.</code>	<code>cmphi8.tmf.</code>	<code>cmphi9.tmf.</code>	<code>cmphi10.tmf.</code>
<code>cmphb10.tmf.</code>				

Estos archivos se deben instalar en el directorio local siguiente:

`/usr/share/texmf/fonts/tfm/public/phonetic.`

Observación. Para crear el directorio `phonetic` en cada uno de los directorios locales se debe usar el comando `mkdir` (`mkdir phonetic`).

Cuando los archivos han sido instalados en los directorios correspondientes, para que el paquete `phonetic` pueda ser utilizado, es necesario actualizar el sistema $\text{\LaTeX}$ mediante el comando `texhash`.

Apéndice C

Paquete `color`

El paquete `color` tiene los colores predefinidos siguientes:

COLOR	DESCRIPCIÓN
<i>black</i>	Color negro.
<i>white</i>	Color blanco.
<i>red</i>	Color rojo.
<i>green</i>	Color verde.
<i>blue</i>	Color azul oscuro.
<i>cyan</i>	Color azul claro.
<i>magenta</i>	Color rosa.
<i>yellow</i>	Color amarillo.

Tabla C.1: Colores predefinidos del paquete `color`

C.1. Definir colores personalizados (comando `\definecolor`)

Para definir colores personalizados, los usuarios de `LATEX` lo pueden hacer a través del comando `\definecolor`.

La sintaxis del comando `\definecolor` es la siguiente:

```
\definecolor{nombre}{modelo}{definicion}
```

El argumento `nombre` permite a los usuarios de `LATEX` definir el nombre del color.

El argumento `modelo` permite a los usuarios de `LATEX` indicar el modelo de color que se debe utilizar.

El argumento `definicion` permite a los usuarios de `LATEX` indicar la cantidad de color primario o atributo (entre cero y la unidad) que se debe utilizar para el modelo de color utilizado.

C.2. Modelos de color

Los modelos de color son los siguientes:

MODELO	DESCRIPCIÓN
<i>rgb</i>	Para definir colores a través de los colores primarios: rojo (<i>red</i>), verde (<i>green</i>) y azul (<i>blue</i>).
<i>cmyk</i>	Para definir colores a través de los colores primarios: azul claro (<i>cyan</i>), rosa (<i>magenta</i>), amarillo (<i>yellow</i>) y negro (<i>black</i>).
<i>hsb</i>	Para definir colores a través de los atributos: color (<i>hue</i>), contraste (<i>saturation</i>) y brillo (<i>brightness</i>).
<i>gray</i>	Para definir colores a través de tonos del color gris (<i>gray</i>).

Tabla C.2: Modelos de color

Observación. El modelo de color *hsb* no se puede usar al compilar el documento con el comando `pdflatex`.

Al utilizar el paquete `color` se puede usar en el argumento `opciones` el valor `usenames` a través de la sintaxis siguiente:

```
\usepackage[usenames]{color}
```

Entonces [L^AT_EX](#) debe activar los nombres disponibles de los colores predefinidos en el archivo `dvipsnam.def`.

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

Tabla C.3: Colores predefinidos (archivo `dvipsnam.def`)

Para definir los 68 colores (Tabla C.3, página 202) con el modelo *cmymk* se tiene el código siguiente:

```

\definecolor{GreenYellow}{cmymk}{0.15,0,0.69,0}
\definecolor{Yellow}{cmymk}{0,0,1,0}
\definecolor{Goldenrod}{cmymk}{0,0.10,0.84,0}
\definecolor{Dandelion}{cmymk}{0,0.29,0.84,0}
\definecolor{Apricot}{cmymk}{0,0.32,0.52,0}
\definecolor{Peach}{cmymk}{0,0.50,0.70,0}
\definecolor{Melon}{cmymk}{0,0.46,0.50,0}
\definecolor{YellowOrange}{cmymk}{0,0.42,1,0}
\definecolor{Orange}{cmymk}{0,0.61,0.87,0}
\definecolor{BurntOrange}{cmymk}{0,0.51,1,0}
\definecolor{Bittersweet}{cmymk}{0,0.75,1,0.24}
\definecolor{RedOrange}{cmymk}{0,0.77,0.87,0}
\definecolor{Mahogany}{cmymk}{0,0.85,0.87,0.35}
\definecolor{Maroon}{cmymk}{0,0.87,0.68,0.32}
\definecolor{BrickRed}{cmymk}{0,0.89,0.94,0.28}
\definecolor{Red}{cmymk}{0,1,1,0}
\definecolor{OrangeRed}{cmymk}{0,1,0.50,0}
\definecolor{RubineRed}{cmymk}{0,1,0.13,0}
\definecolor{WildStrawberry}{cmymk}{0,0.96,0.39,0}
\definecolor{Salmon}{cmymk}{0,0.53,0.38,0}
\definecolor{CarnationPink}{cmymk}{0,0.63,0,0}
\definecolor{Magenta}{cmymk}{0,1,0,0}
\definecolor{VioletRed}{cmymk}{0,0.81,0,0}
\definecolor{Rhodamine}{cmymk}{0,0.82,0,0}
\definecolor{Mulberry}{cmymk}{0.34,0.90,0,0.02}
\definecolor{RedViolet}{cmymk}{0.07,0.90,0,0.34}
\definecolor{Fuchsia}{cmymk}{0.47,0.91,0,0.08}
\definecolor{Lavender}{cmymk}{0,0.48,0,0}
\definecolor{Thistle}{cmymk}{0.12,0.59,0,0}
\definecolor{Orchid}{cmymk}{0.32,0.64,0,0}
\definecolor{DarkOrchid}{cmymk}{0.40,0.80,0.20,0}
\definecolor{Purple}{cmymk}{0.45,0.86,0,0}
\definecolor{Plum}{cmymk}{0.50,1,0,0}
\definecolor{Violet}{cmymk}{0.79,0.88,0,0}
\definecolor{RoyalPurple}{cmymk}{0.75,0.90,0,0}
\definecolor{BlueViolet}{cmymk}{0.86,0.91,0,0.04}
\definecolor{Periwinkle}{cmymk}{0.57,0.55,0,0}
\definecolor{CadetBlue}{cmymk}{0.62,0.57,0.23,0}
\definecolor{CornflowerBlue}{cmymk}{0.65,0.13,0,0}
\definecolor{MidnightBlue}{cmymk}{0.98,0.13,0,0.43}
\definecolor{NavyBlue}{cmymk}{0.94,0.54,0,0}
\definecolor{RoyalBlue}{cmymk}{1,0.50,0,0}
\definecolor{Blue}{cmymk}{1,1,0,0}
\definecolor{Cerulean}{cmymk}{0.94,0.11,0,0}
\definecolor{Cyan}{cmymk}{1,0,0,0}
\definecolor{ProcessBlue}{cmymk}{0.96,0,0,0}
\definecolor{SkyBlue}{cmymk}{0.62,0,0.12,0}
\definecolor{Turquoise}{cmymk}{0.85,0,0.20,0}
\definecolor{TealBlue}{cmymk}{0.86,0,0.34,0.02}
\definecolor{Aquamarine}{cmymk}{0.82,0,0.30,0}
\definecolor{BlueGreen}{cmymk}{0.85,0,0.33,0}
\definecolor{Emerald}{cmymk}{1,0,0.50,0}
\definecolor{JungleGreen}{cmymk}{0.99,0,0.52,0}
\definecolor{SeaGreen}{cmymk}{0.69,0,0.50,0}
\definecolor{Green}{cmymk}{1,0,1,0}
\definecolor{ForestGreen}{cmymk}{0.91,0,0.88,0.12}
\definecolor{PineGreen}{cmymk}{0.92,0,0.59,0.25}
\definecolor{LimeGreen}{cmymk}{0.50,0,1,0}
\definecolor{YellowGreen}{cmymk}{0.44,0,0.74,0}
\definecolor{SpringGreen}{cmymk}{0.26,0,0.76,0}
\definecolor{OliveGreen}{cmymk}{0.64,0,0.95,0.40}
\definecolor{RawSienna}{cmymk}{0,0.72,1,0.45}
\definecolor{Sepia}{cmymk}{0,0.83,1,0.70}
\definecolor{Brown}{cmymk}{0,0.81,1,0.60}
\definecolor{Tan}{cmymk}{0.14,0.42,0.56,0}
\definecolor{Gray}{cmymk}{0,0,0,0.50}
\definecolor{Black}{cmymk}{0,0,0,1}
\definecolor{White}{cmymk}{0,0,0,0}

