

CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN
~~INTELIGENCIA ARTIFICIAL~~

MEMORIA DEL TRABAJO FINAL

Identificación de estados fénológicos de la flor de durazneros mediante visión por computadora

Autor:

Autor:

Nombre del autor
Ing. Héctor Luis Sánchez Márquez

Director:

Nombre del Director (pertenencia)

Ing. Juan Ignacio Cavalieri

Codirector:

Esp. Lic. Nicolás Eduardo Horro

Jurados:

Nombre del jurado 1 (pertenencia)

Nombre del jurado 2 (pertenencia)

Nombre del jurado 3 (pertenencia)

Nombre del jurado 1 (pertenencia)

Nombre del jurado 2 (pertenencia)

Nombre del jurado 3 (pertenencia)

*Este trabajo fue realizado en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires,
entre marzo de 2020 y diciembre de 2020.*

Resumen

Esta memoria presenta un algoritmo desarrollado para el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria que es capaz de identificar los estados fenológicos de la flor de duraznero y extraer información de su vareta a partir de imágenes. El objetivo de este desarrollo es agilizar y automatizar la toma de datos de las varetas de duraznero a través de fotos. Con ello, se busca aumentar el caudal de datos existente y conocer el estado fenológico a campo. Para su desarrollo e implementación fueron aplicados los conocimientos de visión por computadora, análisis de datos, aprendizaje profundo y buenas prácticas de despliegue adquiridas en la carrera.

Agradecimientos

Esta sección es para agradecimientos personales y es totalmente **OPCIONAL**.

Índice general

Resumen	I
1. Introducción general	1
1.1. Descripción de la problemática	1
1.2. Motivación	2
1.3. Requerimientos	3
1.4. Objetivo y alcances	3
1.5. Estado del arte	4
1.5.1. Medición de la vareta	4
1.5.2. Detección de los estados fenológicos de la flor de duraznero	4
1.5.3. Conteo de flores	5
2. Introducción específica	7
2.1. Estilo y convenciones	7
2.1.1. Uso de mayúscula inicial para los títulos de secciones	7
2.1.2. Este es el título de una subsección	7
2.1.3. Figuras	8
2.1.4. Tablas	9
2.1.5. Ecuaciones	10
3. Diseño e implementación	13
3.1. Análisis del software	13
4. Ensayos y resultados	15
4.1. Pruebas funcionales del hardware	15
5. Conclusiones	17
5.1. Conclusiones generales	17
5.2. Próximos pasos	17
Bibliografía	19

Índice de figuras

1.1.	Proceso para obtener los datos genómicos [1].	2
1.2.	Frutales afectados por las heladas primaverales [2].	2
2.1.	Ilustración del cuadrado azul que se eligió para el diseño del logo.	8
2.2.	Imagen tomada de la página oficial del procesador ¹	9
2.3.	¿Por qué de pronto aparece esta figura?	9
2.4.	Tres gráficos simples	9

Índice de tablas

2.1. caption corto	10
------------------------------	----

Dedicado a... [OPCIONAL]

Capítulo 1

Introducción general

En este capítulo se presenta la problemática y la motivación que llevaron a la realización del presente trabajo.

LATEX no es WYSIWYG (What You See is What You Get), a diferencia de los procesadores de texto como Microsoft Word o Pages de Apple o incluso LibreOffice

1.1. Descripción de la problemática en el mundo open-source. En lugar de ello, un documento escrito para LATEX es

en realidad un archivo de texto simple o llano que *no contiene formato*. Nosotros La fenómica hace referencia a la obtención de un gran caudal de datos de las características de las plantas, lo que se denomina el fenotipo de la planta. Esta disciplina está en auge en la actualidad debido a sus aplicaciones potenciales. Por un lado, habilita el mejoramiento a gran escala debido a que es necesario vincular una gran cantidad de datos genéticos con datos fenotípicos para identificar la función de los genes. Por otro lado, si se incluyen otros conjuntos de datos como

son los climáticos, permite realizar predicciones precisas sobre el comportamiento de las variedades, el cual es necesario para implementar lo que se conoce como agricultura de precisión. Sin embargo, la fruticultura no ha dado el salto hacia la

1.1.1. Una introducción (no tan corta) a LATEX Seis nuevo en LATEX, hay un muy buen libro electrónico - disponible gratuitamente en Internet como un archivo PDF - llamado, «A (not so short) Introduction

En la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) de San Pedro se ha logrado descubrir la existencia de más de 250 variedades de duraznero Aballay et al [1] disponiendo de una base de datos genómica de 75 gigabytes (Gb) de ADN. Esta base

permite identificar genes que controlan características del duraznero mediante algoritmos de inteligencia artificial (IA). Además, se dispone de datos climáticos diarios que se toman de forma automática que incluyen: las temperaturas medias, precipitaciones, horas de frío, radiación, etc. Esta información se combina

con los datos genómicos y posteriormente, con modelos de IA se predice el comportamiento de las variedades en escenarios climáticos futuros. En la figura 1.1, se observa el proceso para obtener los datos genómicos.

1.1.2. Una subsección A nivel mundial, se observa el proceso para obtener los datos genómicos. Como se puede ver, las subsecciones no van numeradas en el cuerpo del documento ni en el índice. El formato está definido por la plantilla y no debe ser modificado.

En la actualidad, las heladas primaverales son el mayor problema de los frutales a nivel mundial. Este fenómeno ocurre cuando las flores abiertas se someten a temperaturas cercanas a los -2.5 °C. Las heladas primaverales, tienen una temperatura parecida a la de una helada que se puede presentar en la temporada de invierno. Sin embargo, estas heladas suelen presentarse después del invierno,

1.1.3. Guía matemática rápida para LATEX Si estás escribiendo un documento con mucho contenido matemático, entonces creando un gran impacto contra las flores y los frutos de los frutales. Los productores de frutas en general, se ven altamente afectados pagando un alto precio por cierto). llamado «AShort Math Guide for LATEX». Se puede encontrar en línea en el siguiente link: <http://www.ams.org/tex/amslatex.html> en la sección «Additional Documentation» hacia la parte inferior de la página.

