



UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS

# DETECCIÓN DE PRESENCIA DE PARÁSITOS EN EXAMEN PARASITOLÓGICO SERIADO DE DEPOSICIONES CON VISIÓN POR COMPUTADORA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

INGENIERÍA CIVIL EN INFORMÁTICA

CAMPUS PUERTO MONTT, CHILE

Diego Ignacio Muñoz Viveros

diegoignacio.munoz@alumnos.ulagos.cl

Profesor Guía: Joel Sebastian Torres Carrasco

Co-guía: Carlos Dupré Alvarado

12 de agosto de 2021



**ACREDITADA 4 AÑOS**  
Diciembre 2016 - Diciembre 2020  
Gestión Institucional  
Docencia de Pregrado  
Vinculación con el Medio

[www.ulagos.cl](http://www.ulagos.cl)



# Agradecimientos

Gracias

## Resumen

El examen parasitológico seriado de deposiciones es un examen realizado para la detección de presencia parasitológica en pacientes. El examen se lleva a cabo con la toma de muestras de deposiciones del paciente y posteriormente se hace observación de las mismas por medio de microscopio, en la realización de la observación se documenta la confirmación y clasificación de presencia parasitológica en orden de dar con un tratamiento certero, eficaz y acorde a las detecciones. Que el examen sea seriado refiere a las condiciones en las que estas muestras, tres muestras enfrascadas por separado, serán tomadas con la finalidad de tener muestras en distintos ciclos larvales.

El uso de la visión por computadora espera demostrar el aumento en la precisión y velocidad de la detección y clasificación de parásitos con objetivo de reducir incertidumbre y error humano introducido en la observación manual ejercida en el proceso de observación del examen parasitológico seriado de deposiciones. La visión por computadora es la combinación de tecnologías que permite a las computadoras generar inferencia respecto a imágenes estáticas o en movimiento emulando la visión humana por medio de un aprendizaje basado en conjuntos de datos utilizados como ejemplos iniciales de los cuales el modelo generado ajustará sus parámetros.

En la actualidad y en vista de los avances ejercidos en el área se reconoce como principal desafío la generación de un conjunto de datos de entrenamiento de los cuales se conozcan su grado de sesgo en la información que contenga de manera de evitar ajustes de un modelo muy débil o extremadamente limitado en sus capacidades de detección y clasificación cayendo en lo que es conocido como *Underfitting* y *Overfitting*.

**Palabras Clave**— Parasitología, Serializado, Deposiciones, Visión por Computadora, Modelo, Conjunto de Datos, *Underfitting*, *Overfitting*

# Índice general

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Marco Teórico</b>	<b>3</b>
2.1. Parasitología . . . . .	3
2.1.1. Definición . . . . .	3
2.1.2. Exámenes parasitologicos . . . . .	4
2.1.3. Procedimiento de exámenes . . . . .	4
2.1.4. Examen Parasitológico Seriado de Depositiones . . . . .	5
2.2. Visión por Computadora . . . . .	6
2.2.1. Conjunto de Datos . . . . .	7
2.3. Estado del Arte . . . . .	10
<b>3. Formulación del Proyecto</b>	<b>11</b>
3.1. Objetivo General . . . . .	11
3.2. Objetivos Específicos . . . . .	11
3.3. Justificación . . . . .	12
3.4. Metodología . . . . .	12
3.4.1. Planificación . . . . .	14
<b>4. Conclusión</b>	<b>15</b>
4.1. Principales aportes . . . . .	15
4.2. Contraste de resultados . . . . .	15
<b>A. Definciones, Acronimos y Abreviaturas</b>	<b>17</b>
A.1. Definiciones . . . . .	17

A.2. Acrónimos . . . . .	17
A.3. Abreviaturas . . . . .	17
<b>B. Configuraciones</b>	<b>18</b>
<b>C. Anexo de Código</b>	<b>19</b>
C.1. Algoritmos . . . . .	23
<b>D. OPCIONALES en el documento FORMATO</b>	<b>27</b>

# Capítulo 1

## Introducción

En la actualidad en los laboratorios médicos existen gran cantidad de exámenes relacionados a la observación microscópica de muestras, estos exámenes son realizados bajo observación humana de manera totalmente manual. Normalmente los exámenes que involucran esta observación microscópica suelen demandar bastante tiempo por muestra, esto multiplicado a la demanda habitual en el área de la salud nos da a conocer una problemática relacionada a la incapacidad de suplir la demanda en un tiempo pertinente.

