

---

---

PRIMERA LÍNEA DEL TÍTULO DEL TRABAJO  
SEGUNDA LÍNEA DEL TÍTULO

---

TITLE IN ENGLISH  
SECOND LINE OF TITLE

---

---

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor:

Autor del trabajo

Tutor:

Tutor 1 del trabajo

Tutor 2 del trabajo

GRADO EN MATEMÁTICAS



JUNIO, 2021  
Universidad de Almería



# *Índice general*

<b>1 Instrucciones</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Texto matemático</b>	<b>1</b>
Sin referencias posteriores, 1.— Con referencias posteriores, 1.	
<b>1.2. Entornos de definiciones, teoremas, lemas, proposiciones y corolarios</b>	<b>2</b>
Entornos predefinidos, 2.— Nuevos entornos, 3.	
<b>1.3. Gráficos</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Cuadros</b>	<b>3</b>
<b>1.5. Referencias bibliográficas</b>	<b>4</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>5</b>



## *Abstract in English*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel

est. Curabitur consetetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

## *Resumen en español*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel

est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.



# Instrucciones

## 1.1 Texto matemático

### *Sin referencias posteriores*

Para escribir texto dentro de una línea lo hacemos utilizando el símbolo del dólar.

Por ejemplo, la ecuación  $x^2 - 2x + 1 = 0$  tiene una raíz doble en  $x = 1$ . Las fracciones se ajustan al tamaño de la línea como, por ejemplo,  $\frac{1}{2}$ .

Sin embargo, si queremos que la ecuación aparezca en la línea siguiente y centrada, pero no nos interesa que aparezca numerada para posteriores referencias lo hacemos así:

La ecuación  $2x^2 - 3x + 1 = 0$  tiene como raíces  $x = 1, x = \frac{1}{2}$ .

Otro par de ecuaciones:

$$\frac{(\mu-1)^n S_n(x)}{\Gamma(n-x)} = \sum_{j=0}^n \frac{(\mu-1)^j b_{n,j}}{n^j} \frac{(\mu-1)^{n-j} n^j Q_{n-j}(x)}{\Gamma(n-x)}.$$

$$\eta = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{\lambda(1-\mu)^2}{\mu} + \mu + (1-\mu) \sqrt{\left( 1 + \frac{\lambda(1-\mu)}{\mu} \right)^2 + 4\lambda} \right).$$

### *Con referencias posteriores*

Para poder referenciar una expresión matemática en el texto, se utiliza el entorno `equation` de la siguiente forma

$$x^2 + 2x + 1 = 0. \tag{1.1}$$

La ecuación (1.1) tiene una raíz doble en el punto  $x = -1$ .

Existen varios entornos para poner varias ecuaciones alineadas. Un documento interesante se puede ver en el documento elaborado por Herbert Voß<sup>1</sup>.

Uno de los más usuales es el entorno `align`, que produce

$$x + 2y + 4z = 3, \tag{1.2}$$

$$x - 5y - 2z = 0, \tag{1.3}$$

$$x + 3y + 7z = 2.$$

Como se puede observar, la tercera ecuación no está numerada. Si se quiere que no se numere ninguna, se utiliza el entorno `align*`.

Para referenciar una de esas ecuaciones, se hace de la misma forma. Ecuación (1.3) o ecuación 1.3 —si no se quiere que aparezca entre paréntesis—.

<sup>1</sup><https://www.ctan.org/pkg/voss-mathmode>

## 1.2 Entornos de definiciones, teoremas, lemas, proposiciones y corolarios

### Entornos predefinidos

Para escribir una definición, teorema, corolario... y posteriormente referenciarlo lo haremos de la siguiente forma:

**Definición 1.1.** Sea  $X$  una muestra aleatoria extraída de una población modelada por la familia de distribuciones  $\mathcal{F}_\theta$ , entonces consideraremos que un **estadístico**  $T(X)$  es una función medible de las variables que forman la muestra.

La definición 1.1 se referencia en el texto tal y como vemos en este ejemplo.

De la misma forma se han definido los entornos teorema, lema, proposicion, corolario (jerárquicamente dependiente de un teorema) y corolario p (jerárquicamente dependiente de una proposición), así como se ha definido un entorno demo para las demostraciones.

Veamos un ejemplo:

**Teorema 1.1** (Lehmann y Scheffé). Bajo las condiciones del teorema de Blackwell-Rao, si  $T$  es suficiente y completo, entonces  $E(\hat{g} | T)$  es el único UMVUE.

