

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**DESARROLLO DE UN PORTAL WEB QUE PERMITA  
IDENTIFICAR ESPECIES DE RANAS DEL ECUADOR**

**GIANFRANCO CISNEROS BARREIRO  
EDUARDO ALEJANDRO SILVA SALTOS**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**QUITO, MARZO 2018**

## DEDICATORIA

A nuestros padres, ya que ellos son el pilar fundamental en todo lo que somos, tanto en lo académico como en lo moral, y en todo lo que nos hemos convertido. Va por su apoyo incondicional perfectamente conservado en el tiempo y por ser nuestros guías hacia lo sabio y correcto.

A demás familiares que siempre nos han aconsejado y siempre han estado contribuyendo a nuestra formación. Va por sus palabras de aliento y motivación, su inmenso amor y cariño.

A nuestros profesores, a todos y cada uno porque nos enseñaron que para alcanzar algo hay que saber esforzarse y tener dedicación. Va por su ayuda en nuestra formación profesional y en el presente trabajo.

A nuestros amigos que nos hemos apoyado mutuamente para lograr este objetivo, el de la tan ansiada graduación. Va por su apoyo y cariño.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por habernos dado la oportunidad de prepararnos profesionalmente y a nuestro director de tesis: Ingeniero Damián Nicolalde, por su tiempo, sus orientaciones, su apoyo hacia el desarrollo y puesta en marcha de este trabajo y por habernos facilitado las instalaciones del Laboratorio de Tecnologías de la Información y Comunicación de la Facultad de Ingeniería.

A nuestros familiares, profesores y compañeros de curso, que a lo largo de toda nuestra carrera, han ayudado enormemente en el día a día de cualquier forma, con el fin de lograr nuestra meta: graduarnos.

## RESUMEN

El presente trabajo se enfocó en el desarrollo de un portal web desarrollado en C# a través de Visual Studio, el cual permitirá identificar especies de ranas a través de su canto utilizando un algoritmo de reconocimiento realizado en Matlab por expertos en Matemática y en Estadística.

En primer lugar, se realizó el estudio del estado del arte a través de la metodología de la revisión sistemática de la literatura y, además, se mencionaron los objetivos del proyecto. El estudio del estado del arte fue muy importante porque permitió tener una visión amplia de los sistemas de reconocimiento que ya existen en la actualidad y en base a los resultados obtenidos, desarrollar un sistema que sea mejor para implementarlo.

En segundo lugar, siguiendo el ciclo de un característico desarrollo de software, se analizó los requerimientos, a través de una especificación estándar de IEEE 830. Además, se realizó un estudio de factibilidad, considerando los aspectos técnicos, operativos y económicos. Posteriormente, se realizó el diseño del sistema, analizando la arquitectura, la plataforma, el lenguaje de programación que se utilizó y el manejo de datos. Luego, se procedió con la programación del sistema, creando las capas y clases definidas en los requerimientos y diseño del mismo. También, se realizaron pruebas unitarias y de integración, y se procedió con la instalación del sistema en un servidor web (Internet Information Services IIS). Cabe resaltar que en todo este proceso se han utilizado varios diagramas UML para un mejor entendimiento por parte de los desarrolladores y de los usuarios que deseen entender el sistema, entre los cuales están: diagrama de Casos de Uso, diagrama de Clases, diagrama de Estereotipos, diagramas de Secuencia, diagramas de Colaboración, diagramas de Actividades, diagrama de Paquetes y diagrama de Despliegue.

Finalmente, como resultado del presente trabajo se ha logrado desarrollar un portal web que permite identificar especies de ranas del Ecuador junto con su respectiva documentación, con el fin de que cualquier persona, estudiante, investigador, entre otros pueda utilizar esta herramienta de forma en que le resulte muy útil.

## Contenido

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
1. Formulación del problema.....	8
2. Búsqueda o selección de las fuentes de estudio .....	9
3. Extracción y codificación de los estudios seleccionados .....	9
4. Análisis de los estudios.....	28
5. Resultados, conclusiones y futuras líneas de investigación .....	33
6. Objetivos .....	35
6.1. Objetivo General .....	35
6.2. Objetivos Específicos.....	35
CAPÍTULO 2.- Análisis .....	36
1. Situación Actual .....	36
2. Especificación de Requerimientos .....	37
2.1. Introducción .....	37
2.1.1. Propósito.....	37
2.1.2. Ámbito del Sistema .....	37
2.1.3. Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas .....	37
2.1.4. Visión General .....	39
2.2. Descripción General.....	40
2.2.1. Perspectiva del Producto .....	40
2.2.2. Funciones del Producto .....	40
2.2.3. Características de los Usuarios.....	41
2.2.4. Restricciones .....	41
2.2.5. Suposiciones y Dependencias .....	43
2.2.6. Requerimientos Futuros.....	43

2.3.	Requerimientos Específicos .....	43
2.3.1.	Interfaces .....	43
2.3.2.	Funciones (Requerimientos Funcionales) .....	44
2.3.3.	Requerimientos de Rendimiento (Requerimientos No Funcionales) .....	54
2.3.4.	Atributos del Sistema .....	54
3.	Estudio de Factibilidad .....	55
3.1.	Factibilidad técnica.....	55
3.2.	Factibilidad operativa .....	55
3.3.	Factibilidad económica.....	56
CAPÍTULO 3.- Diseño .....		57
1.	Diseño del Software .....	57
a.	Arquitectura .....	57
b.	Plataforma .....	57
c.	Lenguaje de Programación.....	57
d.	Gestor de Base de Datos .....	58
2.	Diagramas de Colaboración.....	58
3.	Diagrama de Clases.....	59
4.	Diseño de Interfaces .....	59
5.	Capas (Entidades, Datos, Lógica, Servicios, Presentación) .....	61
CAPÍTULO 4.- Implementación.....		63
1.	Diagrama de Paquetes.....	63
2.	Diagrama de Despliegue.....	63
3.	Implementación de las Interfaces .....	63
4.	Implementación de Clases .....	71
5.	Implementación de Métodos .....	71
6.	Instalación.....	75
7.	Pruebas .....	75

## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

7.1. Pruebas Unitarias.....	75
7.2. Pruebas de Integración (por Hilos).....	76
8. Mantenimiento .....	77
I. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	79
a. Conclusiones .....	79
b. Recomendaciones .....	79
II. BIBLIOGRAFÍA.....	81

## CAPÍTULO 1.- Estado de la Cuestión

En este capítulo se realizará un estudio del estado del arte, el cual se lo puede definir como una forma de investigación documental que permite estudiar el conocimiento existente dentro de un área o tema específico (Londoño, Maldonado, & Calderón, 2014). Dicho de otra manera, la idea de este capítulo es que permita tener una visión amplia de los sistemas de reconocimiento que ya existen, sus características, entre otros, y en base al análisis poder detectar cuál es la mejor opción y que se puede mejorar para realizar nuestro proyecto. Además, se mencionarán los objetivos del proyecto.

Para realizar dicho estudio, se utilizará una metodología denominada: revisión sistemática de la literatura, la cual permite identificar, evaluar, interpretar y sintetizar todas las investigaciones o estudios existentes de un tema de interés particular (Pino, García, & Piattini, 2006). Además, para llevar a cabo dicha metodología, se debe aplicar el meta-análisis, que es un análisis estadístico de estudios comparables con el propósito de integrar o resumir los resultados de cada uno (Sánchez-Meca, 2010).

### 1. Formulación del problema

En los últimos años, la biodiversidad del planeta ha sido un aspecto fundamental en el ámbito de la investigación, con el fin de priorizar la conservación y reducir el riesgo de extinción de algunas especies (Caycedo, Ruiz, & Orozco, 2013).