Otra característica inherente a la observación está relacionada al error humano introducido en las observaciones, resultando en observaciones con clasificaciones erróneas, esto concluyendo en el mal diagnóstico médico. En ocasiones puede haber una gran diferencia entre las observaciones de distintos tecnólogos médicos sobre la misma muestra, esto en resumen, agrega gran incertidumbre a los análisis que normalmente solo puede ser resuelta con observaciones adicionales o complementarias.

La tecnología médica en el ámbito del conocimiento abarca el estudio e investigación que tiene como objetivo la aplicación de diferentes tipos de tecnologías para mejorar la salud de las personas durante su diagnóstico, desarrollo de la enfermedad y tratamiento aplicado. En el contexto médico, la tecnología médica es la rama de la salud que involucra a profesionales que se forman en los avances tecnológicos para aplicarlos a la medicina y las ciencias de la salud.

Para la consultoría de este trabajo se cuenta con la ayuda del laboratorio clínico CESFAM de Hornopiren, con la ayuda del tecnólogo médico y jefe del laboratorio clínico Carlos Dupré Alvarado.

El examen parasitológico seriado de deposiciones es un examen realizado para la detección

de presencia parasitológica en pacientes. El examen se lleva a cabo con la toma de muestras de deposiciones del paciente y, posteriormente, se hace observación de las muestras por medio de observación microscópica, en la realización de la observación se documenta la confirmación y clasificación de presencia parasitológica en orden de dar con un tratamiento certero, eficaz y acorde a las detecciones. La denominación seriado refiere a las condiciones en las que estas muestras, tres muestras enfrascadas por separado, serán tomadas con la finalidad de tener muestras en distintos ciclos larvales.

El problema es que dado lo extenuante de la observación y lo altamente susceptible a sesgo del observador el examen es muy sensible a pérdida o mala clasificación de avistamientos llevando a malos diagnósticos médicos. En este trabajo se propone una solución inteligente para automatizar el examen parasitológico seriado de deposiciones para poder mejorar la calidad de los resultados y así mejorar la calidad de vida de las personas.

Para realizar este proyecto se pretende usar tecnologías que permitan aprovechar la experiencia de los tecnólogos médicos y utilizarla para crear mejores resultados. Es por ello que se pretende utilizar tecnologías de visión por computadora para automatizar la observación de muestras y a su vez reducir el grado de error mientras se apunta a una implementación rápida y simple.

La visión por computadora es la combinación de tecnologías que permite a las computadoras generar inferencia respecto a imágenes estáticas o en movimiento emulando la visión humana por medio de un aprendizaje basado en conjuntos de datos utilizados como ejemplos iniciales de los cuales el modelo generado ajustará sus parámetros. El uso de la visión por computadora espera demostrar el aumento en la precisión y velocidad de la detección y clasificación de parásitos con objetivo de reducir incertidumbre y error humano introducido en la observación manual ejercida en el proceso de observación del examen parasitológico seriado de deposiciones.

El desafío técnico encontrado está relacionado a la estructuración de un conjunto de datos de imágenes microscópicas que contengan la información suficiente para generar un modelo robusto y de altas prestación con gran capacidad de generalización para el examen parasitológico seriado de deposiciones.

## Capítulo 2

### Marco Teórico

#### 2.1. Parasitología

##### 2.1.1. Definición

La parasitología es la rama de las ciencias biológicas dedicada a el estudio de organismos, denominados parásitos, que dependen de otro para poder sobrevivir y que ocasionan grandes daños a las especies de las cuales dependen, relación llamada parasitismo.

La parasitología es una disciplina con aplicación en campos variados como medicina, farmacología y veterinaria. Es utilizada en la investigación de parásitos que pueden producir enfermedades en plantas y animales con objeto de analizar, diagnosticar y posteriormente establecer un tratamiento óptimo para poder curarlas y erradicarlas.