1.2. Utilizando esta plantilla

Genotipado por Secuenciación

Si estás familiarizado con L^AT_EX, entonces podés explorar la estructura de directorios de esta plantilla y proceder a personalizarla agregando tu información en el bloque **INFORMACIÓN DE LA PORTADA** en el archivo **memoria.tex**.

Se puede continuar luego modificando el resto de los archivos siguiendo los linamientos que se describen en la sección ?? en la página ??.

Debés asegurarte de leer el capítulo ?? acerca de las convenciones utilizadas para las Memoria de los Trabajos Finales de la Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos.

$$\frac{75 \text{ Gigabases}}{(75,189,750,000 \text{ bases})} = 200,759,000 \text{ lecturas de 250 bases}$$



Si sos nuevo en L^AT_EX, se recomienda que continúes leyendo el documento ya que contiene información básica para aprovechar el potencial de esta herramienta.

1.3. Qué figura y este proceso para obtener los datos genómicos [1].

1.3.1. Carpetas

Esta plantilla se distribuye como una único archivo .zip que se puede descomprimir en varios archivos y carpetas. Asimismo, se puede consultar el repositorio git para obtener la última versión de los archivos, <https://github.com/patriciobos/Plantilla-CESE.git>. Los nombres de las carpetas son, o pretender ser, auto-explicativos.

Appendices – Esta es la carpeta donde se deben poner los apéndices. Cada apéndice debe ir en su propio archivo .tex. Se incluye un ejemplo y una plantilla en la carpeta.

Chapters – Esta es la carpeta donde se deben poner los capítulos de la memoria. Cada capítulo debe ir en su propio archivo .tex por separado. Se ofrece por defecto, la siguiente estructura de capítulos y se recomienda su utilización dentro de lo posible:

1.2. Motivación

Por este motivo, es de interés del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) determinar el estado fenológico a campo y mejorar para la tolerancia a heladas.

Capítulo 2: Introducción general

Para determinar el estado fenológico a campo, es necesario conocer el número de flores que se encuentran en estado vulnerable ante un pronóstico de heladas primaverales, así también como la densidad de flores.

En cuanto al mejoramiento, se ha realizado una caracterización a gran escala de la tolerancia a heladas de la colección de duraznero con el objetivo de identificar

Figures – Esta carpeta contiene todas las figuras de la memoria. Estas son las versiones finales de las imágenes que van a ser incluidas en la memoria. Pueden ser imágenes en formato raster¹ como .png, .jpg o en formato vectoriales² como

El presente trabajo permitirá automatizar la toma de datos de varietas de duraznero a partir de fotos para aumentar el caudal de datos y mejorar los modelos de IA recomendable su utilización siempre que sea posible.

¹https://en.wikipedia.org/wiki/Raster_graphics

²https://en.wikipedia.org/wiki/Vector_graphics

1.3.2. Requerimientos

También están incluidos varios archivos, la mayoría de ellos son de texto plano y se puede ver su contenido en un editor de texto. Después de la compilación inicial, se verá que más archivos auxiliares son creados por L^AT_EX o Bib^T_EX, pero son de uso interno y no es necesario hacer nada en particular con ellos. Toda la información necesaria para compilar el documento se encuentra en los archivos

- a) El sistema tomará como entrada imágenes de varetas de duraznero en formato JPG.
- b) El algoritmo debe detectar la presencia de las varetas de los durazneros .tex, .bib, .cls y en las imágenes de la carpeta Figures.
- c) identificar el tipo de flor que posee.

referencias.bib - este es un archivo importante que contiene toda la información de referencias bibliográficas que se utilizarán para las citas en la memoria en conjunto con Bib^T_EX. List_Ed puede escribir las entradas bibliográficas en forma manual, aunque existen también programas de gestión de referencias que facilitan la creación y gestión de las referencias y permiten exportarlas en formato Bib^T_EX.

- d) El algoritmo debe determinar la cantidad de flores por centímetro de vareta. También hay disponibles sitios web como books.google.com que permiten obtener toda la información necesaria para una cita en formato Bib^T_EX. Ver sección ?? e) El sistema debe entregar como resultado un archivo en formato CSV con los datos detectados por el algoritmo y una imagen donde se pueden visualizar las detecciones.

MastersDoctoralTesis.cls - este es un archivo importante. Es el archivo con la clase que le informa a L^AT_EX cómo debe dar formato a la memoria. El usuario de la plantilla no debería necesitar modificar nada de este archivo.

2. Requerimientos de diseño e implementación

memoria.pdf - esta es su memoria con una tipografía bellamente compuesta (en formato de archivo PDF) creada por L^AT_EX. Se distribuye con la plantilla y después de compilar por primera vez sin hacer ningún cambio se debería obtener una versión idéntica a este documento.

- el lenguaje de programación Python y bibliotecas de IA correspondientes.

memoria.tex - este es un archivo importante. Este es el archivo que tiene que compilar L^AT_EX para producir la memoria como un archivo PDF. Contiene un marco de trabajo y estructuras que le indican a L^AT_EX cómo diagramar la memoria. Está altamente comentado para que se pueda entender qué es lo que realiza cada línea de código y por qué está incluida en ese lugar.