En el Ecuador existen alrededor de 591 especies de ranas, por lo que, a nuestro país se le puede considerar como un lugar donde la anfibiofauna es muy numerosa (Anfibios del Ecuador, 2017). Actualmente, en la página web Anfibios del Ecuador, se tiene colecciones biológicas de tipo multimedia que incluyen aproximadamente 13600 fotos y 670 grabaciones de cantos (Anfibios del Ecuador, 2017).

El problema que se ha encontrado en base a experiencias comentadas en la facultad de Biología de la PUCE es el siguiente: escuchar y analizar los cantos grabados de forma manual, para identificar las especies, consume mucho tiempo y esfuerzo. Por lo que, la formulación de la pregunta de dicho problema es: ¿se reducirán el tiempo y el esfuerzo para analizar cantos de ranas grabados con el portal web a desarrollar?

2. Búsqueda o selección de las fuentes de estudio

El criterio para realizar la búsqueda de fuentes de estudio fue basado en un proceso iterativo e incremental, es decir, la búsqueda se la realiza a partir de una fuente encontrada, luego se encuentran más fuentes hasta que se tenga un grupo de fuentes de estudio aceptable y definitivo. Las fuentes de estudio fueron obtenidas del Internet: de la fuente de investigación llamada SpringerLink y de páginas oficiales de cada una de las herramientas.

El criterio de selección de dichas fuentes fue basado en el análisis del resumen de cada fuente encontrada, es decir, se revisó brevemente cada artículo, publicación o enlace web, con el fin de determinar si la información encontrada aportaba al desarrollo del problema planteado anteriormente y, si la información mostraba herramientas o sistemas relacionados con nuestro proyecto. En el buscador, en este caso, el más utilizado es Google, se buscó con frases claves, por ejemplo: “*reconocimiento de especies de animales*”, “*shazam para animales*”, ya que, con dichas frases, se desplegaban varias publicaciones científicas y sistemas/aplicaciones móviles relacionadas al tema.

Además, se utilizó fuentes formales e informales para la búsqueda de información. Entre las fuentes formales se pueden nombrar a publicaciones o artículos científicos y entre las fuentes informales se pueden señalar a noticias en páginas de internet confiables y sitios web oficiales, que posteriormente se indica detalladamente.

3. Extracción y codificación de los estudios seleccionados

Una vez que se seleccionaron las fuentes de estudio bajo los criterios establecidos, se procede a definir variables moderadoras, las mismas que pueden ser de tres tipos: las sustantivas, las metodológicas y las extrínsecas.

- Como *variables sustantivas* se codificaron:
  - **Tipo de aplicación (escritorio – web – móvil):** Se refiere a si el sistema o aplicación debe estar instalada en un ordenador para funcionar y si se la puede utilizar en una computadora o en un teléfono celular.

- **Disponibilidad de la aplicación (online – offline):** Se refiere a si el sistema o aplicación funciona bajo una conexión de internet o si se es independiente de ello.
- **Costo de la aplicación (gratuita – no gratuita):** Se refiere a si el sistema o aplicación tiene un costo o es gratis.
  
- Como *variables metodológicas* se codificaron:
  - **Tamaño del audio que se analiza:** Se refiere al tiempo de duración de la grabación que se quiere analizar en el sistema o aplicación.
  - **Tipo de audio que se analiza:** Se refiere a la extensión del archivo de audio a analizar. Puede ser: .WAV, .mp3, .mid, .aac, entre otros.
  - **Tiempo de duración del análisis:** Se refiere al tiempo que le toma al sistema o aplicación realizar el análisis de la grabación.
  - **Forma en que se presentan resultados (escrita – gráfica – escrita/gráfica):** Se refiere a cómo el sistema o aplicación presenta por pantalla los resultados para que el usuario los visualice.
  - **Evaluación de la aplicación (si tiene – no tiene):** Se refiere a si el sistema o aplicación se ha desarrollado y se han hecho pruebas en él, o solo ha sido descrito, pero aún no se ha desarrollado.
  
- Como *variable extrínseca* se codificó:
  - **Estatus de publicación de la fuente de estudio (publicado – no publicado):** Se refiere a si el sistema o aplicación fue publicado o mencionado en alguna revista indexada.
  - **Idioma disponible:** Se refiere al idioma que se presenta en el sistema o aplicación.

Una vez definidas las variables moderadoras, se procede a extraer la información relevante para la revisión sistemática, basándose en las variables

anteriormente descritas. Dicha información se presenta a continuación, con su respectiva referencia bibliográfica:

**Lista de herramientas (sistemas/aplicaciones) analizadas:**

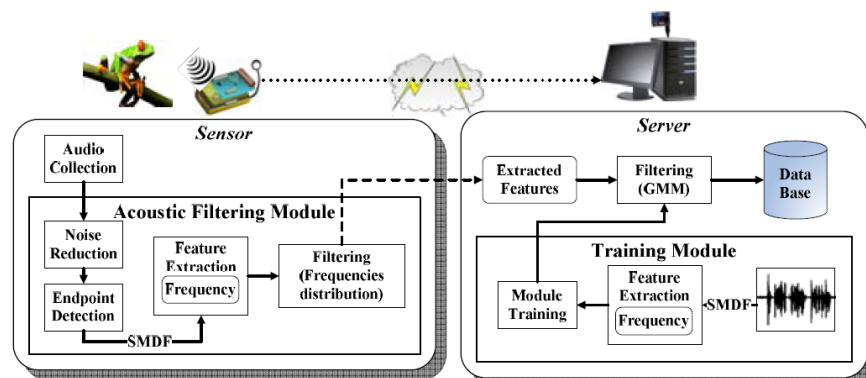
- **Sistemas WSN (Wireless Sensor Networks)** – Publicación Científica
- **Sistema de identificación de sonidos de ranas de la USM** – Publicación Científica
- **Arbimon II** – Herramienta encontrada en el Internet
- **ChirpOMatic** – Herramienta encontrada en el Internet
- **Warblr** – Herramienta encontrada en el Internet
- **Bird Song Id** – Herramienta encontrada en el Internet
- **SongSleuth** – Herramienta encontrada en el Internet
- **Cicada Hunt** – Herramienta encontrada en el Internet

**Sistemas WSN (Wireless Sensor Networks)**

Este sistema se concentra en el área del procesamiento de **señales de audio .WAV**, trabajando con 10 especies de ranas de Taiwán. También recolecta bastantes datos y que requiere una gran cantidad de memoria para procesar con precisión. Está formado por una gran cantidad de sensores y estaciones base móviles offline.

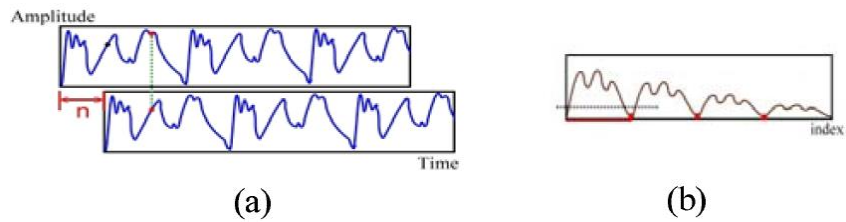
Como se muestra en la Figura 1, antes de que se configure el sistema, el Módulo de capacitación es creado primero para que la muestra que se va a identificar se utilice como la característica que se va a extraer.

**Figura 1:** Marco del sistema de identificación



En la figura 2 se muestra el cálculo del método SMDF, el cual, extrae la frecuencia del audio, ya que consume muy poca energía y, por lo tanto, es adecuado para usar en procesadores de bajo nivel.