Gran parte de los parásitos más difícil de tratar son los que se alojan en el interior del organismo, lo que puede ingresar por vía oral o fluidos y gran parte de estos pueden alojarse en el sistema digestivo, principalmente en estómago e intestino.

En el contexto de la medicina, la área de **Tecnología Médica** en su especialización de parasitología esta encargada de la realización y análisis de exámenes con la finalidad de diagnosticar amenazas relacionadas a la disciplina.



### 2.1.2. Exámenes parasitológicos

Existen muchos tipos de análisis de laboratorio para diagnosticar enfermedades parasitarias. El tipo de análisis que solicite el médico se basará en sus signos y síntomas presentados durante la consulta médica, cualquier otra afección médica que pueda tener y sus antecedentes de viajes.

El análisis de laboratorio se lleva a cabo con las observaciones de muestras entregadas al laboratorio por el médico tratante. Estas muestras dependen de la búsqueda de los parásitos sospechados y sus posibles ubicaciones, siendo estas muestras de la forma de sangre, heces, muestras urogenitales, esputo, aspirados o biopsias. La especificidad de los exámenes puede variar en la capacidad de detectar diferentes especies o realizar búsquedas de manera particular.

Estos exámenes se pueden dividir en dos categorías:

- **Invasivos:** la adquisición de la muestra requiere intervención quirúrgica algún tipo como las biopsias.
- **No invasivos:** la toma de la muestra presenta un método de obtención que no involucra una intervención invasiva al paciente como serían muestras de sangre o heces.

### 2.1.3. Procedimiento de exámenes

Para la realización de los exámenes se procede de las siguientes formas:

1. **Exámenes de muestra de sangre:** la muestra es tintada y analizada por goteo grueso y/o fino con un microscopio. El goteo fino es una forma de repartir la muestra en un portaobjeto <sup>1</sup> a manera de dejar una capa delgada y uniforme en la cual realizar observaciones, el goteo grueso por otro lado, consiste en soltar una gota de muestra de forma que la tensión superficial de la muestra mantenga su forma circular para dejar decantar las células contenidas en la muestra al fondo. La tinción es el proceso en el cual se suman compuestos a la muestra que reaccionan a componentes conocidos con el fin de teñir componente para facilitar la visualización.
2. **Endoscopia/Colonoscopia:** Conciste en la inserción en la boca (endoscopia) o el recto (colonoscopia) de una sonda con la cual el médico, normalmente un gastroenterólogo, examina

---

<sup>1</sup>Placa de acrílico transparente usada para manejo de muestras para microscopio

las cavidades en busca de presencia parasitaria y/o lesiones de caracter aludible a presencia parasitaria.

3. **Exámenes parasitológico seriado de deposiciones:** consiste en el análisis de tres muestras seriadas <sup>2</sup> de heces tintadas con observación por microscopio . La observación se realiza por goteo fino.
4. **Resonancia Magnética (RM), Tomografía axial computarizada (TAC):** Pruebas ralizadas para buscar enfermedades parasitarias que pueden provocar lesiones en los órganos.

#### 2.1.4. Examen Parasitológico Seriado de Deposiciones

Como se menciona anteriormente, el examen parasitológico seriado de deposiciones es un examen que busca estudiar la presencia parasitaria intestinal por medio de observaciones de muestras de heces. La realización de este examen es llevado a cabo por un tecnólogo médico y su principal objetivo es documentar las observaciones realizadas.

La realización del examen en detalle se muestra a continuación:

1. Una vez se reconoce la necesidad de la realización del examen, el médico trantante pedirá la preparación de tres frascos de muestras con 10-20 ml de liquido fijador<sup>3</sup>.
2. Se hace entrega al paciente de los frascos junto a una nota con las instrucciones para la toma de muestras, conservación de las mismas y precauciones a tomar.
3. Cuando se reciben las muestras y se valida su tamaño, los tiempos en los que se tomaron y la forma en que se conservaron, estas pasaran a ser entregadas al laboratorio donde seran almacenadas y/o examinadas.
4. Las muestras son retiradas del área de refrigeración, en el caso que se ecuentren en conservación, y se proceden a intruducir una porción de cada frasco en tres probetas diluidas en el liquido fijador.