- a) El modelo se evaluará con imágenes provenientes del mismo dataset de imágenes entregado por el cliente. En este archivo se debe completar la información personalizada de las primeras sección según se indica en la sección ??.
- b) La métrica que se utilizará para la evaluación del modelo de detección ??.

será *mean average precision* (mAP) y para el clasificador se tomarán en cuenta las métricas *accuracy*, *precision* y *recall*. Archivos que no forman parte de la estructura de la plantilla pero que son generados por L^AT_EX como archivos auxiliares necesarios para la producción de la memoria.pdf son:

memoria.aux - este es un archivo auxiliar generado por L^AT_EX, si se borra L^AT_EX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal memoria.tex.

memoria.bbl - este es un archivo auxiliar generado por Bib^T_EX, si se borra Bib^T_EX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal memoria.tex.

Mientras que el archivo .bb1 contiene todas las referencias que hay, este archivo .bb1 contiene solo las referencias que han sido citadas y se utiliza para la construcción de la bibliografía.

1.4. Objetivo y alcances

memoria.of - este es un archivo auxiliar generado por Bib^T_EX, si se borra Bib^T_EX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal memoria.tex. El objetivo de este trabajo es desarrollar un algoritmo que permita automatizar la toma de datos de las flores de duraznero a través de fotos de varetas.

memoria.of - este es un archivo auxiliar generado por L^AT_EX, si se borra L^AT_EX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal memoria.tex.

El presente trabajo incluye:

- El preprocessamiento de las fotos para entrenar el modelo.

memoria – la selección del modelo para entrenar generado por LATEX, si se borra LATEX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**.
 ▪ La elaboración del notebook de pruebas en Python. Contiene mensajes de LATEX. Si se reciben errores o advertencias durante la compilación.
 ▪ La implementación local del modelo.

Enero – incluye un archivo auxiliar generado por LATEX, si se borra LATEX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**.

- La recolección de datos/fotos. Le indica a LATEX cómo construir la sección *Lista de Tablas*.

- La integración con otros modelos que utilice el cliente.

memoria.out – este es un archivo auxiliar generado por LATEX, si se borra LATEX simplemente lo regenera cuando se compila el archivo principal **memoria.tex**.

1.5. Estado del arte

De esta larga lista de archivos, sólo aquellos con la extensión **.bib**, **.cls** y **.tex** son importantes. Los otros archivos auxiliares pueden ser ignorados o borrados. El presente trabajo contiene distintos algoritmos que integrados logran tomar los datos deseados. Es por este motivo, que para determinar el estado del arte es necesario desglosar cada algoritmo y evaluarlos individualmente como se hace a continuación.

1.4. Entorno de trabajo

Ante de comenzar a editar la plantilla debemos tener un editor LATEX instalado en nuestra computadora. En forma análoga a lo que sucede en lenguaje C, que se pase actual y estan codigos en las siguientes secciones, existen diferentes editor maños de distintos objetos a través de imágenes usando visión por computadora, muchos parten de encontrar un objeto de referencia al cual se le conocen sus dimensiones (alto y ancho). Este objeto de referencia, normalmente se selecciona por ser fácil de detectar por conocer sus dimensiones y por ser un objeto único. El procedimiento habitual para su detección, es pasar la imagen a escala de grises, aplicar filtros gaussianos para eliminar el ruido, utilizar detección de bordes y por ultimo utilizar detección de contornos, tal y como se realiza en el trabajo [3]. Cabe destacar que usualmente el fondo es de un color blanco facilitando la detección.

1.4.1. **Paquetes adicionales**
 En el presente trabajo se tienen imágenes con fondos de color naranja en su mayoría, el objeto de referencia a veces se encuentra ocluido, las imágenes se encuentran en horizontal o vertical, el objeto de referencia no siempre tiene la misma posición, etc. Por estos motivos, se utilizó un método de detección más complejo con un modelo de detección de objetos que se conoce como YOLOv8 y se considera el estado del arte para la fecha.

Se indican a continuación los comandos que se deben introducir en la consola de 1.5.2. **Detección de los estados fenológicos de la flor de duraznero**

La detección de flores ha sido estudiada con diferentes enfoques y arquitecturas de *deep learning*, como por ejemplo el estudio [4] que exploró la viabilidad de detección de estados fenológicos de las rosas con técnicas del contraste del color y comparando con el modelo de detección *Faster R-CNN*. Sin embargo, no utilizo ninguna arquitectura de una etapa para la detección, lo cual podría ser más eficiente. Por otro lado, se tienen trabajos que si utilizaron la arquitectura de una etapa, en específico de YOLO en sus versiones 4 y 5 como se presenta en [5] [6], pero su enfoque fue basado para las flores de kiwi. Para las flores de duraznero se debe abrir el archivo **memoria.tex** con el editor para ver una pantalla similar a la que se puede apreciar en la figura ?? Una vez instalado el programa y los paquetes adicionales se debe utilizar y comparando dos modelos de detección, donde el primero abrir el archivo **memoria.tex** con el editor para ver una pantalla similar a la que se tiene una arquitectura de dos etapas y el segundo tiene una arquitectura de una etapa. El detector de una etapa sería la arquitectura de YOLO en su versión 8, la cionalles se debe abrir el archivo **memoria.tex** con el editor para ver una pantalla

cual se propuso para la realización efectiva y eficiente de esta tarea; además de representar el estado del arte en la actualidad archivo memoria.tex con el editor para ver una pantalla similar a la que se puede apreciar en la figura ??.

1.5.3. Conteo de flores

El conteo de objetos en imágenes a través de visión por computadora es otro campo que ha sido muy estudiado y tiene muchos enfoques tanto simples como complejos. Como es el caso de [7] donde se utilizaron redes convolucionales para predecir mapas de densidad y de esta forma pudieron hacer un conteo de objetos en imágenes que contenían muchos objetos. Así mismo se tiene el trabajo de Tian et al [8] con el uso de transformers con el mismo propósito.

Por otro lado, este trabajo propone una combinación entre el uso del modelo de detección de objetos y métodos de visión por computadora tradicionales para el conteo de las flores de duraznero.