Demostración:

Sean  $\hat{g}_1, \hat{g}_2 \in \mathcal{U}_{g(\theta)}$ , entonces según el Teorema de Blackwell-Rao sabemos que  $E(\hat{g}_1 | T)$  y  $E(\hat{g}_2 | T)$  también pertenecen a la clase  $\mathcal{U}_{g(\theta)}$ . Por la linealidad de la esperanza, tenemos que

$$E_\theta(E(\hat{g}_1 | T) - E(\hat{g}_2 | T)) = 0, \forall \theta \in \Theta.$$

Puesto que  $T$  es completo, cualquier función de  $T$  con esperanza nula tiene que ser necesariamente nula, por lo que se verifica que

$$E(\hat{g}_1 | T) - E(\hat{g}_2 | T) = 0,$$

y, por lo tanto,  $E(\hat{g}_1 | T) = E(\hat{g}_2 | T)$ , es decir, la esperanza condicionada dado  $T$  de cualquier estimador  $\hat{g} \in \mathcal{U}_{g(\theta)}$  es siempre la misma y, en consecuencia que  $E(\hat{g} | T)$  es el UMVUE ya que, si aplicamos el teorema de Blackwell-Rao, tenemos que cualesquiera que sean los estadísticos insesgados de los que partimos, siempre tenemos que aquel que reduce su varianza siempre es el mismo, por lo que éste necesariamente tiene que ser el único UMVUE. ■

**Corolario 1.1.1.** Sea una muestra  $X_1, X_2, \dots, X_n$  procedente de una familia de distribuciones  $\{f(x; \theta), \theta \in \Theta\}$  del tipo exponencial uniparamétrica dada por

$$f(x; \theta) = h(x) \exp\{\psi(\theta)T(x) + D(\theta)\}.$$

Si existe un estimador  $\hat{g} \in \mathcal{U}(\theta)$ , entonces existe un único UMVUE dado por  $E_\theta(\hat{g} | T)$ .

Demostración:

Es evidente, ya que entonces el estadístico  $T(\mathbf{X}) = T(X_1, X_2, \dots, X_n)$  es suficiente y completo, y basta aplicar el teorema de Lehmann-Scheffé.

*Nuevos entornos*

Si se quiere definir un entorno nuevo hay que incluir en el fichero de estilo

```
\newtheorem{nombre_del_entorno}{Leyenda_que_aparece}[De_quien_depende]
```

## 1.3 Gráficos

Como compilamos con PDF $\LaTeX$  solamente podremos incluir ficheros gráficos en formato jpg, png o pdf. ¡Ojo!, no se pueden incluir directamente ficheros PostScript. Si tienes necesidad de utilizar gráficos PostScript consulta en el correo electrónico [freche@ual.es](mailto:freche@ual.es).

Para referenciarlos adecuadamente utilizaremos el entorno `figure`.



Figura 1.1: Logotipo de la Facultad de Ciencias Experimentales

De esta forma podremos referenciar la Figura 1.1 en cualquier parte del texto. Es recomendable hacerlo así pues  $\LaTeX$  colocará la figura donde le quepa —siguiendo un orden de preferencia que se puede cambiar— y se debe evitar expresiones como «según la figura siguiente» o similares.

## 1.4 Cuadros

Al igual que las figuras, utilizaremos el entorno flotante `table` para incluir los cuadros —nombre correcto en castellano en lugar del habitualmente visto *tabla*—. Si se quiere cambiar la palabra Cuadro por Tabla se escribe en el preámbulo del documento:

```
\renewcommand{\tablename}{Tabla}
```

$x_i$	$n_i$	$f_i$	$N_i$
0	10		
1	20		
2	5		
3	15		
50			

Cuadro 1.1: Frecuencias observadas

Equipo	
Portero	De Gea
Defensas	Mario Etxeita Nacho Azpilicueta
Centrocampistas	Thiago San José Isco Cesc
Delanteros	Alcácer Nolito

Cuadro 1.2: Alineación de España

Un ejemplo es el siguiente:

Rellena los huecos que faltan en el Cuadro 1.1.

Un cuadro más elaborado se puede construir utilizando el paquete `multirrow`.

En el Cuadro 1.2 podemos ver el equipo inicial que jugó en el partido Ucrania-España clasificatorio para la Eurocopa y que acabó con el resultado de 0 a 1.

## 1.5 Referencias bibliográficas

Para ir citando las referencias a la bibliografía que se expone al final de texto se utiliza el comando `cite`. Así se puede encontrar toda la información sobre  $\text{\TeX}$  en [4]. La bibliografía se ordena por orden alfabético y se cita como sigue:

- Los libros con el formato de [1].
- Los artículos como aparece en [3].
- Los artículos en preimpresión como [2].
- Las páginas web tal y como se puede ver en [4].

## Bibliografía

- [1] M. Abramowitz, I.A. Stegun, *Pocketbook of Mathematical Functions*, Verlag Harri Deutsch, 1984.
- [2] D. Dominici, *Mehler–Heine type formulas for Charlier and Meixner polynomials*, arXiv:1406.6193v1.
- [3] S.F. Khwaja, A.B. Olde Daalhuis, *Uniform asymptotic approximations for the Meixner–Sobolev polynomials*, Anal. Appl. **10** (2012), 345–361.
- [4] Página web de los usuarios de T<sub>E</sub>X: <http://www.tug.org>.