---

<sup>2</sup>Muestras tomadas con intervalos de tiempo equidistantes con objetivo de muestrear sin que se pierdan ciclos larvarios evitando excluir avistamientos

<sup>3</sup>Liquido conservantes, normalmente formaldehído

5. Se centrifugan las muestras en orden de separar el material fecal del liquido fijador para poder extraerlo.
6. En caso de que el tecnólogo lo considere necesario, tintar la muestras con soluciones reactivas que resalten componentes especificos para facilitar las observaciones.
7. Dejar caer una gota de cada una de las muestras en un portaobjeto y esparcir para observación de goteo fino.
8. Hacer observación de las muestras con gran detalle en el microscopio y documentar hallazgos en caso de haber.
9. En caso de no detectar presencia parasitaria, documentar que no se observa presencia en la muestra.

Para la correcta realización del examen existen ciertas consideraciones expuestas a continuación:

- La toma de muestras debe avarcar un período mínimo de cinco días.
- La duración de la observación microscópica puede durar al rededor de 45 minutos y es dependiente de la habilidad y experiencia del tecnólogo.
- En caso de encontrar alguna anormalidad en la recepción de las muestras por parte del paciente, se debe pedir que este haga la toma nuevamente en frascos diferentes.
- La muestra que no se utilice durante la observación deber ser concervada en refrigeración.
- En caso de existir dudas sobre la observación de las muestras, se puede realizar una segunda observación.

## 2.2. Visión por Computadora

La visión por computadora es el campo de la inteligencia artificial (IA) que permite a los computadores y sistemas derivados a extraer información util de imagenes digitales, videos y otras entradas visuales y tomar acciones o hacer recomendaciones basadas en esta información.

Si la IA permite a los computadores pensar, la visión por computadora les permite ver, observar y entender.

La visión por computadora, así como muchas otras ramas de la disciplina de IA, logra la tarea de inferir gracias al aprendizaje de máquinas. El aprendizaje de máquinas consiste en el entrenamiento de modelos de IA en base a conjuntos de datos que harán que los distintos modelos aprendan a reconocer patrones y generen la lógica interna necesaria para permitirles inferir de manera correcta.

### 2.2.1. Conjunto de Datos

El manejo de los conjuntos de datos es una de las tareas más importantes a la hora de diseñar un modelo de IA, ya que la información y como esté clasificada marcará como el modelo podrá desempeñarse en un entorno de uso general o específico que no contenga información vista con anterioridad.

La estructura general de un conjunto de datos en modelos de visión por computadora suele consistir en un conjunto de imágenes o videos junto a etiquetas que muestran la información contenida en estas, normalmente en la forma de coordenadas que delimitan el área en donde se localiza en la imagen el objeto a identificar y/o clasificar, junto a la etiqueta que identifica que es o que acción está ocurriendo.

Es importante contar con un conjunto de datos que contenga gran cantidad de ejemplos relacionados a la tarea que se espera lograr, esto con objetivo de generalizar los patrones e información obtenida por parte del modelo durante el proceso de entrenamiento. La cantidad de información que se requiera estará dada por la complejidad en el modelo a entrenar y la complejidad de la tarea a desarrollar, y el análisis de estos parámetros dependerá del equipo de desarrollo. Cuando en entrenamiento carece de un conjunto de datos contundente o el modelo es muy simple para la tarea ocurre *underfitting*, esto es, cuando el modelo realiza inferencias escasas y/o erróneas.

Para un hacer buen provecho de la información existen diferentes tratamientos realizables a los conjuntos de datos como lo son el limpieza de datos, aumento de datos y el balanceo de datos.

### Limpieza de Datos

La limpieza de datos es un procedimiento que nos ayuda a filtrar datos erróneos y manipular información faltante para no causar una mayor pérdida de datos. Este procedimiento es descrito como la intuición de los datos, dado que no existen muchas más formas de entender un conjunto de datos que analisándolo de manera manual. Generalmente el manejo de la limpieza de datos suele ser una de las partes más demandantes en el proceso de desarrollo de un modelo de inteligencia artificial.