```

C.3. Escribir texto con color

Para escribir texto con color los usuarios de $\text{\LaTeX}$ pueden utilizar los comandos siguientes:

1. `\color`.
2. `\textcolor`.

C.3.1. Escribir texto con color (comando `\color`)

El comando `\color` tiene la sintaxis siguiente:

1. `\color[modelo]{definicion}`.
2. `\color{nombre}`.

El argumento `modelo` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar el modelo de color que se debe utilizar.

El argumento `definicion` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar la cantidad de color primario o atributo (entre cero y la unidad) que se debe utilizar para el modelo de color utilizado.

El argumento `nombre` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ seleccionar algún color predefinido.

Observación. Al agrupar el comando `\color` (`{\color[modelo]{definicion} texto}`) el color únicamente debe cambiar el texto agrupado entre las llaves, en caso de contrario, el texto debe cambiar de color hasta utilizar nuevamente el comando (`{\color{nombre} texto}`)).

C.3.2. Escribir texto con color (comando `\textcolor`)

El comando `\textcolor` tiene la sintaxis siguiente:

1. `\textcolor[modelo]{definicion}{texto}`.
2. `\textcolor{nombre}{texto}`.

El argumento `modelo` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar el modelo de color que se debe utilizar.

El argumento `definicion` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ indicar la cantidad de color primario o atributo (entre cero y la unidad) que se debe utilizar para el modelo de color utilizado.

El argumento `nombre` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ seleccionar algún color predefinido.

El argumento `texto` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ agrupar la información que se desea colorear a través de los argumentos `modelo` y `definicion` o a través del argumento `nombre`.

Observación. Usar el comando `\textcolor` equivale a agrupar el comando `\color`.

El resultado obtenido es el mismo ([L^AT_EX 2_ε](#)) al usar el código siguiente:

1. `{\color[cmYk]{1,1,0,0} \LaTeXe}.`
2. `{\color{Blue} \LaTeXe}.`
3. `{\color{blue} \LaTeXe}.`
4. `\textcolor[cmYk]{1,1,0,0}{\LaTeXe}.`
5. `\textcolor{Blue}{\LaTeXe}.`
6. `\textcolor{blue}{\LaTeXe}.`

Observación. La sintaxis más sencilla es al usar algún color de los ocho predefinidos y el comando `\textcolor` con la sintaxis `\textcolor{nombre}{texto}`.

C.4. Hacer cajas de color (comando `\colorbox`)

El comando `\colorbox` tiene la sintaxis siguiente:

1. `\colorbox[modelo]{definicion}{objeto}.`
2. `\colorbox{nombre}{objeto}.`

El argumento `modelo` permite a los usuarios de [L^AT_EX](#) indicar el modelo de color que se debe utilizar.

El argumento `definicion` permite a los usuarios de [L^AT_EX](#) indicar la cantidad de color primario o atributo (entre cero y la unidad) que se debe utilizar para el modelo de color utilizado.

El argumento `nombre` permite a los usuarios de [L^AT_EX](#) seleccionar algún color predefinido.

El argumento `objeto` permite a los usuarios de [L^AT_EX](#) agrupar la información que se desea colorear a través de los argumentos `modelo` y `definicion` o a través del argumento `nombre`.

El resultado obtenido es el mismo ([L^AT_EX 2_ε](#)) al usar el código siguiente:

1. `\colorbox[cmYk]{0.62,0,0.12,0}{\textcolor{blue}{\LaTeXe}}.`
2. `\colorbox{SkyBlue}{\textcolor{blue}{\LaTeXe}}.`

C.5. Hacer cajas de color con borde (comando `\fcolorbox`)

El comando `\fcolorbox` tiene la sintaxis siguiente:

`\colorbox{borde}{fondo}{objeto}.`

El argumento `borde` permite a los usuarios de [L^AT_EX](#) indicar el color predefinido que se debe utilizar para la línea de borde la caja.