**Figura 2:** Cálculo del método SMDF



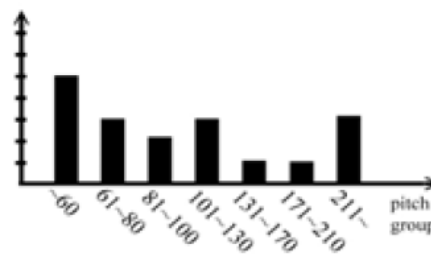
Como se muestra en la Figura 2 (a), la intención de usar SMDF es cambiar un marco de audio justo por  $n$  unidades (pequeñas unidades de marcos de audio) y el segmento superpuesto con el marco original es mutuamente cancelado. Después de esto, se extrae el valor absoluto, se calcula la suma combinada y después de repetir este proceso  $m$  veces, se obtiene el valor interno del producto. El resultado final obtenido se muestra en la Figura 2 (b), la cual, muestra la posición inicial como el valor mínimo de SMDF con valor cero. A partir de este resultado, un valor umbral se puede establecer (punto más bajo). Por último, el valor más pequeño es la frecuencia de la señal de audio.

Luego se pasa al Módulo Entrenamiento para obtener el modelo de entrenamiento del sonido, el cual utiliza la técnica de comparación GMM (Modelos de Mezcla Gaussianos). Después se procede al análisis de la señal de audio: si dicha señal se identifica como un sonido de rana, las características extraídas son pasadas al servidor para un mayor reconocimiento; de lo contrario, si la señal no es requerida por el sistema, se descartará y no se transmitirá al servidor.

Una vez que se han recopilado los datos de sonido, éstos deben normalizarse para evitar el error de identificación debido a las diferencias de volumen con la muestra. En la normalización, el volumen del sonido se ajusta con respecto a la señal de sonido primitiva para permitir la muestra valor para caer dentro del mismo rango.

Cuando se hayan extraído las características de los datos de sonido, la identificación preliminar es a través de la técnica de comparación de frecuencia, la cual menciona que cuando la distribución de frecuencias se concentra en ciertos grupos (figura 3), la probabilidad de un sonido de rana es alta (Liu, Wu, & Hsieh, 2009).

**Figura 3:** Tabla de distribución de frecuencias



<i>Frequency</i>		<i>~60</i>	<i>61~80</i>	<i>81~100</i>	<i>101~130</i>	<i>131~170</i>	<i>171~210</i>	<i>211~</i>
<i>sound</i>	Bull	7	6	5	4	0	2	1
	Sheep	9	2	6	3	0	4	1
	Dog	3	4	2	7	4	3	2
	Horse	5	4	6	3	1	3	3
	Chicken	7	5	2	1	6	0	4
	<i>Microhyla ornata</i>	7	3	2	4	3	5	1
	<i>Buergeria japonica</i>	5	4	5	3	5	2	1
	<i>Rana catesbeiana</i>	8	3	4	0	5	3	2
	<i>Bufo melanostictus</i>	6	7	3	4	2	2	1
	<i>Bufo bankorensis</i>	7	5	3	4	0	3	3

El **estudio publicado** de este sistema describe además **resultados experimentales**, los cuales se describen a continuación (Liu, Wu, & Hsieh, 2009):

- Antes de llevar a cabo el experimento, primero se debe determinar la configuración de los parámetros. Por lo tanto, primero se realizaron experimentos dirigidos a parámetros tales como la longitud del marco de audio, la porción de superposición de marco de audio y SMDF grado de cambio de cuadro. Los resultados obtenidos muestran que un tamaño de audio de 256ms, la superposición de 128ms, y SMDF cambio de 2 puntos puede lograr el mayor contraste dentro de la distribución.
- Se utilizó un sonido con los siguientes atributos: una frecuencia de muestreo de 11025Hz, y un **perfil WAV** de un solo canal. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1:** Varias tablas de distribución de frecuencias de sonidos de ranas

<i>sound</i>	<i>frequency</i>	<i>~60</i>	<i>61~80</i>	<i>81~100</i>	<i>101~130</i>	<i>131~170</i>	<i>171~210</i>	<i>211~</i>
Microhyla ornata	7.1	3.7	2.9	4.8	3	5.8	1.2	
Buergeria japonica	5.2	4	5.5	3.1	5.6	2.7	1	
Rana catesbeiana	8.6	3.1	4.2	0.7	5.7	3	2.1	
Bufo melanostictus	6.3	7.3	3.3	4.2	2.3	2.5	1.4	
Bufo bankorensis	7.5	5.1	3.4	4	0.4	3.8	3	
Hyla chinensis	6.8	8.2	2.6	1.8	2.1	3.3	2	
Rana kuhlii	6.4	4.9	4.1	4.7	2.2	4.2	1.4	
Rhacophorus taipeianus	8.1	7.1	3.5	1.2	1.9	4	1.3	
Rana taipehensis	5.2	8.7	6.6	1.2	3	1.9	1.6	
Micryletta steinegeri	4	6	5.2	2	4.1	2.9	2.8	
Microhyla butleri	5.6	2.7	2	3.6	5.3	5.8	3.7	
Rhacophorus aurantiventris	7.4	5.2	6.3	4.9	2	0.1	1	
Rana limnocharis	7.1	3.9	6	3.7	1.4	2.1	3.6	
Polypedates megacephalus	5.7	4.6	4.5	1.4	6.8	3	2	
Rhacophorus prasinatus	6.1	4.3	6	2.1	3	3.4	1	
Rana adenopleura	7.8	7.9	3.1	3.8	3.8	2.5	0.2	
Chirixalus eiffingeri	4.2	3	6.8	5	1.6	3.2	3	
Rhacophorus moltrechti	8.7	4.1	5.3	2.5	2.4	2	2.1	
Rhacophorus arvalis	7.3	3.9	3.4	4.9	4	2.9	2	
Rana psaltes	8	5.7	5	0.3	2.9	4	1.6	

- Los resultados obtenidos con respecto a la identificación de una señal de audio muestran que una tasa de éxito de al menos 70% es lograda durante la identificación cuando se usan 40 muestras de sonidos de ranas y 40 muestras de sonidos que no son ranas (tabla 2). Además, la precisión cuando se identifica los sonidos de varias especies de ranas es menos que el primer experimento, en aproximadamente 60% (tabla 3).

**Tabla 2:** Resultados de identificación de especies de ranas y no ranas

<i>Identified Sound</i>	<i>Sample Size</i>	<i>Number correctly identified</i>	<i>Accuracy (%)</i>
Non frog	40	29	73
Frog	40	31	78

**Tabla 3:** Resultados de identificación de especies de ranas

<i>Family</i>	<i>Species</i>	<i>Sample Size</i>	<i>Number correctly identified</i>	<i>Accuracy (%)</i>
Bufonidae	Bufo melanostictus	12	7	58
	Bufo bankorensis	13	8	62
Hylidae	Hyla chinensis	13	7	54
	Microhyla butleri	13	8	62
Microhylidae	Micryletta steinegeri	14	7	50
	Microhyla ornata	13	7	54
Ranidae	Rana adenopleura	12	9	75
	Rana catesbeiana	13	7	54
	Rana kuhlii	13	8	62
	Rana limnocharis	13	9	69
	Rana psaltes	12	8	67
	Rana taipehensis	12	7	58
Rhacophoridae	Buergeria japonica	14	7	50
	Chirixalus eiffingeri	14	8	57
	Rhacophorus moltrechti	12	7	58
	Rhacophorus arvalis	14	6	43
	Polypedates megacephalus	13	7	54
	Rhacophorus prasinatus	12	7	58
	Rhacophorus urantiventris	12	6	50
Rhacophorus taipeianus	13	8	62	

- Los resultados obtenidos con respecto al tiempo de identificación y consumo de energía muestran que **el sensor realiza la detección de sonidos durante 2 horas**. Se reciben 50 sonidos, 30 de los cuales son sonidos de ranas, y 3 nuevas baterías son utilizadas. Cuando el sensor identifica un sonido de rana le queda 88% de energía, mientras que cuando no identifica le queda 76% (tabla 4).