FIGURA 1.1. Entorno de trabajo de texMaker.

Notar que existe una vista llamada Estructura a la izquierda de la interfaz que nos permite abrir desde dentro del programa los archivos individuales de los capítulos. A la derecha se encuentra una vista con el archivo propiamente dicho para su edición. Hacia la parte inferior se encuentra una vista del log con información de los resultados de la compilación. En esta última vista pueden aparecer advertencias o *warning*, que normalmente pueden ser ignorados, y los errores que se indican en color rojo y deben resolverse para que se genere el PDF de salida.

Recordar que el archivo que se debe compilar con PDFLaTeX es **memoria.tex**, si se tratara de compilar alguno de los capítulos saldría un error. Para salvar la molestia de tener que cambiar de archivo para compilar cada vez que se realice una modificación en un capítulo, se puede definir el archivo **memoria.tex** como “documento maestro” yendo al menú opciones ->“definir documento actual como documento maestro”, lo que permite compilar con PDFLaTeX memoria.tex directamente desde cualquier archivo que se esté modificando . Se muestra esta opción en la figura ??.

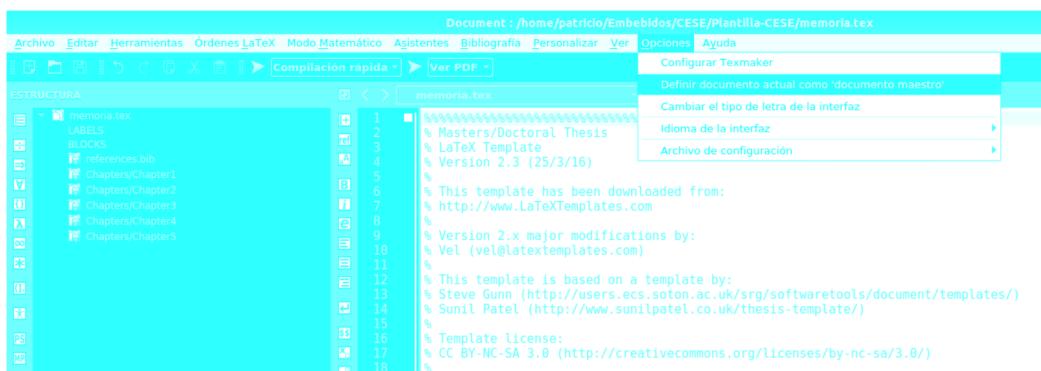


FIGURA 1.2. Definir memoria.tex como documento maestro.

En el menú herramientas se encuentran las opciones de compilación. Para producir un archivo PDF a partir de un archivo .tex se debe ejecutar PDFLaTeX (el shortcut es F6). Para incorporar nueva bibliografía se debe utilizar la opción BibTeX del mismo menú herramientas (el shortcut es F11).

Notar que para actualizar las tablas de contenidos se debe ejecutar PDFLaTeX dos veces. Esto se debe a que es necesario actualizar algunos archivos auxiliares antes de obtener el resultado final. En forma similar, para actualizar las referencias bibliográficas se debe ejecutar primero PDFLaTeX, después BibTeX y finalmente PDFLaTeX dos veces por idénticos motivos.

1.5. Personalizando la plantilla, el archivo `memoria.tex`

Para personalizar la plantilla se debe incorporar la información propia en los distintos archivos `.tex`.

Primero abrir `memoria.tex` con TexMaker (o el editor de su preferencia). Se debe ubicar dentro del archivo el bloque de código titulado *INFORMACIÓN DE LA PORTADA* donde se deben incorporar los primeros datos personales con los que se construirá automáticamente la portada.

1.6. El código del archivo `memoria.tex` explicado

El archivo `memoria.tex` contiene la estructura del documento y es el archivo de mayor jerarquía de la memoria. Podría ser equiparable a la función `main()` de un programa en C, o mejor dicho al archivo fuente `.c` donde se encuentra definida la función `main()`.

La estructura básica de cualquier documento de L^AT_EX comienza con la definición de clase del documento, es seguida por un preámbulo donde se pueden agregar funcionalidades con el uso de paquetes (equiparables a bibliotecas de C), y finalmente, termina con el cuerpo del documento, donde irá el contenido de la memoria.

```
\documentclass{article}      <- Definicion de clase
\usepackage{listings}        <- Preambulo

\begin{document}             <- Comienzo del contenido propio
    Hello world!
\end{document}
```

El archivo `memoria.tex` se encuentra densamente comentado para explicar qué páginas, secciones y elementos de formato está creando el código L^AT_EX en cada línea. El código está dividido en bloques con nombres en mayúsculas para que resulte evidente qué es lo que hace esa porción de código en particular. Inicialmente puede parecer que hay mucho código L^AT_EX, pero es principalmente código para dar formato a la memoria por lo que no requiere intervención del usuario de la plantilla. Sí se deben personalizar con su información los bloques indicados como:

- Informacion de la memoria
- Resumen
- Agradecimientos
- Dedicatoria

El índice de contenidos, las listas de figura de tablas se generan en forma automática y no requieren intervención ni edición manual por parte del usuario de la plantilla.

Capítulo 2

En la parte final del documento se encuentran los capítulos y los apéndices. Por defecto se incluyen los 5 capítulos propuestos que se encuentran en la carpeta /Chapters. Cada capítulo se debe escribir en un archivo .tex separado y se debe poner en la carpeta Chapters con el nombre Chapter1, Chapter2, etc... El código para incluir capítulos desde archivos externos se muestra a continuación.

```
\include{Chapters/Chapter1}
\include{Chapters/Chapter2}
\include{Chapters/Chapter3}
```

Todos los capítulos deben comenzar con un breve párrafo introductorio que indique cuál es el contenido que se encontrará al leerlo. La redacción sobre el contenido de la memoria debe hacerse en presente y todo lo referido al proyecto en Los apéndices también deben escribirse en archivos .tex separados, que se deben ubicar dentro de la carpeta Appendices. Los apéndices vienen comentados por defecto con el carácter % y para incluirlos simplemente se debe eliminar dicho carácter.