El argumento `fondo` permite a los usuarios de [L^AT_EX](#) indicar el color predefinido que se debe utilizar para el fondo de la caja.

El argumento `objeto` permite a los usuarios de $\text{\LaTeX}$ agrupar la información que se desea colorear a través de los argumentos `borde` y `fondo`.

El resultado obtenido con el comando `\fcolorbox` ($\text{\LaTeX 2\epsilon}$) al usar el código siguiente:

```
\fcolorbox{Blue}{SkyBlue}{\textcolor{blue}{\LaTeXe}}\right)
```

A través del comando `\fboxsep` (`\setlength{\fboxsep}{longitud}`) se puede redefinir el espacio (parámetro `longitud`) entre el objeto y el borde de la caja.

A través del comando `\fboxrule` (`\setlength{\fboxrule}{grosor}`) se puede redefinir el grosor (parámetro `grosor`) de la línea del borde de la caja.

Observación. Los resultados esperados se pueden observar en los formatos PDF y PS. Los visores para archivos DVI pueden presentar resultados diferentes a los esperados.

Índice de gráficas

2.1.	Primera página del archivo <code>primer.dvi</code>	10
2.2.	Parámetros de diseño para las páginas izquierdas del documento	20
2.3.	Parámetros de diseño para las páginas derechas del documento	21
3.1.	Página del título	31
3.2.	Portada para tesis	34
3.3.	Espacios horizontales	41
3.4.	Página del título generada con color	46
3.5.	Carta al Consejo Departamental	57
3.6.	Anexo de la carta al Consejo Departamental	58
4.1.	Indicadores estándar para el entorno <code>itemize</code>	61
4.2.	Numeradores estándar para el entorno <code>enumerate</code>	63
4.3.	Etiquetas personalizadas para el entorno <code>description</code>	65
4.4.	Artículos personalizados para el entorno <code>list</code>	68
6.1.	Puntos de origen para la rotación (opción <code>origin</code>)	108
A.1.	Código del preámbulo	189
A.2.	Código para recopilar información	190
A.3.	Código para diseñar la página del título de la tesis	191
A.4.	Código para diseñar la página de los votos aprobatorios	192
A.5.	Estructura del documento <code>Tesis.tex</code>	194
A.6.	Estructura del archivo <code>Votos.tex</code>	194
A.7.	Código para diseñar la página de los votos aprobatorios con márgenes estándar	196
A.8.	Página para los votos aprobatorios con márgenes estándar	197

Índice de tablas

2.1.	Caracteres especiales de $\text{\LaTeX}$	9
2.2.	Clases de los documentos $\text{\LaTeX}$	11
2.3.	Tamaño de la tipografía	12
2.4.	Tamaño del papel	12
2.5.	Modo en que se debe procesar el documento	13
2.6.	Modo en que se debe generar el documento	13
2.7.	Página en que deben comenzar los capítulos del documento	13
2.8.	Número de columnas en las que se debe generar el contenido del documento	13
2.9.	Página en que se debe generar el título del documento	14
2.10.	Orientación del papel	14
2.11.	Posición de las ecuaciones en el documento	14
2.12.	Posición de la numeración de las ecuaciones en el documento	14
2.13.	Jerarquía de las unidades de estructura	15
2.14.	Paquetes incluidos en el sistema $\text{\LaTeX 2}\epsilon$	19
2.15.	Comandos para modificar los márgenes estándar del documento.	22
2.16.	Longitud estándar de los parámetros de diseño para el estilo libro	23
2.17.	Equivalencia entre las unidades de longitud.	24
2.18.	Comandos adicionales para modificar los parámetros de diseño del documento	25
2.19.	Estilos de página	25
2.20.	Marcas de estilo para la clase libro	26
2.21.	Estilos de numeración	27
3.1.	Comandos para titular documentos en $\text{\LaTeX}$	29
3.2.	Familia de caracteres	43
3.3.	Serie de caracteres	43
3.4.	Forma de caracteres	43
3.5.	Tamaño de caracteres	44
3.6.	Alfabeto griego	50
3.7.	Símbolos fonéticos	52
3.8.	Entornos	53
4.1.	Comandos para modificar el parámetro espacio	67
5.1.	Información de alumnos de Valuación de Opciones	71
5.2.	Comandos para el entorno tabbing	72
5.3.	Información de alumnos de Valuación de Opciones (entorno tabbing)	72
5.4.	Indicadores para el argumento formato en el entorno tabular	75