**Tabla 4:** Comparación del consumo de energía del sensor

	<i>Number of received sounds</i>	<i>Number of frog sounds</i>	<i>Remaining Energy</i>
Sensor with identification ability	50	30	88%
<i>Sensor without identification ability</i>	50	30	76%

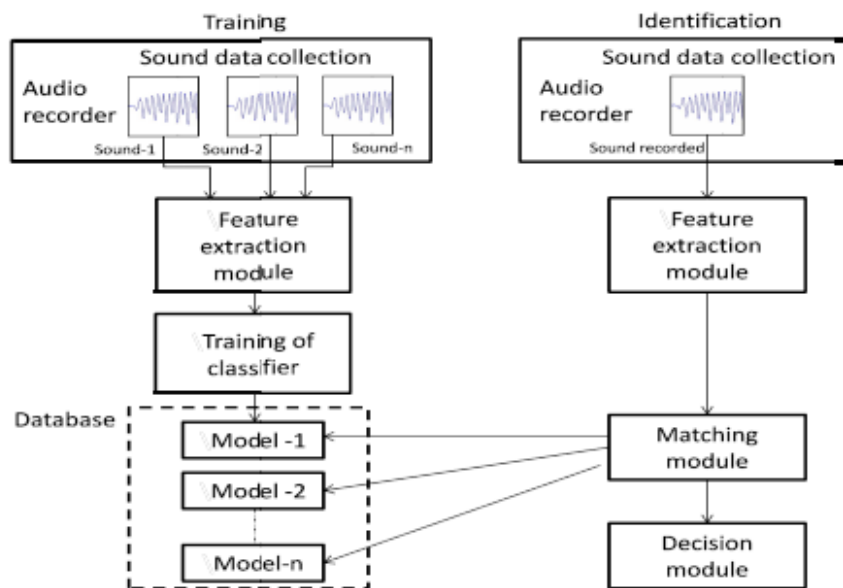
Por lo mostrado anteriormente, este sistema WSN es una **aplicación de escritorio** desarrollada exclusivamente con fines académicos y de investigación, es decir, **no está disponible para libre uso y el costo nunca fue detallado**. El **proceso de reconocimiento lo hace offline**, a través de una red de sensores inalámbricos utilizando **audios de tipo .WAV** de cantos de 10 especies de ranas de Taiwán. El **tamaño del audio que se analizó en la evaluación a dicho sistema fue de 2 horas** y la **duración de dicho análisis no se lo especifica**. Además, se puede decir que **la forma en que se presentaron los resultados de dicha evaluación fue en tablas**. Este sistema fue desarrollado por Ning-Han Liu, Chen-An Wu y Shu-Ju Hsieh, pertenecientes al Departamento de Sistemas de Información de Gestión de la Universidad de Ciencia y Tecnología en Taiwán. Esta investigación se encuentra **publicada en la fuente de investigación SpringerLink** y está disponible en idioma **inglés** (SpringerLink, 2009).

#### **Sistema de identificación de sonidos de ranas de la USM**

Este sistema fue desarrollado basado en dos técnicas de extracción de características para señales acústicas (MFCC y LPC) y un clasificador específico (K-NN). El principal propósito de este sistema es identificar las diferentes especies de ranas basándose en señales de audio de cantos de ranas grabados. Para evaluar el desempeño de este sistema se tomó

información de la base de datos AmphibiaWeb. Este sistema puede ser dividido en 4 módulos que incluyen:

- Recolección **digital** de cantos de ranas.
- Extracción de características.
- Módulo de reconocimiento.
- Módulo de decisiones.



Dentro de la metodología utilizada para el desarrollo de este sistema se siguió el siguiente procedimiento:

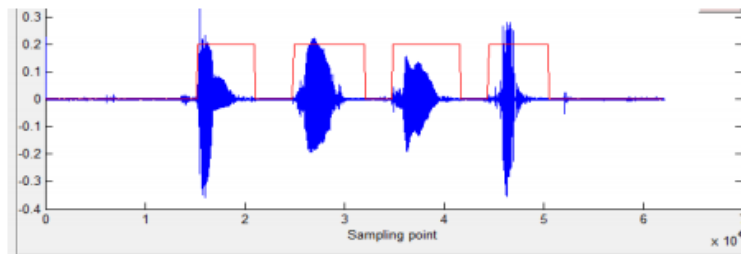
- **Adquisición de la Data**

Como se describió inicialmente, las muestras de los cantos fueron obtenidos de AmphibiaWeb (sistema web que recolecta información relacionada a la biología de anfibios y su conversación). En este proyecto se utilizó muestras de cantos de 8 tipos diferentes de especies listadas a continuación:

Tipos de Especies de Ranas

Adenomera\_marmorata  
Aglyptodactylus\_madagascariensis  
Ameerega\_flavopicta  
Anodonthyla\_boulengerii  
Aplastodiscus\_leucopygius  
Blommersia\_wittei  
Boophis\_luteus  
Boophis\_miniatus

Posteriormente, cada señal de audio es segmentada como una sílaba y se procede a extraer un conjunto de características para realizar los cálculos respectivos.



- **Extracción de Características**

Los Coeficientes Cepstrales en las Frecuencias de Me (MFCC), que son usados comúnmente como una técnica de extracción para reconocimiento de voz, han sido probados en este estudio para el reconocimiento de cantos de ranas. El proceso computacional de los MFCC está basado en un análisis de corto plazo que utiliza la transformada de Fourier discreta y filtros de paso de banda para realizar los cálculos correspondientes.

- **Proceso de Identificación**

El clasificador K-NN requiere un conjunto de muestras para realizar la clasificación. Este proceso se lo realiza con los datos de entrenamiento que se muestran y que posteriormente continúan con la extracción de características. La clasificación se la realiza basada en los datos de prueba de entrada, los datos de entrenamiento, un vector de características extraídas, valor k, métrica de distancia y la regla que se utilizó para clasificar la muestra.

Para **evaluar el sistema**, se tomaron 8 especies con 24 cantos divididos en dos conjuntos de datos (datos de entrenamiento y datos de prueba). Para cada especie, se seleccionaron 4 silabas de manera aleatoria como datos de entrenamiento mientras que el resto como datos de prueba. La precisión de los clasificadores es definida de la siguiente manera:

**Tabla 1:** Verdadero positivo y falso positivo de MFCC-KNN y LPC-KNN en cantos de rana obtenidas de AmphibiaWeb.

MFCC-KNN		Predicted class								Recognition Accuracy (%)
		Ad	Ag	Am	An	Ap	Bl	Lu	Mi	
Actual class (4 training data)	Ad	20	0	0	0	0	0	0	0	100
	Ag	0	20	0	0	0	0	0	0	100
	Am	0	0	19	1	0	0	0	0	95
	An	0	0	0	20	0	0	0	0	100
	Ap	0	1	0	0	18	0	0	1	90
	Bl	0	0	0	0	0	20	0	0	100
	Lu	0	0	0	0	0	0	20	0	100
	Mi	0	0	0	0	0	0	0	20	100
Mean Recognition Accuracy										98.1
LPC-KNN		Predicted class								Recognition Accuracy (%)
		Ad	Ag	Am	An	Ap	Bl	Lu	Mi	
Actual class (4 training data)	Ad	19	0	0	0	1	0	0	0	95
	Ag	0	18	0	0	0	0	2	0	90
	Am	0	2	18	0	0	0	0	0	90
	An	0	0	0	18	0	0	0	2	90
	Ap	0	0	0	0	18	0	2	0	90
	Bl	0	0	0	0	0	18	1	1	90
	Lu	0	0	0	0	0	0	20	0	100
	Mi	0	0	0	0	0	0	0	20	100
Mean Recognition Accuracy										93.1
Ad: Adenomera_marmorata					Ap: Aplastodiscus_leucopygius					
Ag: Aglyptodactylus_madagascariensi					Bl: Blommersia_wittei					
Am: Ameerega_flavopicta					Lu: Boophis_luteus					
An: Anodonthyla_boulengerii					Mi: Boophis_miniatus					

**Tabla 2:** Prestaciones de MFCC-KNN y LPC-KNN en cuatro, tres y dos datos de entrenamiento en llamadas de rana obtenidas de AmphibiaWeb.

Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

Species common name	K-NN					
	4 training data		3 training data		2 training data	
	MFCC	LPC	MFCC	LPC	MFCC	LPC
Adenomera_marmorata	20	19	20	19	20	19
Aglyptodactylus_madagascariensis	20	18	20	18	20	18
Ameerega_flavopicta	19	18	19	18	19	18
Anodonthyla_boulengerii	20	18	20	18	20	18
Aplastodiscus_leucopygius	18	18	18	18	18	18
Blommersia_wittei	20	18	20	18	19	18
Boophis_luteus	20	20	20	20	20	20
Boophis_miniatus	20	20	20	20	20	20
Matched syllable	157	149	157	149	156	149
total testing syllable	160	160	160	160	160	160
Accuracy (%)	98.125	93.125	98.125	93.125	97.5	93.125

**Tabla 3:** Verdadero positivo y falso positivo de MFCC-KNN y LPC-KNN en 2 datos de entrenamiento.

2 training data	MFCC-KNN	Predicted class								Recognition Accuracy (%)
		Ad	Ag	Am	An	Ap	Bl	Lu	Mi	
		Actual class	Ad	20	0	0	0	0	0	
Ag	0	20	0	0	0	0	0	0	100	
Am	0	0	19	1	0	0	0	0	95	
An	0	0	0	20	0	0	0	0	100	
Ap	0	1	0	1	18	0	0	0	90	
Bl	0	0	0	0	0	19	1	0	95	
Lu	0	0	0	0	0	0	20	0	100	
Mi	0	0	0	0	0	0	0	20	100	
Mean Recognition Accuracy										97.5
LPC-KNN	Predicted class								Recognition Accuracy (%)	
	Ad	Ag	Am	An	Ap	Bl	Lu	Mi		
	Actual class	Ad	19	0	0	0	1	0		0
Ag	0	18	0	0	0	0	2	0	90	
Am	0	2	18	0	0	0	0	0	90	
An	0	0	0	18	0	0	0	2	90	
Ap	0	0	0	0	18	0	2	0	90	
Bl	0	0	0	0	0	18	2	0	90	
Lu	0	0	0	0	0	0	20	0	100	
Mi	0	0	0	0	0	0	0	20	100	
Mean Recognition Accuracy										93.1
Ad: Adenomera_marmorata					Ap: Aplastodiscus_leucopygius					
Ag: Aglyptodactylus_madagascariensis					Bl: Blommersia_wittei					
Am: Ameerega_flavopicta					Lu: Boophis_luteus					
An: Anodonthyla_boulengerii					Mi: Boophis_miniatus					

$$Accuracy (\%) = \frac{Nc}{Ns} * 100\%$$

Donde Nc es el número de sílabas reconocidas correctamente, y Ns es el número total de sílabas de prueba. Además, la matriz de confusión también es utilizada para mostrar el verdadero positivo

(identificación correcta) y falso positivo (identificación errónea) de los clasificadores. Los resultados de la tabla 1 muestran 3 falsos positivos que pueden ser causados por la calidad de las grabaciones. En este caso, el clasificador de tipo K-NN logra identificar todas las especies correctamente dado que la cantidad de falsos positivos es menor a los verdaderos positivos. La precisión de MFCC-KNN disminuye con la disminución del número de datos de entrenamiento, como se muestra en la tabla 2. Por otro lado, la precisión de LPC-KNN permanece cuando el número de datos de entrenamiento cambio. Sin embargo, como se muestra en la tabla 3, los números de falsos positivos y verdaderos positivos se mantuvieron aun cuando el número de datos de entrenamiento cambio (Ting Yuan & Athiar, 2013).

Por lo expuesto dentro del documento se puede concluir que es una **aplicación de escritorio** desarrollada exclusivamente con motivos académicos y de investigación, es decir, **no está disponible para libre uso y el costo nunca fue detallado**. El **reconocimiento lo hace offline** con especies predefinidas y **audios digitales (.WMA, .MP3, .WAV, .OGG)** de cantos de ranas obtenidos de AmphibiaWeb. **El tamaño del audio es muy variante** y según, **la evaluación** a dicha aplicación, **la forma de presentar los resultados del análisis es a través de tablas y con gráficas mostrando el canto segmentado en sílabas**. Este sistema fue desarrollado por Clifford Loh Ting Yuan y Dzati Athiar Ramli, ambos pertenecientes al grupo de investigación de biométrica inteligente (IBG) de la escuela de ingeniería eléctrica y electrónica, USM campus de ingeniería, en la Universidad Sains Malaysia. Esta investigación se encuentra **publicada en la fuente de investigación SpringerLink** y está disponible en idioma **inglés** (SpringerLink, 2013).

### **Arbimon II**

Arbimon II es una **plataforma basada en web** que permite analizar **audios en formato .WAV**. Esta plataforma fue creada por la empresa Sieve Analytics, la cual, justifica la creación de su plataforma con la necesidad actual que se tiene de generalizar los conocimientos de la fauna, mediante la obtención de datos en grandes áreas. El proyecto Arbimon contempla dos partes una que

es la creación de estaciones de monitoreo de fauna y otra que es la plataforma Arbimon II para realizar análisis de los audios que los usuarios obtengan por sus propios medios (Sieve Analytics, 2017).

La plataforma es **gratuita** hasta el analizar **100 minutos** de grabación a partir de eso existe un recargo de 3 centavos de dólar americano durante el primer año y en adelante 6 centavos de dólar americano. Actualmente la aplicación es una **plataforma web** por lo que se encuentra disponible para **cualquier dispositivo que tenga un navegador web** asociado.

La plataforma permite subir **audios de los tamaños y tipos que se tenga**, no tiene importancia esto va por la parte de costos, creamos los modelos en base a los audios subidos en una locación determinada, el **tiempo de respuesta está completamente relacionado con el tamaño de los data sets**, se presentan a manera de **espectrogramas** de los audios, las respuestas.

El idioma de la plataforma está en **español** y en **inglés**, actualmente el portal tiene **artículos relacionados con la investigación de especies de Insectos en la zona de Puerto Rico**, esto da una pista clara que la investigación en cuanto a la tecnología es limitada y se han enfocado en alimentar de nuevas especies a la plataforma (Sieve Analytics, 2017).

### **ChirpOMatic**

ChirpOMatic es una aplicación desarrollada por la empresa iSpiny Software, cuya sede se encuentra ubicada en Cardiff, Reino Unido. Esta empresa tiene como principal enfoque el desarrollo de aplicaciones relacionadas con la fauna que no afecte su estilo de vida.