Los problemas que se presentan en conjuntos de datos que debes ser solbentados son:

- **Datos faltantes:** Existen situaciones en las que no todos los datos de una entrada tendrán asignados un valor. Si bien es factible eliminar todas las entradas que contengan datos perdidos, en la mayoría de los casos esto termina descartando excesiva cantidades de entradas (hay conjuntos de datos que pueden tener datos perdidos en todas sus entradas).

Una alternativa para cuando los datos faltantes tienen estar agrupados en su mayoría en un campo en particular es eliminar el campo por completo. Esto válido dado que el campo de por sí mostraba no tener mucha utilidad.

La forma más común de manejar datos faltantes es usar un valor por defecto que en última instancia servirá para que el modelo reconozca que existen situaciones donde los datos no se encuentran disponibles. Esto es básicamente porque siempre se puede extraer información del hecho de que no existen entradas en un campo en particular.

- **Distribución de datos inconsistentes:** Esto ocurre cuando la escala o el formato de los datos no está bien definido en los campos, vale decir, tener números en campos que describen texto o números en rangos que no corresponden.

Cuando se habla de inconsistencia en tipo de datos solo basta con reconocer el tipo de dato del campo para hacer la corrección del resto de los datos, revisando que la transformación de los datos sea consistente al objetivo final.

Cuando la inconsistencia corresponde a rangos se implementan dos alternativas, escalado y normalización.

El escalado corresponde a una transformación en el rango de los datos, esto convierte los

datos tomando el mínimo y máximo valor en los campos y escalándolos a valores entre 0 y 1.

La normalización es una transformación que convierte la distribución de los datos en una distribución normal Gaussiana. Este método es utilizado en datos destinados a modelos de predicción estadística.

- **Datos inconsistentes:** Es el tipo de dato que requiere manipulación acorde a las necesidades, estos datos pueden ser desde texto que registra entradas diferentes por tener su versión iniciando con mayúsculas y su versión en minúsculas hasta tipos de datos diferentes en las mismas columnas.

Para la reparación de estos datos se debe hacer estudio de los datos y la información que se espera de ellos y es totalmente sujeta a quien manipula los datos.

### **Aumento de Datos**

Muchos de los desarrollos de modelos actuales presentan una característica en común, fueron entrenados con cantidades de datos que pasan el orden de magnitud de los cientos milos o millones. Esto es un importante dato a considerar cuando se tienen modelos que no cuentan con un conjunto de datos lo suficientemente amplio.

Para esto es que se hacen estudios respecto al aumento artificial de datos, que consisten en resumidas cuentas en el uso de datos pre-existentes en el conjunto de datos actual para crear nuevas entradas que representen información similar. Hay estudios que muestran aumentos de rendimiento sobre el 30 % sobre modelos que no la utiliza.

### **Aumento de datos numéricos**

Las técnicas de aumento utilizadas en las aplicaciones de aprendizaje profundo dependen del tipo de datos. Para aumentar los datos numéricos simples, son populares técnicas como SMOTE o SMOTE NC. Estas técnicas se utilizan generalmente para abordar el problema del desequilibrio de clases en las tareas de clasificación.

Para los datos no estructurados, como las imágenes y el texto, las técnicas de aumento varían desde simples transformaciones hasta datos generados por redes neuronales, en función de la

complejidad de la aplicación.

#### **Balanceo de Datos**

### **2.3. Estado del Arte**

## Capítulo 3

# Formulación del Proyecto

### 3.1. Objetivo General

Crear un modelo de aprendizaje de maquinas para la detección de y clasificación de parásitos en el análisis parasitológico de seriado de deposiciones.

### 3.2. Objetivos Específicos

1. Recopilar y estructurar un conjunto de datos de imágenes de muestras para el entrenamiento y testeo del modelo de detección de parásitos.
2. Definir un modelo de detección de parásitos para la automatización de resultados del examen parasitológico seriado de deposiciones basado en visión por computadora.
3. Analizar y validar la calidad de las predicciones de la detección de parásitos en las muestras, a través de experimentación con el conjuntos de datos recopilado y con muestras obtenidas desde procedimientos reales del examen parasitológico seriado de deposiciones, utilizando imagenes microscopicas.