5.5. Separadores para el argumento <code>formato</code> en el entorno <code>tabular</code>	75
5.6. Indicadores para el argumento <code>posicion</code> en el entorno <code>tabular</code>	76
5.7. Tabulador para columnas dentro el entorno <code>tabular</code>	77
5.8. Delimitadores para renglones dentro del entorno <code>tabular</code>	77
5.9. Información de alumnos de Valuación de Opciones (2009–2)	78
5.10. Información de otras actividades (alumnos de Valuación de Opciones)	79
5.11. Información organizada con el entorno <code>tabular</code>	83
5.12. Parámetros de estilo para modificar el entorno <code>tabular</code>	84
5.13. Alfabeto griego (minúsculas)	85
5.14. Alfabeto griego (mayúsculas)	86
5.15. Alfabeto griego (mayúsculas) y comandos (<code>color</code>)	87
5.16. Tabla con renglones de color (comando <code>\rowcolor</code>)	90
5.17. Tabla con renglones de color (comando <code>\cellcolor</code>)	91
5.18. Tabla con líneas de color (comando <code>\arrayrulecolor</code>)	92
5.19. Indicadores para en argumento <code>formato</code> del entorno <code>tabular</code> (paquete <code>array</code>) . . .	93
5.20. Comandos para alinear la información horizontalmente con indicadores de ancho fijo	94
5.21. Separadores para en argumento <code>formato</code> del entorno <code>tabular</code> (paquete <code>array</code>) . . .	94
5.22. Alfabeto griego (mayúsculas) usando indicadores de ancho fijo	96
5.23. Controladores para transformar los archivos DVI	97
5.24. Opciones del comando <code>\includegraphics</code>	98
5.25. Instituciones que imparten la carrera de Actuaría en el área metropolitana	100
5.26. Designadores de posición (entorno <code>table</code>)	101
6.1. Conjunto de caracteres para el punto de origen (<code>origin</code>)	109
6.2. Rotar, reflejar y escalar los puntos de origen	109
6.3. Reflejar y rotar los puntos de origen desde el punto <code>c</code>	111
6.4. Designadores de posición (entorno <code>figure</code>)	114
7.1. Estilos para las estructuras	124
7.2. Entornos para escribir en el modo matemático	132
7.3. Nuemración (entorno <code>equation</code>)	133
7.4. Numeración (entorno <code>subequations</code>)	136
7.5. Operadores de relación binaria ($\text{\LaTeX 2\epsilon}$) más utilizados	153
7.6. Negación de los operadores de relación binaria ($\text{\LaTeX 2\epsilon}$) más utilizados (comando <code>\not</code>)	154
7.7. Operadores de relación binaria ($\mathcal{S}$) más utilizados	154
7.8. Negación de los operadores de relación binaria ($\mathcal{S}$) más utilizados	155
7.9. Los operadores binarios más utilizados	155
7.10. Los operadores binarios ($\mathcal{S}$) más utilizados	156
7.11. Miscelánea de símbolos matemáticos ($\text{\LaTeX 2\epsilon}$) más utilizados	156
7.12. Miscelánea de símbolos matemáticos ($\mathcal{S}$) más utilizados	156
7.13. Funciones predefinidas ($\text{\LaTeX 2\epsilon}$)	157
7.14. Operadores de tamaño variable ($\text{\LaTeX 2\epsilon}$) más utilizados	162
7.15. Comandos para los símbolos de integrales	165
7.16. Espacios en las expresiones matemáticas	170
7.17. Comandos (<code>\leftroot</code> y <code>\uproot</code>) para mover el índice de los radicales	174
7.18. Operadores que pueden usar límites inferiores	176
7.19. Operadores de congruencia ($\text{\LaTeX 2\epsilon}$)	179

7.20. Operadores de congruencia (<code>amsmath</code>)	179
7.21. Comandos para escribir símbolos sobre símbolos (<code>paquete amsmath</code>)	182
7.22. Puntuación en el modo matemático (L^AT_EX 2_ε)	183
7.23. Puntuación en el modo matemático (<code>paquete amsmath</code>)	183
C.1. Colores predefinidos del paquete <code>color</code>	201
C.2. Modelos de color	202
C.3. Colores predefinidos (archivo <code>dvipsnam.def</code>)	202

Manuales sobre L^AT_EX

Bibliografía

- [1] Leslie Lamport. *TEX: A document preparation system. User's guide and reference manual*. ISBN 0-201-52983-1. Addison Wesley Publishing Company, 1994. Segunda edición.

Índice alfabético

- \-, 37, 38
- \Delta, 50
- \Gamma, 50
- \Huge, 44
- \LARGE, 44
- \Lambda, 50
- \Large, 33, 44, 45
- \Omega, 50
- \Phi, 50
- \Pi, 50
- \Psi, 50
- \Sigma, 50
- \Theta, 50
- \Upsilon, 50
- \Xi, 50
- \acuteo, 49
- \addtolength, 23, 24
- \alpha, 49, 50
- \and, 29, 32
- \appendix, 16–18
- \author, 10, 29
 - \and, 32
 - \date, 32
 - \maketitle, 32
 - \today, 32
 - \\, 30, 32
 - Argumento, 29
- \backmatter, 17, 18
- \baselineskip, 44
- \begin, 32, 33
 - \titlepage, 32, 33
 - center, 33
 - minipage, 33
- \beta, 50
- \bfseries, 43
- \bigskip, 43
- \chapter, 15, 16
- \chi, 50
- \date, 10, 29, 32
- Argumento, 29
- \delta, 49, 50
- \documentclass, 10–12
 - Clase, 11, 12
 - article, 11
 - book, 11
 - letter, 11
 - report, 10–12
 - slides, 11
 - Opciones, 11, 12
 - Comenzar los capítulos, 13
 - Generar el documento, 13
 - Generar el título, 14
 - Número de columnas, 13
 - Numeración de las ecuaciones, 14
 - Orientación del papel, 14
 - Posición de las ecuaciones, 14
 - Procesar el documento, 13
 - Tamaño de la tipografía, 12
 - Tamaño del papel, 12
- Sintaxis, 12
- \emph, 43
- \end, 33
- \engma, 52
- \epsi, 52
- \epsilon, 50
- \eta, 50
- \evensidemargin, 22, 23
- \fbox, 40
- \fontsize, 44, 45
- \footnotesize, 44
- \footskip, 22, 23
- \frontmatter, 17, 18
- \gamma, 50
- \headheight, 22, 23
- \headsep, 22, 23
- \hfill, 41
- \hoffset, 22, 23
- \hrule, 33