2.1. Estilo y convenciones

2.1.1. Uso de mayúscula inicial para los títulos de secciones
 Finalmente se encuentra el código para incluir la bibliografía en el documento final. Este código tampoco debe modificarse. La metodología para trabajar las Señales de información se hace alusión a diferentes partes del trabajo referirse a ellas como capítulo, sección o subsección según corresponda. Por ejemplo: "En el capítulo 1 se explica tal cosa", o "En la sección 2.1 se presenta lo que sea", o "En la subsección 2.1.2 se discute otra cosa".

Cuando se quiere poner una lista tabulada se hace así a través del paquete de latex biblatex que se incluye en la memoria en el archivo memoria.tex. Estas opciones determinan cómo se generan las citas bibliográficas en el cuerpo del documento y en la lista de referencias al final de la memoria.

- Este es el primer elemento de la lista.
- Este es el segundo elemento de la lista.

Notar el uso de las mayúsculas y el punto al final de cada elemento. Si se desea poner una lista numerada el formato es este:

1. Este es el primer elemento de la lista.

```
\usepackage[backend=biblatex,
            style=numeric,
```

Notar el uso de las mayúsculas y el punto al final de cada elemento.

```
{biblatex}
```

2.1.2. Este es el título de una subsección

En el archivo reference.bib se encuentran las referencias bibliográficas que se recomienda no utilizar texto en negritas en ningún párrafo, ni tampoco texto subrayado. En cambio sí se debe utilizar texto en itálicas para palabras en un idioma extranjero, al menos la primera vez que aparecen en el texto. En el caso de palabras que estamos inventando se deben utilizar "comillas" (así como también paréntesis textuales). Por ejemplo, un digital filter es una especie de selector que permite separar ciertos componentes armónicos en particular tipos de una entrada bibliográfica. A continuación se muestran algunos ejemplos:

La escritura debe ser impersonal. Por ejemplo, no utilizar "el diseño del firmware lo hice de acuerdo con tal principio", sino "el firmware fue diseñado utilizando tal principio".

```
AUTHOR="John Doe",
TITLE="Title",
JOURNAL="Journal",
```

El trabajo es algo que al momento de escribir la memoria se supone que ya está concluido, entonces todo lo que se refiera a hacer el trabajo se narra en tiempo pasado, porque es algo que ya ocurrió. Por ejemplo, "se diseñó el firmware empleando la técnica de test driven development".

AUTHOR = "John Doe",

En cambio, la memoria es algo que está vivo cada vez que el lector la lee. Por eso transcurre siempre en tiempo presente, como por ejemplo:

YEAR = "2100",

"En el presente capítulo se da una visión global sobre las distintas pruebas realizadas y los resultados obtenidos. Se explica el modo en que fueron llevados a cabo los test unitarios y las pruebas del sistema".

AUTHOR = "John Doe",

Se recomienda no utilizar una sección de glosario sino colocar la descripción de las abreviaturas como parte del mismo cuerpo del texto. Por ejemplo, RTOS (*Real Time Operating System*, Sistema Operativo de Tiempo Real) o en caso de considerarlo apropiado mediante notas a pie de página.

Si se desea indicar alguna página web utilizar el siguiente formato de referencias bibliográficas, donde las referencias se detallan en la sección de bibliografía de la memoria, utilizando el formato establecido por IEEE en [9]. Por ejemplo, "el presente trabajo se basa en la plataforma EDU-CIAA-NXP [10], la cual...".

TITLE = "Example Website",

MONTH = "12",

2.1.3. Figuras

URLDATE = {2012-11-26}

Al insertar figuras en la memoria se deben considerar determinadas pautas. Para empezar, usar siempre tipografía claramente legible. Luego, tener claro que es incorrecto escribir por ejemplo esto: "El diseño elegido es un cuadrado como se puede observar en la figura 2". Finalmente y como se mencionó en la subsección ??, para actualizar las referencias bibliográficas tanto en la sección bibliografía como las citas en el cuerpo del documento, se deben ejecutar las herramientas de compilación PDFLaTeX, BibTeX, PDFLaTeX, PDFLaTeX, en ese orden. Este procedimiento debería resolver cualquier mensaje Citation xxxxx on page x undefined".

Las entradas se citan en el documento con el comando:

```
\citep{nombre_de_laEntrada}
```

Y cuando se usan, se muestran así: [ARTICLE:1], [BOOK:1], [BOOK:2], [WEBSITE:1].

No es correcto utilizar una figura es con referencias cruzadas, por ejemplo:

"Se eligió utilizar un cuadrado azul para el logo, como puede observarse en la figura 2". Finalmente y como se mencionó en la subsección ??, para actualizar las referencias bibliográficas tanto en la sección bibliografía como las citas en el cuerpo del documento, se deben ejecutar las herramientas de compilación PDFLaTeX, BibTeX, PDFLaTeX, PDFLaTeX, en ese orden. Este procedimiento debería resolver cualquier mensaje Citation xxxxx on page x undefined".

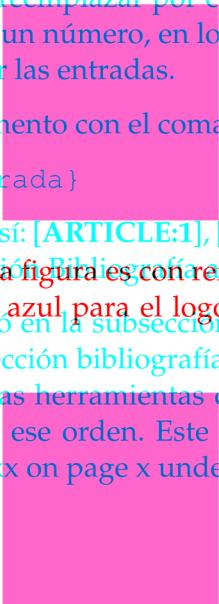


FIGURA 2.1. Ilustración del cuadrado azul que se eligió para el diseño del logo.