### 3.3. Justificación

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

### 3.4. Metodología

1. Recopilar y estructurar un conjunto de datos de imágenes de muestras para el entrenamiento y testeo del modelo de detección de parásitos.
  - a) Revisión de conjunto de datos disponibles relacionados al examen parasitológico seriado de deposiciones.
  - b) Definir una estructura estandar para almacenar imagenes microscopicas de examen parasitológico seriado deposiciones.
  - c) Implementar un procedimiento de extracción y limpieza de imagenes de examen parasitológico seriado de deposiciones.
  - d) Realizar un procedimiento de análisis exploratorio de datos.
2. Definir un modelo de detección de parásitos para la automatización de resultados del examen parasitológico seriado de deposiciones basado en visión por computadora.
  - a) Adoptar una metodología (elección de experimento, metricas, configuración y *kfolds*) de proyectos de visión por computadora para relizar una comparación de la calidad de los modelos.
  - b) Proponer distintos modelos para la detección de parásitos en imagenes microscopicas.

- c) Seleccionar el o los modelos con mejor calidad de resultado.
3. Analizar y validar la calidad de las predicciones de la detección de parásitos en las muestras, a través de experimentación con el conjuntos de datos recopilado y con muestras obtenidas desde procedimientos reales del examen parasitológico seriado de deposiciones, utilizando imagenes microscopicas.
- a) Implementar la metodología elegida o adaptada para el tratamiento de imagenes microscopicas.
  - b) Implementar el procedimiento de predicción de parásitos detectada en las imagen microscopicas.
  - c) Implementar el reporte final de parásitos detectados en las muestras a través del modelo de visión por computadora.
  - d) Recopilación de nuevas muestras, sus resultados, su validación y la retroalimentación del tecnologo médico.

3.4.1. Planificación



Figura 3.1: Carta Gantt para desarrollo del proyecto

## **Capítulo 4**

### **Conclusión**

En las conclusiones se destaca lo mostrado en el trabajo, resaltando los resultados. Se indican los trabajos futuros. Usualmente, luego de las conclusiones se incluye un párrafo de agradecimientos a quienes auspician la investigación.