- height, 33
- width, 33
- \hskip, 33
- \hspace, 40, 41
- \huge, 44
- \hyphenation, 37
- \include, 17, 18
- \includegraphics, 33
- \iota, 49, 50
- \itshape, 43
- \k{i}, 50
- \kappa, 49, 50
- \label, 16, 18
- \lambda, 50
- \large, 33, 44, 45
- \leftskip, 25
- \listoffigures, 16
- \listoftables, 16
- \mainmatter, 17, 18
- \makebox, 33
- \maketitle, 10, 32
- \marginparsep, 22, 23
- \marginparwidth, 22, 23
- \markboth, 26
- \markright, 26
- \mbox, 39
- \mdseries, 43
- \medskip, 43
- \mu, 50
- \newline, 38
- \normalsize, 44
- \nu, 50
- \oddsidemargin, 22, 23
- \omega, 50
- \pagenumbering, 27
 - Estilo
 - Alph, 27
 - alph, 27
 - arabic, 27
 - Roman, 27
 - roman, 27
- \pagestyle, 25
 - \markboth, 26
 - \markright, 26
 - Opción, 25
 - empty, 25
 - headings, 25
 - myheadings, 25
 - plain, 25
- \paragraph, 15, 16
- \parindent, 25, 41
- \parskip, 25, 41
- \part, 15, 16
- \phi, 50
- \pi, 50
- \psi, 50
- \pwedge, 52
- \quad, 33
- \rho, 49, 50
- \rightskip, 25
- \rmfamily, 43
- \scriptsize, 44
- \scshape, 33, 43
- \section, 15, 16
- \selectfont, 44, 45
- \sffamily, 43
- \sigma, 50
- \slshape, 43
- \small, 33, 44
- \smallskip, 43
- \subparagraph, 15, 16
- \subsection, 15, 16
- \subsubsection, 15, 16
- \tableofcontents, 16
- \tau, 49, 50
- \td{a}, 50
- \textbf, 43
- \textcolor, 45
- \textheight, 22, 23
- \textit, 43
- \textmd, 43
- \textrm, 43
- \textsc, 43
- \textsf, 43
- \textsl, 43
- \texttt, 43
- \textup, 43
- \textwidth, 22, 23
- \thanks, 29
 - Argumento, 30
- \theta, 50
- \tiny, 44
- \title, 10, 29
 - Argumento, 29

- \today, 30, 32
- \topmargin, 22, 23
- \ttfamily, 43
- \upshape, 43
- \upsilon, 50
- \usepackage, 10, 11, 18, 32, 50
 - alltt, 19
 - amslatex, 19
 - babel, 19
 - doc, 19
 - excale, 19
 - fontenc, 19, 50
 - T1, 50
 - graphics, 19
 - graphpap, 19
 - ifthen, 19
 - inputenc, 19, 47
 - latin1, 47
 - latexsym, 19
 - layout, 22
 - makeidx, 19
 - phonetic, 50, 52
 - Sintaxis, 18
 - syntonly, 19
- \varepsilon, 50
- \varopeno, 52
- \varphi, 50
- \varpi, 50
- \varrho, 50
- \varsigma, 49, 50
- \verb, 55
- \vfill, 42
- \voffset, 22, 23
- \vrule, 33
 - height, 33
 - width, 33
- \vspace, 33, 42, 43
 - bigskipamount, 43
 - medskipamount, 43
 - smallskipamount, 43
- \vspace*, 42
- \xi, 50
- \zeta, 50
- \@, 38
- \\, 29, 30, 32, 33, 38, 42, 53, 55
 - longitud, 33
- *, 42
- *, 38
- Acentos, 47
- Alfabeto griego, 50
 - \Delta, 50
 - \Gamma, 50
 - \Lambda, 50
 - \Omega, 50
 - \Phi, 50
 - \Pi, 50
 - \Psi, 50
 - \Sigma, 50
 - \Theta, 50
 - \Upsilon, 50
 - \Xi, 50
 - \alpha, 50
 - \beta, 50
 - \chi, 50
 - \delta, 50
 - \epsilon, 50
 - \eta, 50
 - \gamma, 50
 - \iota, 50
 - \kappa, 50
 - \lambda, 50
 - \mu, 50
 - \nu, 50
 - \omega, 50
 - \phi, 50
 - \pi, 50
 - \psi, 50
 - \rho, 50
 - \sigma, 50
 - \tau, 50
 - \theta, 50
 - \upsilon, 50
 - \varepsilon, 50
 - \varphi, 50
 - \varpi, 50
 - \varrho, 50
 - \varsigma, 50
 - \xi, 50
 - \zeta, 50
- American Mathematical Society, 3
 - Dirección electrónica, 3
- Caracteres especiales, 36, 37, 39
 - #, 9

- \$, 9
- %, 9, 36
- &, 9
- ^, 9
- _, 9
- \, 9, 37
- {}, 9
- ~, 9, 38, 39
- Clase
 - Parámetros, 20
- Clases, 11
 - \documentclass, 10–12
 - article, 11
 - book, 11
 - letter, 11
 - report, 11
 - slides, 11
- Comandos, 4, 37–41, 43–45, 49, 50, 55
 - \-, 37, 38
 - \Delta, 50
 - \Gamma, 50
 - \Huge, 44
 - \LARGE, 44
 - \Lambda, 50
 - \Large, 33, 44, 45
 - \Omega, 50
 - \Phi, 50
 - \Pi, 50
 - \Psi, 50
 - \Sigma, 50
 - \Theta, 50
 - \Upsilon, 50
 - \Xi, 50
 - \acuteo, 49
 - \addtolength, 23, 24
 - \alpha, 49, 50
 - \and, 29, 32
 - \appendix, 16–18
 - \author, 10, 29
 - \and, 32
 - \date, 32
 - \maketitle, 32
 - \today, 32
 - \\, 30, 32
 - Argumento, 29
 - \backmatter, 17, 18
 - \baselineskip, 44
 - \begin, 32, 33
 - \titlepage, 32, 33
 - center, 33
 - minipage, 33
 - \beta, 50
 - \bfseries, 43
 - \bigskip, 43
 - \chapter, 15, 16
 - \chi, 50
 - \date, 10, 29, 32
 - Argumento, 29
 - \delta, 49, 50
 - \documentclass, 10–12
 - Sintaxis, 12
 - \emph, 43
 - \end, 33
 - \engma, 52
 - \epsi, 52
 - \epsilon, 50
 - \eta, 50
 - \evensidemargin, 22, 23
 - \fbox, 40
 - \fontsize, 44, 45
 - \footnotesize, 44
 - \footskip, 22, 23
 - \frontmatter, 17, 18
 - \gamma, 50
 - \headheight, 22, 23
 - \headsep, 22, 23
 - \hfill, 41
 - \hoffset, 22, 23
 - \hrule, 33
 - height, 33
 - width, 33
 - \hskip, 33
 - \hspace, 40, 41
 - \huge, 44
 - \hyphenation, 37
 - \include, 17, 18
 - \includegraphics, 33
 - \iota, 49, 50
 - \itshape, 43
 - \k{i}, 50
 - \kappa, 49, 50
 - \label, 16, 18
 - \lambda, 50
 - \large, 33, 44, 45