El texto de las figuras debe estar siempre en español, excepto que se decida reproducir una figura original tomada de alguna referencia. En ese caso la referencia de la cual se tomó la figura debe ser indicada en el epígrafe de la figura e incluida como una nota al pie, como se ilustra en la figura 2.2.

Capítulo 2



FIGURA 2.2. Imagen tomada de la página oficial del procesador¹.

Introducción específica

La figura y el epígrafe deben conformar una unidad cuyo significado principal pueda ser comprendido por el lector sin necesidad de leer el cuerpo central de la memoria. Para eso es necesario que el epígrafe sea todo lo detallado que corresponda y si en la figura se utilizan abreviaturas entonces aclarar su significado en el epígrafe o en la misma figura.

Todos los capítulos deben comenzar con un breve párrafo introductorio que indique cuál es el contenido que se encontrará al leerlo. La redacción sobre el contenido de la memoria debe hacerse en presente y todo lo referido al proyecto en pasado, siempre de modo impersonal.



2.1. Estilo y convenciones

2.1.1. Uso de mayúscula inicial para los títulos de secciones

FIGURA 2.3. ¿Por qué de pronto aparece esta figura?

Si en el texto se hace alusión a diferentes partes del trabajo referirse a ellas como ~~Núptica~~ colocar ~~rápidamente~~ una figura en el documento antes de hacer la primera referencia a ella, como se ilustra con la figura 2.3, porque si no el lector no comprenderá por qué de pronto aparece la figura en el documento, lo que distraerá su atención.

Otra posibilidad es utilizar el comando `subfigura` para incluir más de una figura, como se puede ver en la figura 2.4. Notar que se pueden referenciar también las figuras internas individualmente de esta manera: 2.4a, 2.4b y 2.4c.

- Este es el primer elemento de la lista.

Notar el uso de las mayúsculas y el punto al final de cada elemento.

Si se desea poner una lista numerada el formato es este:

1. Este es el primer elemento de la lista.

2. Este es el segundo elemento de la lista.

(A) Un caption.

(B) Otro.

(C) Y otro más.



Notar el uso de las mayúsculas y el punto al final de cada elemento.

FIGURA 2.4. Tres gráficos simples

2.1.2. Este es el título de una subsección

El código para generar las imágenes se encuentra disponible para su reutilización en el archivo `Chapter2.tex`.

2.1.4. Tablas Al menos la primera vez que aparecen en el texto. En el caso de palabras que estamos inventando se deben utilizar “comillas”, así como también para las tablas utilizar el mismo formato que para las figuras, sólo que el epígrafe

para citas textuales. Por ejemplo, un `\begin{table}` es una especie de selector que se debe colocar arriba de la tabla, como se ilustra en la tabla 2.1. Observar que sólo algunas filas van con líneas visibles y notar el uso de las negritas para los encabezados. La referencia se logra utilizando el comando `\ref{<Label>}`, donde `<Label>` debe estar definida dentro del entorno de la tabla.

¹Imagen tomada de <https://goo.gl/images/i7C70w>

\begin{notable} [n] al momento de escribir la memoria se supone que ya está **\centring**, entonces todo lo que se refiera a hacer el trabajo se narra en tiempo **\captio** o **\caption** o **\corto** o **\capti**. Por ejemplo, se dice “el trabajo se emplea en la elaboración de los **\cd** y en **\development**”.

\toprule
\textbf{En cambio}, la memoria es algo que está vivo cada vez que el lector la lee. Por eso **\textbf{Especie}** & **\textbf{Tamaño}** & **\textbf{Valor}** \\ transurre siempre en tiempo presente, como por ejemplo:

\midrule
\textbf{Amphiprion Ocellaris} & **10 cm** & **\$ 6.000** \\
Hepatus Blue Tang & **15 cm** & **\$ 7.000** \\
Zebrasoma Xanthurus & **12 cm** & **\$ 6.800** \\

\bottomrule
Se recomienda no utilizar una sección de glosario sino colocar la descripción de **\hline** las abreviaturas como parte del mismo cuerpo del texto. Por ejemplo, RTOS (*Real **\end{tabular}*** **\label{tab:peces}** *Time Operating System*, Sistema Operativo de Tiempo Real) o en caso de considerarlo apropiado mediante notas a pie de página.

Si se desea indicar alguna página web utilizar el siguiente formato de referencias bibliográficas, donde las referencias se detallan en la sección de bibliografía de la memoria, utilizando el formato establecido por IEEE en **[IEEE:citation]**. Por ejemplo, “el presente trabajo se basa en la plataforma EDU-CIAA-NXP [CIAA], la cual...”.

Especie	Tamaño	Valor
Amphiprion Ocellaris	10 cm	\$ 6.000
Hepatus Blue Tang	15 cm	\$ 7.000
Zebrasoma Xanthurus	12 cm	\$ 6.800

2.1.3. Figuras

Al insertar figuras en la memoria se deben considerar determinadas pautas. Para En cada capítulo se debe reiniciar el número de conteo de las figuras y las tablas, empezar, usar siempre tipografía claramente legible. Luego, tener claro que es por ejemplo, figura 2.1 o tabla 2.1, pero no se debe reiniciar el conteo en cada incorrecto escribir por ejemplo esto. El diseño elegido es un cuadrado, como se ve en la siguiente figura:

2.1.5. Ecuaciones

Al insertar ecuaciones en la memoria dentro de un entorno *equation*, éstas se numeran en forma automática y se pueden referir al igual que como se hace con las figuras y tablas, por ejemplo ver la ecuación 2.1.

$$ds^2 = c^2 dt^2 \left(\frac{d\sigma^2}{\sigma^2} + \sigma^2 [d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2] \right) \quad (2.1)$$