#### **4.1. Principales aportes**

#### **4.2. Contraste de resultados**

# **Bibliografía**

## **Anexos A**

### **Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas**

#### **A.1. Definiciones**

#### **A.2. Acrónimos**

#### **A.3. Abreviaturas**

## Anexos B

### Configuraciones

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

## Anexos C

### Anexo de Código

```
1  -- Database :  acuario
2
3  -- DROP DATABASE  acuario ;
4
5  CREATE DATABASE acuario
6      WITH OWNER = postgres;
7
8
9  CREATE TABLE especies(
10      sno integer PRIMARY KEY ,
11      nombre character varying(20) ,
12      alimento character varying(20)
13  );
14
15  CREATE TABLE tanques(
16      tno integer PRIMARY KEY ,
17      nombre_tanque character varying(20) ,
18      color_tanque character varying(20) ,
19      volumen integer NOT NULL
20  );
```



```
21
22 CREATE TABLE peces(
23     pno integer PRIMARY KEY,
24     nombre_peces character varying(20),
25     color_peces character varying(20),
26     tno integer NOT NULL,
27     sno integer NOT NULL,
28     FOREIGN KEY (tno) REFERENCES tanques (tno) ON UPDATE ↵
        CASCADE ON DELETE CASCADE,
29     FOREIGN KEY (sno) REFERENCES especies (sno) ON UPDATE ↵
        CASCADE ON DELETE CASCADE
30 );
31
32 CREATE TABLE eventos(
33     eno integer PRIMARY KEY,
34     pno integer NOT NULL,
35     fecha date,
36     FOREIGN KEY (pno) REFERENCES peces (pno) ON UPDATE ↵
        CASCADE ON DELETE CASCADE
37 );
38
39
40
41 INSERT INTO especies VALUES(17, 'delfin', 'arenque');
42 INSERT INTO especies VALUES(22, 'tiburon', 'cualquier cosa');
43 INSERT INTO especies VALUES(74, 'olomina', 'gusano');
44 INSERT INTO especies VALUES(93, 'ballena', 'mantequilla de mani↵
    ');
45 INSERT INTO especies VALUES(100, 'pez espada', 'gusano');
46 INSERT INTO especies VALUES(120, 'pez globo', 'gusano');
```

```
47
48  -- select * from especies
49
50  INSERT INTO tanques VALUES(55, 'charco', 'verde', 300);
51  INSERT INTO tanques VALUES(42, 'letrina', 'azul', 100);
52  INSERT INTO tanques VALUES(35, 'laguna', 'rojo', 400);
53  INSERT INTO tanques VALUES(85, 'letrina', 'azul', 100);
54  INSERT INTO tanques VALUES(38, 'playa', 'azul', 200);
55  INSERT INTO tanques VALUES(44, 'laguna', 'verde', 200);
56
57  -- select * from tanques
58
59
60  INSERT INTO peces VALUES (164, 'charlie', 'naranja', 42, 74);
61  INSERT INTO peces VALUES (347, 'flipper', 'negro', 35, 17);
62  INSERT INTO peces VALUES (228, 'killer', 'blanco', 42, 22);
63  INSERT INTO peces VALUES (281, 'albert', 'rojo', 55, 17);
64  INSERT INTO peces VALUES (119, 'bonnie', 'azul', 42, 22);
65  INSERT INTO peces VALUES (388, 'cory', 'morado', 35, 93);
66  INSERT INTO peces VALUES (700, 'maureen', 'blanco', 44, 100);
67  INSERT INTO peces VALUES (800, 'beni', 'rojo', 55, 17);
68  INSERT INTO peces VALUES (900, 'nemo', 'rojo', 44, 74);
69  INSERT INTO peces VALUES (150, 'vicky', 'rojo', 55, 100);
70  INSERT INTO peces VALUES (160, 'mati', 'amarillo', 42, 100);
71  INSERT INTO peces VALUES (110, 'rafa', 'azul', 85, 100);
72  INSERT INTO peces VALUES (222, 'jimmy', 'amarillo', 38, 100);
73  INSERT INTO peces VALUES (144, 'bisho', 'rojo', 42, 93);
74  INSERT INTO peces VALUES (125, 'chris', 'azul', 38, 93);
75  INSERT INTO peces VALUES (183, 'sable', 'amarillo', 44, 93);
76  INSERT INTO peces VALUES (241, 'taz', 'rojo', 55, 93);
```

```
77 INSERT INTO peces VALUES (300, 'baltazar', 'azul', 85, 100);
78 INSERT INTO peces VALUES (200, 'cash', 'azul', 85, 100);
79 INSERT INTO peces VALUES (424, 'bandido', 'verde', 35, 100);
80 INSERT INTO peces VALUES (454, 'romo', 'blanco', 85, 93);
81
82
83 -- select * from peces
84
85 INSERT INTO eventos VALUES
86 (3456 , 347 , '2010-01-26' ) ,
87 (6653 , 164 , '2010-05-14' ) ,
88 (5644 , 347 , '2010-05-15' ) ,
89 (5645 , 347 , '2010-05-30' ) ,
90 (6789 , 281 , '2010-04-30' ) ,
91 (5211 , 228 , '2010-08-20' ) ,
92 (6719 , 700 , '2010-10-22' ) ,
93 (4555 , 164 , '2011-11-03' ) ,
94 (9647 , 281 , '2011-12-06' ) ,
95 (5347 , 281 , '2011-01-01' ) ;
96
97 -- INSERT INTO eventos VALUES (3456 , 164 , '2010-01-26' ) ;
98 -- INSERT INTO eventos VALUES (6653 , 347 , '2010-05-14' ) ;
99 -- INSERT INTO eventos VALUES (5644 , 347 , '2010-05-15' ) ;
100 -- INSERT INTO eventos VALUES (5645 , 347 , '2010-05-30' ) ;
101 -- INSERT INTO eventos VALUES (6789 , 228 , '2010-04-30' ) ;
102 -- INSERT INTO eventos VALUES (5211 , 119 , '2010-08-20' ) ;
103 -- INSERT INTO eventos VALUES (6719 , 388 , '2010-10-22' ) ;
104 -- INSERT INTO eventos VALUES (4555 , 164 , '2011-11-03' ) ;
105 -- INSERT INTO eventos VALUES (9647 , 281 , '2011-12-21' ) ;
106 -- INSERT INTO eventos VALUES (5369 , 281 , '2011-01-01' ) ;
```

```
107
108
109  -- ALTER TABLE tanques ADD medida character varying (2) ;
110
111  -- UPDATE tanques SET medida = 'ml' ;
112
113  -- select * from tanques ;
114
115  -- ALTER TABLE tanques DROP medida ;
116
117  -- SELECT * FROM especies ;
118  -- SELECT * FROM tanques ;
```