- \leftskip, 25
- \listoffigures, 16
- \listoftables, 16
- \mainmatter, 17, 18
- \makebox, 33
- \maketitle, 10, 32
- \marginparsep, 22, 23
- \marginparwidth, 22, 23
- \markboth, 26
- \markright, 26
- \mbox, 39
- \mdseries, 43
- \medskip, 43
- \mu, 50
- \newline, 38
- \normalsize, 44
- \nu, 50
- \oddsidemargin, 22, 23
- \omega, 50
- \pagenumbering, 27
 - Alph, 27
 - alph, 27
 - arabic, 27
 - Estilo, 27
 - Roman, 27
 - roman, 27
- \pagestyle, 25
 - \markboth, 26
 - \markright, 26
 - empty, 25
 - headings, 25
 - myheadings, 25
 - plain, 25
- \paragraph, 15, 16
- \parindent, 25, 41
- \parskip, 25, 41
- \part, 15, 16
- \phi, 50
- \pi, 50
- \psi, 50
- \p wedge, 52
- \quad, 33
- \rho, 49, 50
- \rightskip, 25
- \rmfamily, 43
- \scriptsize, 44
- \scshape, 33, 43
- \section, 15, 16
- \selectfont, 44, 45
- \sffamily, 43
- \sigma, 50
- \slshape, 43
- \small, 33, 44
- \smallskip, 43
- \subparagraph, 15, 16
- \subsection, 15, 16
- \subsubsection, 15, 16
- \tableofcontents, 16
- \tau, 49, 50
- \td{a}, 50
- \textbf, 43
- \textcolor, 45
- \textheight, 22, 23
- \textit, 43
- \textmd, 43
- \textrm, 43
- \textsc, 43
- \textsf, 43
- \textsl, 43
- \texttt, 43
- \textup, 43
- \textwidth, 22, 23
- \thanks, 29
 - Argumento, 30
- \theta, 50
- \tiny, 44
- \title, 10, 29
 - Argumento, 29
- \today, 30, 32
- \topmargin, 22, 23
- \ttfamily, 43
- \upshape, 43
- \upsilon, 50
- \usepackage, 10, 11, 18, 32
 - alltt, 19
 - amslatex, 19
 - babel, 19
 - doc, 19
 - excale, 19
 - fontenc, 19
 - graphics, 19
 - graphpap, 19
 - ifthen, 19
 - inputenc, 19

- latexsym, 19
 - layout, 22
 - makeidx, 19
 - Sintaxis, 18
 - syntonly, 19
 - url, 32
 - \varepsilon, 50
 - \varopeno, 52
 - \varphi, 50
 - \varpi, 50
 - \varrho, 50
 - \varsigma, 49, 50
 - \verb, 55
 - \vfill, 42
 - \voffset, 22, 23
 - \vrule, 33
 - height, 33
 - width, 33
 - \vspace, 33, 42, 43
 - bigskipamount, 43
 - medskipamount, 43
 - smallskipamount, 43
 - \vspace*, 42
 - \xi, 50
 - \zeta, 50
 - \@, 38
 - \\, 29, 30, 32, 33, 38, 42, 53, 55
 - longitud, 33
 - *, 42
 - *, 38
- Comillas
 - Dobles, 47
 - Sencillos, 47
- Distancia entre palabras, 38
 - \@, 38
- Donald Knuth, 3
 - Dirección electrónica, 3
- Editores de texto, 6
 - block de notas, 6, 10
 - edit, 6, 10
 - emacs, 10
 - nano, 6, 10
 - vi, 6, 10
- Entornos, 52, 53
 - center, 52, 53, 55
 - description, 53
 - displaymath, 53
 - enumerate, 53
 - equation, 53
 - figure, 53
 - flushleft, 53–55
 - flushright, 53–55
 - itemize, 53
 - math, 50, 53
 - minipage, 52
 - quotation, 53–55
 - quote, 53–55
 - tabbin, 53
 - table, 53
 - tabular, 53
 - titlepage, 52
 - verbatim, 53–55
 - verse, 53, 55
- Estilo, 4
- Estilo de página
 - Modificar, 25
- Estructura, 4
- Frank Mittelbach, 3
- LaTeX
 - L^AT_EX 2_ε, 3
 - L^AT_EX 3_ε, 3
 - \usepackage, 32, 50
 - fontenc, 50
 - phonetic, 50
 - url, 32
- Acentos, 47
- Alfabeto griego, 50
 - \Delta, 50
 - \Gamma, 50
 - \Lambda, 50
 - \Omega, 50
 - \Phi, 50
 - \Pi, 50
 - \Psi, 50
 - \Sigma, 50
 - \Theta, 50
 - \Upsilon, 50
 - \Xi, 50
 - \alpha, 50
 - \beta, 50
 - \chi, 50
 - \delta, 50

- \epsilon, 50
- \eta, 50
- \gamma, 50
- \iota, 50
- \kappa, 50
- \lambda, 50
- \mu, 50
- \nu, 50
- \omega, 50
- \phi, 50
- \pi, 50
- \psi, 50
- \rho, 50
- \sigma, 50
- \tau, 50
- \theta, 50
- \upsilon, 50
- \varepsilon, 50
- \varphi, 50
- \varpi, 50
- \varrho, 50
- \varsigma, 50
- \xi, 50
- \zeta, 50
- Antecedentes, 3
- Caracteres especiales, 9, 36, 37, 39
 - #, 9
 - \$, 9
 - %, 9, 36
 - &, 9
 - ^, 9
 - _, 9
 - \, 9, 37
 - {}, 9
 - ~, 9, 38, 39
- Clase
 - Parámetros, 20
- Clases, 11
 - \documentclass, 10–12
 - article, 11
 - book, 11
 - letter, 11
 - report, 11
 - slides, 11
 - Unidades de estructura, 15
- Comandos, 4, 9, 37–41, 43–45, 49, 50, 55
 - \-, 37, 38
 - \Delta, 50
 - \Gamma, 50
 - \Huge, 44
 - \LARGE, 44
 - \Lambda, 50
 - \Large, 33, 44, 45
 - \Omega, 50
 - \Phi, 50
 - \Pi, 50
 - \Psi, 50
 - \Sigma, 50
 - \Theta, 50
 - \Upsilon, 50
 - \Xi, 50
 - \acute, 49
 - \alpha, 49, 50
 - \and, 29, 32
 - \appendix, 17, 18
 - \author, 10
 - \backmatter, 17, 18
 - \baselineskip, 44
 - \begin, 32, 33
 - \beta, 50
 - \bfseries, 43
 - \bigskip, 43
 - \chapter, 15, 16
 - \chi, 50
 - \date, 10, 32
 - \delta, 49, 50
 - \documentclass, 10, 12
 - \emph, 43
 - \end, 33
 - \engma, 52
 - \epsi, 52
 - \epsilon, 50
 - \eta, 50
 - \fbox, 40
 - \fontsize, 44, 45
 - \footnotesize, 44
 - \frontmatter, 17, 18
 - \gamma, 50
 - \hfill, 41
 - \hspace, 40, 41
 - \huge, 44
 - \hyphenation, 37
 - \include, 17, 18
 - \includegraphics, 33