La forma correcta de utilizar una figura es con referencias cruzadas, por ejemplo: “Se eligió utilizar un cuadrado azul para el logo, como puede observarse en la Es importante tener presente que si bien las ecuaciones pueden ser referidas por su número, también es correcto utilizar los dos puntos, como por ejemplo “la expresión matemática que describe este comportamiento es la siguiente:”

$$\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + V(\mathbf{r}) \Psi = -i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} \quad (2.2)$$

Para generar la ecuación 2.1 se utilizó el siguiente código:

```
\begin{equation}[2.1]. Ilustración del cuadrado azul que se eligió para el diseño del logo.
\label{eq:metric}
ds^2 = c^2 dt^2 \left( \frac{d\sigma^2}{\sigma^2} + \sigma^2 [d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2] \right)
El texto de las figuras debe estar siempre en español, excepto que se decida reproducir una figura original tomada de alguna referencia. En ese caso la referencia
\end{equation}
```

Y para la ecuación 2.2:

```
\begin{equation}
\label{eq:schrodinger}
\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + V(\mathbf{r}) \Psi = -i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}
\end{equation}
```

FIGURA 2.2. Imagen tomada de la página oficial del procesador¹.

de la cual se tomó la figura debe ser indicada en el epígrafe de la figura e incluida como una nota al pie, como se ilustra en la figura ??.

La figura y el epígrafe deben conformar una unidad cuyo significado principal pueda ser comprendido por el lector sin necesidad de leer el cuerpo central de la memoria. Para eso es necesario que el epígrafe sea todo lo detallado que corresponda y si en la figura se utilizan abreviaturas entonces aclarar su significado en el epígrafe o en la misma figura.



FIGURA 2.3. ¿Por qué de pronto aparece esta figura?

Nunca colocar una figura en el documento antes de hacer la primera referencia a ella, como se ilustra con la figura ??, porque sino el lector no comprenderá por qué de pronto aparece la figura en el documento, lo que distraerá su atención.

Otra posibilidad es utilizar el entorno *subfigure* para incluir más de una figura, como se puede ver en la figura ???. Notar que se pueden referenciar también las figuras internas individualmente de esta manera: ??, ?? y ??.



(A) Un caption.



(B) Otro.



(C) Y otro más.

FIGURA 2.4. Tres gráficos simples

El código para generar las imágenes se encuentra disponible para su reutilización en el archivo **Chapter2.tex**.

2.1.4. Tablas

Para las tablas utilizar el mismo formato que para las figuras, sólo que el epígrafe se debe colocar arriba de la tabla, como se ilustra en la tabla ???. Observar que sólo

¹Imagen tomada de <https://goo.gl/images/i7C70w>

algunas filas van con líneas visibles y notar el uso de las negritas para los encabezados. La referencia se logra utilizando el comando `\ref{<label>}` donde `label` debe estar definida dentro del entorno de la tabla.

```
\begin{table}[h]
\centering
\caption[caption corto]{caption largo más descriptivo}
\begin{tabular}{l c c}
\toprule
\textbf{Especie} & \textbf{Tamaño} & \textbf{Valor}\\
\midrule
Amphiprion Ocellaris & 10 cm & \$ 6.000 \\
Hepatus Blue Tang & 15 cm & \$ 7.000 \\
Zebrasoma Xanthurus & 12 cm & \$ 6.800 \\
\bottomrule
\hline
\end{tabular}
\label{tab:peces}
\end{table}
```

TABLA 2.1. caption largo más descriptivo

Especie	Tamaño	Valor
Amphiprion Ocellaris	10 cm	\$ 6.000
Hepatus Blue Tang	15 cm	\$ 7.000
Zebrasoma Xanthurus	12 cm	\$ 6.800

En cada capítulo se debe reiniciar el número de conteo de las figuras y las tablas, por ejemplo, figura 2.1 o tabla 2.1, pero no se debe reiniciar el conteo en cada sección. Por suerte la plantilla se encarga de esto por nosotros.

2.1.5. Ecuaciones

Al insertar ecuaciones en la memoria dentro de un entorno `equation`, éstas se numeran en forma automática y se pueden referir al igual que como se hace con las figuras y tablas, por ejemplo ver la ecuación ??.

$$ds^2 = c^2 dt^2 \left(\frac{d\sigma^2}{1 - k\sigma^2} + \sigma^2 [d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2] \right) \quad (2.1)$$

Es importante tener presente que si bien las ecuaciones pueden ser referidas por su número, también es correcto utilizar los dos puntos, como por ejemplo "la expresión matemática que describe este comportamiento es la siguiente:"

$$\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + V(\mathbf{r}) \Psi = -i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} \quad (2.2)$$

Para generar la ecuación ?? se utilizó el siguiente código:

```
\begin{equation}
\label{eq:metric}
```

```
ds^2 = c^2 dt^2 \left( \frac{d\sigma^2}{1-k\sigma^2} + \sigma^2 \left[ d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2 \right] \right)
```

Capítulo 3

Y para la ecuación ??:

```
\begin{equation}
\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\Psi + V(\mathbf{r})\Psi = -i\hbar \frac{\partial\Psi}{\partial t}
\end{equation}
```

3.1. Análisis del software

La idea de esta sección es resaltar los problemas encontrados, los criterios utilizados y la justificación de las decisiones que se hayan tomado.

Se puede agregar código o pseudocódigo dentro de un entorno `lstlisting` con el siguiente código:

```
\begin{lstlisting}[caption= "un epígrafe descriptivo"]
las líneas de código irían aquí...
\end{lstlisting}
```

A modo de ejemplo:

```
1 #define MAX_SENSOR_NUMBER 3
2 #define MAX_ALARM_NUMBER 6
3 #define MAX_ACTUATOR_NUMBER 6
4
5 uint32_t sensorValue[MAX_SENSOR_NUMBER];
6 FunctionalState alarmControl[MAX_ALARM_NUMBER]; //ENABLE or DISABLE
7 state_t alarmState[MAX_ALARM_NUMBER]; //ON or OFF
8 state_t actuatorState[MAX_ACTUATOR_NUMBER]; //ON or OFF
9
10 void vControl() {
11     initGlobalVariables();
12     period = 500 ms;
13
14     while(1) {
15         ticks = xTaskGetTickCount();
16         updateSensors();
17         updateAlarms();
18         controlActuators();
19         vTaskDelayUntil(&ticks, period);
20     }
21 }
```

CÓDIGO 3.1. Pseudocódigo del lazo principal de control.