## C.1. Algoritmos

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultrices augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc nunc, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua, como en el Algoritmo C.1.

Listing C.1: Código en C de una sumatoria

```
1  #include <stdio.h>
2  #include <stdlib.h>
```

```

3  /* Algoritmo para realizar la sumatoria */
4  /* S = 2+4+6+...+2 n */
5
6  int main(void){
7      int i,s,n;
8
9      /* inicializar el valor de la sumatoria en 0 */
10     s=0;
11     printf("ingrese la cantidad de elementos de la sumatoria=↵
12           ");
13     scanf("% d", &n);
14     /* Realiza la iteracion n veces , y el indice "i" lo ↵
15        multiplica por */
16     /* 2 y lo va sumando a s*/
17     for(i=1;i<=n;i++){
18         s = s + 2*i;
19     }
20     printf("el resultado de la sumatoria es=% d\n",s);
21
22     return (0);
23 }

```

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod, en el Algoritmo C.2 tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Listing C.2: Código LISP de una Lista

```

1  (define (length x)
2      (if (list? x) (length-aux x)
3          (error "x no es una lista")))
4

```

```

5 (define (length-aux x)
6   (if (null? x) 0 (+1 (length-aux (cdr x)))))

```

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut, en el Algoritmo C.3 labore et dolore magna aliqua.

Listing C.3: Código PROLOG de un árbol genealógico

```

1  % Arbol genealogico version 1.
2  % padre(A,B) significa que B es el padre de A.
3
4  padre(juan,alberto).
5  padre(luis,alberto).
6  padre(alberto,leoncio).
7  padre(geronimo,leoncio).
8  padre(luisa,geronimo).
9
10 % Ahora se define las condiciones para que dos individuos ←
    sean hermanos hermano(A,B), significa que A es hermano de B ←
    .
11 hermano(A,B) :-
12     padre(A,P) ,
13     padre(B,P) ,
14     A \== B.
15 % Ahora se define el parentesco abuelo - nieto .  nieto(A,B) ←
    significa que A es nieto de B.
16 nieto(A,B) :-
17     padre(A,P) ,
18     padre(P,B) .

```

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua.

Listing C.4: Código JAVA de una clase

```
1  class <Nombre>{  
2      public static void main(String[] args){  
3          instrucciones;  
4      }  
5  }
```

## Anexos D

# OPCIONALES en el documento FORMATO

**TODOS LOS TEXTOS ESCRITOS EN CADA SECCIÓN SON SOLO REFERENCIALES Y/O DE AYUDA, POR LO QUE NO DEBEN QUEDAR EN EL DOCUMENTO FINAL.**

Todas las secciones y/o capítulos que no se mencionen en este apartado, son obligatorias, entre ellas los Capitulo ??, ??, ?? ??, 4.

Un caso particular pero que igual es obligatorio es la Sección ?? no es opcional si es un producto único y nuevo ya que aquí se debe explicar porque es novedoso y no hay alternativas.

Los Anexos B y C igualmente son obligatorios.

**Opcional** solo queda el Anexo A.

En el curso de Taller de Ingeniería de Software los alumnos aprenderán los temas para rellenar los Capítulos ??, ?? y ??.

En el curso Formulación y evaluación de proyectos el alumno aprenderá como complementar la sección ?? al igual que la justificación económica de la malla PERT de la sección ??.

De igual forma, el alumno tendrá los conocimientos para realizar la justificación económica del Capitulo ??.

Lógicamente esta sección hay que eliminarla (Anexo D).