- \iota, 49, 50
- \itshape, 43
- \k{i}, 50
- \kappa, 49, 50
- \label, 16, 18
- \lambda, 50
- \large, 33, 44, 45
- \mainmatter, 17, 18
- \makebox, 33
- \maketitle, 10, 32
- \mbox, 39
- \mdseries, 43
- \medskip, 43
- \mu, 50
- \newline, 38
- \normalsize, 44
- \nu, 50
- \omega, 50
- \pagenumbering, 27
- \paragraph, 15, 16
- \parindent, 41
- \parskip, 41
- \part, 15, 16
- \phi, 50
- \pi, 50
- \psi, 50
- \pwedge, 52
- \rho, 49, 50
- \rmfamily, 43
- \scriptsize, 44
- \scshape, 33, 43
- \section, 15, 16
- \selectfont, 44, 45
- \sffamily, 43
- \sigma, 50
- \slshape, 43
- \small, 33, 44
- \smallskip, 43
- \subparagraph, 15, 16
- \subsection, 15, 16
- \subsubsection, 15, 16
- \tau, 49, 50
- \td{a}, 50
- \textbf, 43
- \textcolor, 45
- \textit, 43
- \textmd, 43
- \textrm, 43
- \textsc, 43
- \textsf, 43
- \textsl, 43
- \texttt, 43
- \textup, 43
- \theta, 50
- \tiny, 44
- \title, 10
- \today, 30, 32
- \ttfamily, 43
- \upshape, 43
- \upsilon, 50
- \usepackage, 10, 18, 19, 32
- \varepsilon, 50
- \varopeno, 52
- \varphi, 50
- \varpi, 50
- \varrho, 50
- \varsigma, 49, 50
- \verb, 55
- \vfill, 42
- \vspace, 33, 42, 43
- \vspace*, 42
- \xi, 50
- \zeta, 50
- \@, 38
- \\, 29, 30, 32, 33, 38, 42, 53, 55
- *, 42
- *, 38
- Comentar, 36
- %, 36
- Comenzar los capítulos, 13
- openany, 13
- openright, 13
- Costo, 4
- Desventajas, 4
- Distancia entre palabras, 38
- \@, 38
- Editores, 6
- Kile, 10
- LEd, 10
- LyX, 10
- TeXMacs, 10
- TeXmaker, 10
- TeXnicCenter, 10
- Editores para sistemas Linux, 6

- Kile, 6
- LyX, 6
- TeXmaker, 6
- Editores para sistemas Macintosh, 6
 - BEdit, 6
 - Enhanced Carbon Emacs, 6
 - LyX, 6
 - Vim, 6
- Editores para sistemas Windows, 6
 - LEd, 6
 - TeXmacs, 6
 - TeXmaker, 6
 - TeXnicCenter, 6
 - WinEdt Shell, 6
 - WinShell, 6
- Encabezado, 26
 - Personalizar, 26
- Entornos, 32, 33, 50, 52–56
 - center, 52, 53, 55
 - description, 53
 - displaymath, 53
 - enumerate, 53
 - equation, 53
 - figure, 53
 - flushleft, 53–55
 - flushright, 53–56
 - itemize, 53
 - math, 50, 53
 - minipage, 52
 - quotation, 53–56
 - quote, 53–56
 - tabbin, 53
 - table, 53
 - tabular, 53
 - titlepage, 32, 33, 52
 - verbatim, 53–56
 - verse, 53, 55, 56
- Espaciar, 36, 37
 - \, 37
- Espacios, 10
- Estilo, 4, 12
 - Artículo, 12
 - Reporte, 12
- Estilo de página
 - \pagestyle, 25
 - Modificar, 25
- Estructura, 4
 - Estructurar, 11
 - Estructurar documentos, 11
 - Formato de los documentos, 11
 - Formatos de salida, 7
 - DVI, 7
 - PDF, 7
 - PS, 7
 - Generar el documento, 13
 - oneside, 13
 - twoside, 13
 - Generar el título, 14
 - notitlepage, 14
 - titlepage, 14
 - Margenes, 22
 - \evensidemargin, 22, 23
 - \footskip, 22, 23
 - \headheight, 22, 23
 - \headsep, 22, 23
 - \hoffset, 22, 23
 - \marginparsep, 22, 23
 - \marginparwidth, 22, 23
 - \oddsidemargin, 22, 23
 - \textheight, 22, 23
 - \textwidth, 22, 23
 - \topmargin, 22, 23
 - \voffset, 22, 23
 - Modificar, 22
 - Número de columnas, 13
 - onecolumn, 13
 - twocolumn, 13
 - Numeración de las ecuaciones, 14
 - leqno, 14
 - right side, 14
 - Numerar las páginas, 27
 - Obtener, 4
 - Sistemas Linux, 4
 - Sistemas Macintosh, 5
 - Sistemas Windows, 5
 - Orientación del papel, 14
 - landscape, 14
 - portrait, 14
 - Origen, 3
 - Párrafos
 - Espacios verticales, 42
 - Paquetes, 4, 11, 18, 37, 47, 50, 52
 - \usepackage, 10, 11, 19, 32, 50
 - alltt, 19