La aplicación ChirpOMatic cuenta con, aparte de la funcionalidad de **grabar los cantos de las aves**, múltiples funcionalidades interesantes como:

- **Acceso sin internet.**
- Compartir las grabaciones que el usuario realice.
- Fácil de usar.
- Bird Safe mode.

La Dr. Hilary Lind miembro de iSpiny, explica que el reproducir el sonido de las grabaciones causan efectos en las aves, por lo que esta aplicación soluciona este problema añadiendo la funcionalidad Bird Safe Mode en donde para escuchar las grabaciones el usuario tiene que escucharlas a manera de llamada telefónica, así no se molesta a las aves en su territorio o sus actividades (iSpiny, 2016).

Actualmente la aplicación se encuentra desarrollada orientada a **dispositivos Apple como son el iPad, iPhone y Apple Watch**, no se encontró ninguna referencia de que se encuentre disponible para otras plataformas ni de parte del fabricante la intención de desarrollarla. El idioma de la aplicación es **inglés** y es importante desatacar que está disponible para ciertas regiones con sus especies como Estados Unidos, Reino Unido y Holanda. El costo de la aplicación publicado en la tienda virtual de Apple (App Store) para el año 2017 es de **3,99 dólares americanos** en el caso del Reino unido y Holanda está disponible en **3,99 euros**.

El aplicativo **no describe en sus portales información oficial acerca del tipo de audio que grabaría ni del tiempo de duración del análisis**, pero la información es bastante clara en cuanto al tamaño. El **audio tendrá una duración de 12 segundos. Los resultados se presentan a manera de lista** donde se muestran las mejores coincidencias en un orden descendente. El usuario puede acceder a la especie donde recibirá una **breve reseña de la especie** en particular.

La aplicación se encuentra disponible solamente en **inglés** y la empresa desarrolladora **no ha emitido ningún estudio público** acerca del tema por lo que es desconocido el estatus del estudio actual en este caso aplicativo en particular (iSpiny, 2016).

### **Warblr**

Esta aplicación que se genera a partir de un proyecto de ciencia ciudadano, fue fundado por Florence Wilkinson quien es una productora de cine y Dan Stowell quien es un científico graduado en Wueen Mary University of London, él es el responsable del aprendizaje de máquina, el front end de la aplicación

fue creado por la empresa Glastonbridge, su director creativo Thellius Zamprogno, y el logo fue diseñado por Emily Kerr (Florence y Dan, 2016).

La aplicación se encuentra **disponible tanto como para dispositivos Android y dispositivos iOS**, en el caso de la versión para dispositivos Android tiene un costo de **4,54 dólares americanos** en la Play Store (tienda de aplicaciones Android) y en el caso de iOS tiene un costo de **4,99 euros**, es importante mencionar que contiene especies solamente del Reino Unido.

**El tiempo de la grabación es de 10 segundos y depende de las condiciones de la grabación el tiempo de análisis.** Se ha puesto a prueba la app y se obtuvo que bajo condiciones idóneas su fidelidad es del 95%. Muestra los **resultados del análisis a manera de lista con el porcentaje de semejanza hacia cada tipo de ave.**

La aplicación está disponible en idioma **inglés**, el último **estudio realizado por Dan se evidencia en el artículo publicado** denominado “Automatic large-scale classification of bird sounds is strongly improved by unsupervised feature learning”, que data del año 2014 (Florence y Dan, 2016).

### **Bird Song Id**

La aplicación Bird Song Id fue creada por profesionales ecologistas de la empresa Sunbird Images con sede en Alemania, con el fin de permitir el **reconocimiento automático de pájaros únicamente con su canto**, según sus pruebas su tasa de éxito en este proceso fue del 85% (Sunbird Images, 2017).

Además de la función de reconocimiento la aplicación ofrece:

- Catálogo para buscar pájaros.
- **Información de cada pájaro como fotografía, descripción, familia, etc.**
- Función de identificación manual para identificar cantos de aves mediante la determinación de seis aspectos simples, por ejemplo, si la canción es melodiosa o no, si el tono y el volumen son altos, medios o bajos, etc.

- Permite tener una lista de cantos personales

Es una aplicación **offline móvil**, es decir que el reconocimiento automático se lleva a cabo en el dispositivo, no es necesario poseer conexión a internet, se encuentra **disponible para iOS y para Android** en sus respectivas tiendas, el aplicativo es de pago, para iPhone tiene un costo de **\$3.99** y en Android de **\$5.96**. Permite reconocer el canto de aves de diferentes especies además de contar con un catálogo de especies que permite tener **información de la misma como su nombre común, nombre científico, fotografía, descripción, su familia**, entre otros datos.

El **reconocimiento es offline** ya que todo el proceso se lleva a cabo en el mismo dispositivo, todos los cantos y datos necesarios para el reconocimiento se descargan en el momento que se adquiere la aplicación.

La aplicación móvil permite **grabar 30 segundos** el canto de un pájaro. Una vez que el usuario termine de grabar esta se almacena temporalmente en el dispositivo, cabe recalcar que toda grabación puede ser agregada a la lista personal de cada usuario, con la grabación terminada se presiona el botón para reconocer automáticamente el canto grabado, en ese momento la aplicación procesa la grabación para poder comparar con las demás especies ya registradas en la aplicación y esta **demora unos pocos segundos (2-3 segundos) en reconocer y desplegar una lista con los puntajes de acierto para cada especie** además de **una gráfica en la que se visualiza el grafico de la señal de audio de la grabación**. Por último, **en la lista de puntajes se puede observar el nombre de la especie, fotografía, descripción y además se puede escuchar el canto** de cada especie en la lista para poder comparar con el canto que el usuario grabó.

La fuente de estudio **no se encuentra publicada ni disponible en ninguna revista o repositorio**, así como el código fuente de la aplicación, por lo que la misma únicamente puede ser modificada por los desarrolladores que pertenecen a la empresa Sunbird Images, esto se debe a que el aplicativo móvil es de pago. Además, la aplicación se encuentra disponible en el idioma **inglés** (Sunbird Images, 2017).

### SongSleuth

Es una aplicación que permite de manera interactiva y fácil aprender a observar aves en **cualquier lugar dentro de los Estados Unidos**. Fue desarrollada por Wildlife Acoustics y en colaboración del experto e ilustrador de renombre mundial David Sibley.

Los algoritmos que utiliza la aplicación para la identificación de los cantos son el resultado de más de una década de investigación y experiencia en el diseño profesional de grabadoras bioacústicas y software (Wildlife Acoustics, 2017).

La aplicación cuenta con algunas funcionalidades como:

- **Identificación automática de las 200 especies de aves más comunes en Estados Unidos.**
- Guardar, ver, escuchar y compartir grabaciones.
- Cuenta con una completa colección de grabaciones de ejemplo para todas las especies que incluye la aplicación.
- Su biblioteca de especies cuenta, además de las grabaciones, con **imágenes** de la especie e información muy completa de la misma obtenida de ilustraciones del experto David Sibley.
- Permite visualizar las ubicaciones en las que se realizaron las grabaciones mediante un mapa.

La aplicación se encuentra **disponible actualmente para iOS** y se la puede descargar con un costo de **\$9.99**.