Capítulo 4

Ensayos y resultados

4.1. Pruebas funcionales del hardware

La idea de esta sección es explicar cómo se hicieron los ensayos, qué resultados se obtuvieron y analizarlos.

Se puede agregar código o pseudocódigo dentro de un entorno lstlisting con el siguiente código:

```
\begin{lstlisting}[caption= "un epígrafe descriptivo"]
las líneas de código irían aquí...
\end{lstlisting}
```

A modo de ejemplo:

```
1 #define MAX_SENSOR_NUMBER 3
2 #define MAX_ALARM_NUMBER 6
3 #define MAX_ACTUATOR_NUMBER 6
4
5 uint32_t sensorValue[MAX_SENSOR_NUMBER];
6 FunctionalState alarmControl[MAX_ALARM_NUMBER]; //ENABLE or DISABLE
7 state_t alarmState[MAX_ALARM_NUMBER]; //ON or OFF
8 state_t actuatorState[MAX_ACTUATOR_NUMBER]; //ON or OFF
9
10 void vControl() {
11     initGlobalVariables();
12     period = 500 ms;
13
14     while(1) {
15         ticks = xTaskGetTickCount();
16         updateSensors();
17         updateAlarms();
18         controlActuators();
19         vTaskDelayUntil(&ticks, period);
20     }
21 }
```

CÓDIGO 3.1. Pseudocódigo del lazo principal de control.

Capítulo 5

Conclusiones y resultados

5.1. Conclusiones generales del hardware

La idea de esta sección es resaltar cuáles son los principales aportes del trabajo realizado y cómo se podría continuar. Debe ser especialmente breve y concisa. Es buena idea usar un listado para enumerar los logros obtenidos.

Algunas preguntas que pueden servir para completar este capítulo:

- ¿Cuál es el grado de cumplimiento de los requerimientos?
- ¿Cuán fielmente se puede seguir la planificación original (cronograma incluido)?
- ¿Se manifestó algunos de los riesgos identificados en la planificación? ¿Fue efectivo el plan de mitigación? ¿Se debió aplicar alguna otra acción no contemplada previamente?
- Si se debieron hacer modificaciones a lo planificado ¿Cuáles fueron las causas y los efectos?
- ¿Qué técnicas resultaron útiles para el desarrollo del proyecto y cuáles no tanto?

5.2. Próximos pasos

Acá se indica cómo se podría continuar el trabajo más adelante.

Bibliografía

Conclusiones

- [1] Maximiliano Martín Aballay; Natalia Cristina Aguirre; Carla Valeria Filippi; Gabriel Hugo Valentini; Gerardo Sánchez. «Fine-tuning the performance of ddRAD-seq in the peach genome». En: *Scientific Reports* (2021).
- 5.2. DEBORAH PUEBLA generales**
- lujan-y-tunuyan-las-zonas-mas-afectadas-por-las-heladas-tardias.*
 La idea de es la sección resalta con los principales logros del trabajo realizado y cómo se podrá enfocar. Debe ser Opción 1 (vereda concisa. Es buena).
- [3] T. Dhikiti; Allagada Naga Suhas; Gosula Ramakanth Reddy; Kanadam Chandu Vardhan. «Measuring Size of an Object using Computer Vision». En: *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)* (2019).
- [4] Jose Luis Osorio Naranjo. «VIABILIDAD IDENTIFICACIÓN DE ESTADOS FENOLOGICOS EN LA ROSA APLICANDO ALGORITMOS DE RECONOCIMIENTO DE IMAGENES». En: *UNIVERSIDAD EAFIT*. Fue (2019). o el plan de mitigación? ¿Se debió aplicar alguna otra acción no conocida?
- [5] J. Dhupia; K. Zhao; R. Li; Y. Cui G. Li; L. Fu; C. Gao; W. Fang; G. Zhao; F. Shi. «Multi-class detection of kiwifruit flower and its distribution identification in orchard based on YOLOv5l and euclidean distance». En: *Comput. Electron. Agric.* (2022).
- [6] Q. Li; R. Suo; G. Zhao; C. Gao; L. Fu; F. Shi; J. Dhupia; R. Lv; Y. Cui. «Cuáles no tanto». «Real-time detection of kiwifruit flower and bud simultaneously in orchard using YOLOv4 for robotic pollination». En: *Comput. Electron. Agric.* (2022).
- 5.2. Próximos pasos**
- [7] D. Onoro-Rubio; R.J. López-Sastre. «Towards perspective-free object counting with deep learning». En: *Computer Vision ECCV 2016, Springer International Publishing* (2016). Acá se indica como se podría continuar el trabajo más adelante.
- [8] Y. Tian; X. Chu; H. Wang. «Cctrans: simplifying and improving crowd counting with transformer». En: *Computer Vision and Pattern Recognition (cs.CV)* (2021).
- [9] IEEE. *IEEE Citation Reference*. 1.^a ed. IEEE Publications, 2016. URL: <http://www.ieee.org/documents/ieeecitationref.pdf> (visitado 26-09-2016).
- [10] Proyecto CIAA. *Computadora Industrial Abierta Argentina*. Visitado el 2016-06-25. 2014. URL: <http://proyecto-ciaa.com.ar/devwiki/doku.php?id=start>.