- amslatex, 19
- babel, 19, 37
- doc, 19
- excale, 19
- fontenc, 19, 50
- graphics, 19
- graphpap, 19
- ifthen, 19
- inputenc, 19, 47
- latexsym, 19
- makeidx, 19
- phonetic, 50, 52
- syntonly, 19
- Parámetros, 23
 - \addtolength, 23, 24
 - \leftskip, 25
 - \parindent, 25
 - \parskip, 25
 - \rightskip, 25
 - Modificar, 23
- Posición de las ecuaciones, 14
 - centred, 14
 - fleqn, 14
- Procesar el documento, 13
 - draft, 13
 - final, 13
- Puntuación, 47
 - Comillas, 47
- Renglones, 37
 - \-, 37, 38
 - \hyphenation, 37
 - \newline, 38
 - \\, 38
 - *, 38
 - Distancia entre palabras, 38
 - Espacios horizontales, 40
- Sistemas
 - Linux, 4
 - Macintosh, 4
 - Windows, 4
- Título, 10, 29
 - \author, 10, 29
 - \date, 10, 29
 - \maketitle, 10
 - \thanks, 29
 - \title, 10, 29
 - \titlepage, 32
- Tamaño de la tipografía, 12
- Tamaño del papel, 12
 - a4paper, 12
 - a5paper, 12
 - b5paper, 12
 - executivepaper, 12
 - legalpaper, 12
 - letterpaper, 12
- Tipografía, 43–45
 - \Huge, 44
 - \LARGE, 44
 - \Large, 44
 - \emph, 43
 - \fontsize, 45
 - \footnotesize, 44
 - \huge, 44
 - \large, 44, 45
 - \normalsize, 44
 - \scriptsize, 44
 - \selectfont, 45
 - \small, 44
 - \textcolor, 45
 - \tiny, 44
 - Color, 45
 - Familia, 43
 - Forma, 43
 - itshape, 43
 - scshape, 43
 - Serie, 43
 - slshape, 43
 - Tamaño, 44
 - textit, 43
 - textsc, 43
 - textsl, 43
 - textup, 43
 - upshape, 43
- Unidades de Estructura
 - \chapter, 16
 - \paragraph, 16
 - \part, 16
 - \section, 16
 - \subparagraph, 16
 - \subsection, 16
 - \subsubsection, 16
- Unidades de estructura, 14, 17
 - \backmatter, 17, 18
 - \chapter, 15

- \frontmatter, 17, 18
- \mainmatter, 17, 18
- \paragraph, 15
- \part, 15
- \section, 15
- \subparagraph, 15
- \subsection, 15
- \subsubsection, 15
- Unidades de longitud, 24
- Ventajas, 4
- Visores para sistemas Linux, 7
 - KDVI, 7
 - KGhostView, 7
 - KPDF, 7
- Visores para sistemas Macintosh, 7
 - GSview, 7
 - Skim, 7
- Visores para sistemas Windows, 7
 - Adobe Acrobat Reader, 7
 - GSview, 7
 - Yap, 7
- Leslie Lamport, 3
 - Dirección electrónica, 3
- MacTeX, 5
 - Dirección electrónica, 5
- MiKTeX, 5
 - Adquirir en DVD-R y CD-R, 5
 - Dirección electrónica, 5
 - Instalar, 5
- Numerar las páginas, 27
- Párrafos
 - Espacios verticales, 42
- Paquetes, 4, 11, 18, 37, 50
 - \usepackage, 11, 19, 47, 50
 - alltt, 19
 - amslatex, 19
 - babel, 19
 - doc, 19
 - excale, 19
 - fontenc, 19, 50
 - graphics, 19
 - graphpap, 19
 - ifthen, 19
 - inputenc, 19, 47
 - latexsym, 19
 - makeidx, 19
 - phonetic, 50
 - syntonly, 19
 - url, 32
 - babel, 37
 - fontenc
 - T1, 50
 - inputenc, 47
 - latin1, 47
 - phonetic, 50, 52
- Puntuación, 47
 - Comillas, 47
 - Dobles, 47
 - Sencillas, 47
- Renglones, 37
 - \-, 37, 38
 - \hyphenation, 37
 - \newline, 38
 - \\, 38
 - *, 38
 - Distancia entre palabras, 38
 - \@, 38
 - Espacios horizontales, 40
- Título, 29
 - \author, 29
 - \and, 32
 - \date, 32
 - \maketitle, 32
 - \today, 32
 - \\, 30, 32
 - Argumento, 29
 - \begin
 - \titlepage, 32, 33
 - \date, 29
 - Argumento, 29
 - \thanks, 30
 - Argumento, 30
 - \title, 29
 - Argumento, 29
- TeX, 3, 33
 - Comandos, 33
 - \hrule, 33
 - \hskip, 33
 - \quad, 33
 - \vrule, 33
- Tipografía, 43–45

- \Huge, 44
- \LARGE, 44
- \Large, 44, 45
- \emph, 43
- \fontsize, 45
- \footnotesize, 44
- \huge, 44
- \large, 44, 45
- \normalsize, 44
- \scriptsize, 44
- \selectfont, 45
- \small, 44
- \textcolor, 45
- \tiny, 44
- Color, 45
 - \textcolor, 45
- Familia, 43
 - Negrita, 43
 - Normal, 43
 - Roman, 43
 - Sans Serif, 43
 - Type writer, 43
- Forma, 43
 - \itshape, 43
 - \scshape, 43
 - \slshape, 43
 - \textit, 43
 - \textsc, 43
 - \textsl, 43
 - \textup, 43
 - \upshape, 43
- Serie, 43
- Tamaño, 44, 45
 - \Huge, 44
 - \LARGE, 44
 - \Large, 44, 45
 - \fontsize, 45
 - \footnotesize, 44
 - \huge, 44
 - \large, 44, 45
 - \normalsize, 44
 - \scriptsize, 44
 - \selectfont, 45
 - \small, 44
 - \tiny, 44

Unidades de longitud, 24