La aplicación móvil permite **grabar solo unos pocos segundos** el canto de un ave para su posterior procesamiento, para reconocer automáticamente el canto, el usuario oprime el botón de grabar y **mientras el graba el canto la aplicación muestra en tiempo real una gráfica de la señal de audio y además el espectrograma** correspondiente a la misma, una vez que el usuario termine de grabar solo debe volver a oprimir el botón de grabación y la aplicación procesará la grabación y la comparará con las especies guardadas en la misma obteniendo finalmente una lista con las 3 especies con las que más se asemeja el canto. Cabe recalcar que **este último proceso**

**la aplicación lo realiza solo en unos pocos segundos** (Wildlife Acoustics, 2017).

La aplicación también permite escuchar el canto grabado y de la lista de las especies más parecidas, compartir la grabación, **visualizar la gráfica de la grabación y el espectrograma**, agregar una nota a la grabación, e incluso agregarla a la biblioteca de cantos.

La fuente de estudio **no se encuentra publicada ni disponible en ninguna revista o repositorio** por ser una aplicación comercial de pago, así como el código fuente de la aplicación, por lo que la misma únicamente puede ser modificada por la empresa Wildlife Acoustics (Wildlife Acoustics, 2017).

### **Cicada Hunt**

Esta nueva aplicación funciona de manera similar que Shazam. La función del software es identificar cortos clips para emparejar con la llamada de la cigarra de New Forrest. El proyecto se enfocó en los millones de personas que anualmente visitan New Forrest. La idea es que los turistas paseen por el bosque con la aplicación ejecutándose en segundo plano en sus teléfonos inteligentes. Una vez que la aplicación ha reconocido la llamada del insecto, suena una alerta para decirle al usuario que **grabe un breve clip de sonido** que luego se puede enviar por correo electrónico a los investigadores, que luego crean un mapa de calor de la propagación del insecto.

Deseaban aprovecharse el poder de la multitud por tanto la cual permite a cualquier persona mediante el uso de un celular inteligente identificar las llamadas únicas de animales en especial aves, pájaros y saltamontes que se encuentran en peligro y a la vez tratar de fijarse en la biodiversidad de ellos. En estudios realizados en Eslovenia la aplicación fácilmente pudo detectar la cigarra (Marks, 2013).

Esta aplicación desarrollada es de tipo **móvil** disponible para **Android e iOS**. Esta aplicación funciona en segundo plano en cualquier dispositivo inteligente, es decir, tiene una **disponibilidad offline**. No tiene **ningún costo**. La aplicación necesita de un **audio breve** de alrededor de **15 segundos** (tiene un funcionamiento similar a Shazam). El **tiempo de análisis es de**

alrededor de 5 segundos y la forma en que se presentan los resultados es escrita y gráfica. Esta aplicación fue diseñada por Alex Rogers y un equipo de la Universidad de Southampton. Este artículo está publicado en la revista **NewScientist** el 31 de agosto del 2013. Actualmente se encuentra disponible en inglés (Marks, 2013).

**Cuadro Resumen**

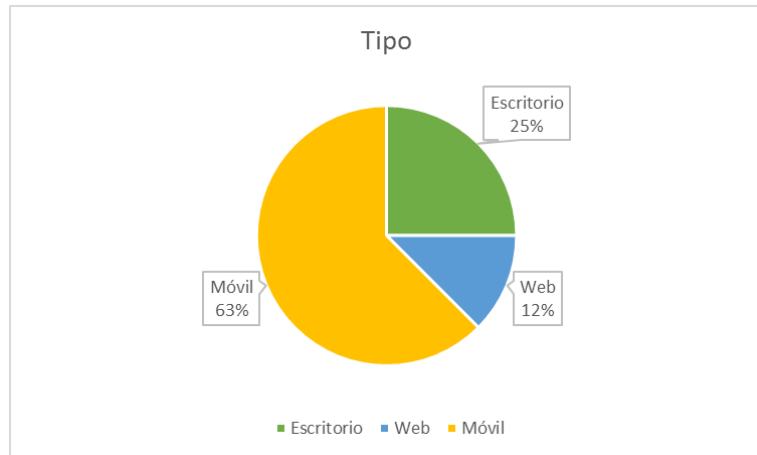
	<b>Características</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Sistemas WSN</b>	Sistema de escritorio que funciona offline, recibe audios hasta de 2 horas en formato WAV y presenta resultados del análisis en tablas.	La disponibilidad offline y el tamaño del audio que recibe para analizar.	Solo permite formatos WAV.
<b>Sistema de la USM</b>	Sistema de escritorio que funciona offline, recibe audios de tiempo muy variante en cualquier tipo de formato digital y presenta resultados del análisis en tablas y con gráficas.	La disponibilidad offline, el rango de tamaño del audio que recibe para analizar y los diferentes tipos de formato que acepta.	El sistema no es multiplataforma.
<b>Arbimon II</b>	Sistema web que funciona online, recibe audios hasta de 100 minutos en formato WAV y presenta resultados del análisis en espectogramas.	El sistema es web y presenta los espectogramas del audio.	La disponibilidad solo es online, es decir, para utilizarlo debe haber forzosamente una conexión a internet.
<b>ChirpOMatic</b>	Sistema móvil que funciona offline, recibe audios hasta de 12 segundos y presenta resultados del análisis proporcionando una lista de posibles especies relacionadas.	El sistema es móvil, la disponibilidad es offline y presenta una lista de varios resultados asociados al audio cargado.	El tamaño del audio que recibe para analizar.

<b>Warblr</b>	Sistema móvil, recibe audios hasta de 10 segundos y presenta resultados del análisis proporcionando una lista de posibles especies relacionadas con el respectivo porcentaje.	El sistema es móvil y presenta una lista de varios resultados relacionados, mostrando un porcentaje, al audio cargado.	El tamaño del audio que recibe para analizar.
<b>Bird Song Id</b>	Sistema móvil que funciona offline, recibe audios hasta de 30 segundos y presenta resultados del análisis con fotos con su respectiva descripción.	El sistema es móvil, la disponibilidad es offline y presenta fotos con descripción de las posibles especies relacionadas al audio cargado.	El tamaño del audio que recibe para analizar.
<b>SongSleuth</b>	Sistema móvil, recibe audios de pocos segundos de grabación y presenta resultados del análisis de varias formas: listas, gráficas y espectogramas.	El sistema es móvil y presenta varias formas de presentar resultados.	El tamaño del audio que recibe para analizar.
<b>Cicada Hunt</b>	Sistema móvil que funciona offline, recibe audios hasta de 15 segundos y presenta resultados del análisis de forma escrita con gráficas.	El sistema es móvil, la disponibilidad es offline y presenta resultados en forma escrita y gráfica.	El tamaño del audio que recibe para analizar.

4. Análisis de los estudios

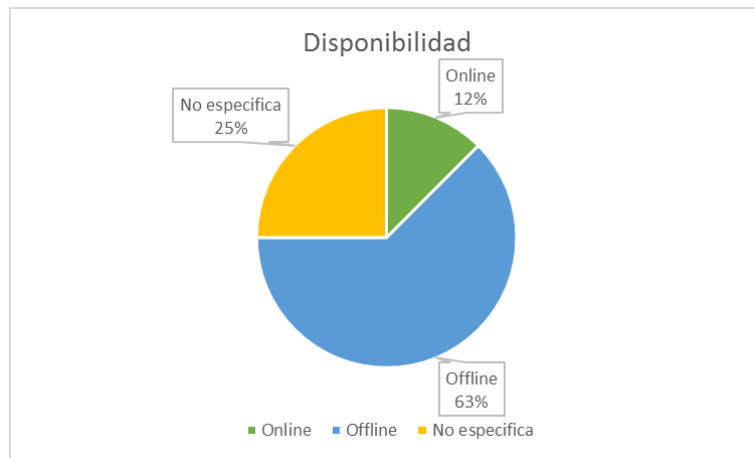
Una vez extraída y descrita la información de cada uno de los sistemas/aplicaciones, se procede a analizar dicha información en base a las variables descritas anteriormente.

- El 25% de los sistemas/aplicaciones presentadas en los estudios son de escritorio, las cuales están instaladas en una computadora se las puede utilizar sin conexión a internet. El 63% son móviles, es decir, son aplicaciones que se pueden utilizar en un teléfono celular o en una Tablet. Y el 12% restante se encuentran disponibles solamente con conexión a Internet.

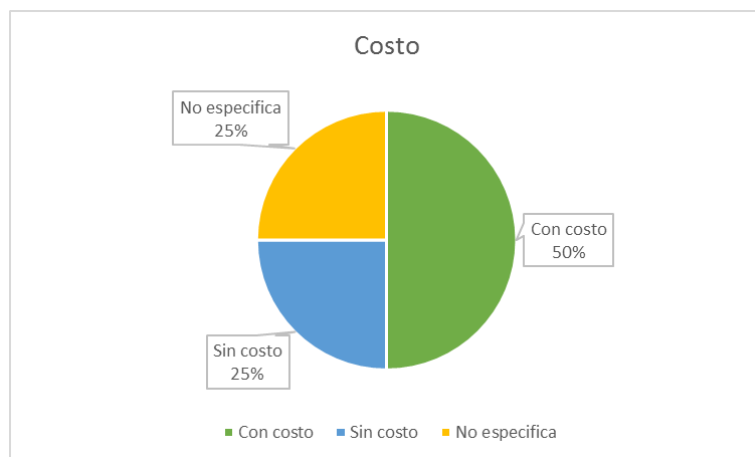


- El 63% de los sistemas/aplicaciones presentadas en los estudios pueden funcionar sin necesidad de una conexión a internet. El 12% necesariamente tiene que tener una conexión a Internet para funcionar. Y el 25% de las fuentes de estudio no especifica la disponibilidad de la herramienta.

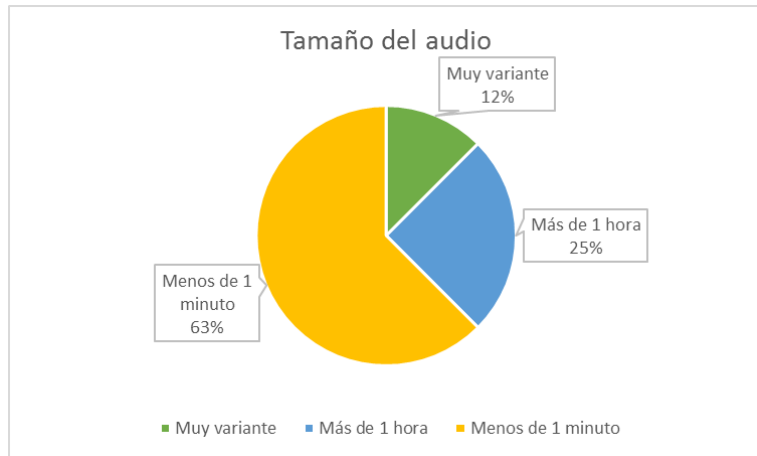
## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador



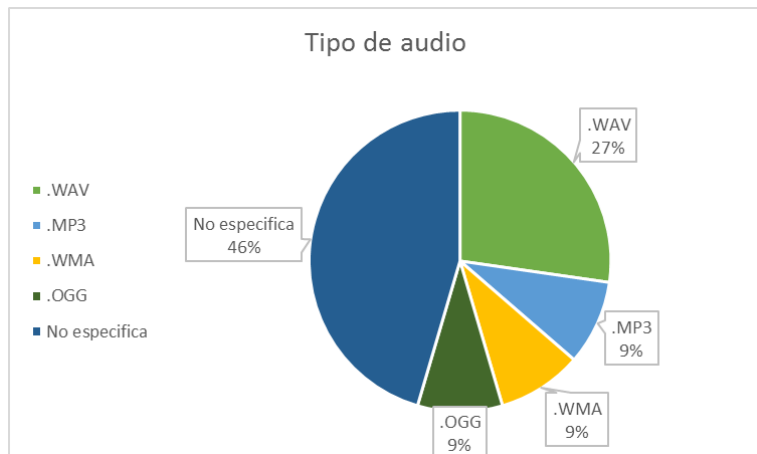
- El 50% de las aplicaciones móviles tienen costo, el 25% de los sistemas/aplicaciones son gratuitas y el restante 25% de los estudios encontrados no especifica.



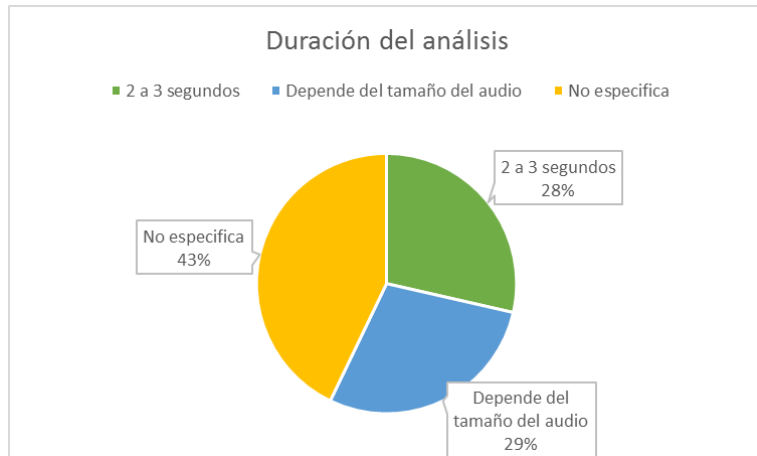
- El 63% de los sistemas/aplicaciones presentadas en los estudios permiten un audio de menos de un minuto para el reconocimiento. El 25% permite grabaciones de más de una hora. Y el 12% restante presenta en su estudio que el tamaño es muy variante.



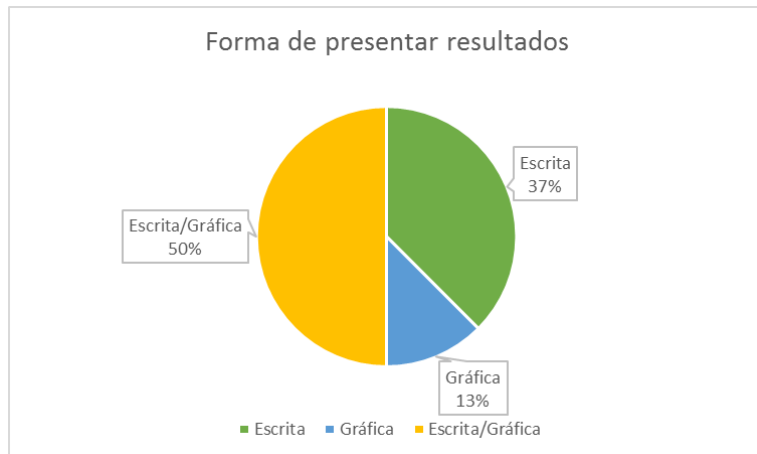
- El 27% de los sistemas/aplicaciones presentadas utilizan el formato .WAV para las grabaciones. El 9% utiliza el formato .MP3, el 9% el formato .WMA y el 9% el formato .OGG. El 46% restante, no especifica el tipo de formato de audio que se utiliza para el posterior análisis.



- El 28% de los estudios encontrados se demoran de 2 a 3 segundos en analizar el audio cargado al sistema. El 29% depende del tamaño del audio cargado, es decir, si el audio cargado al sistema dura mucho tiempo, por ende, el análisis dura un tiempo considerable. Y el 43% restante no especifica la duración del análisis.



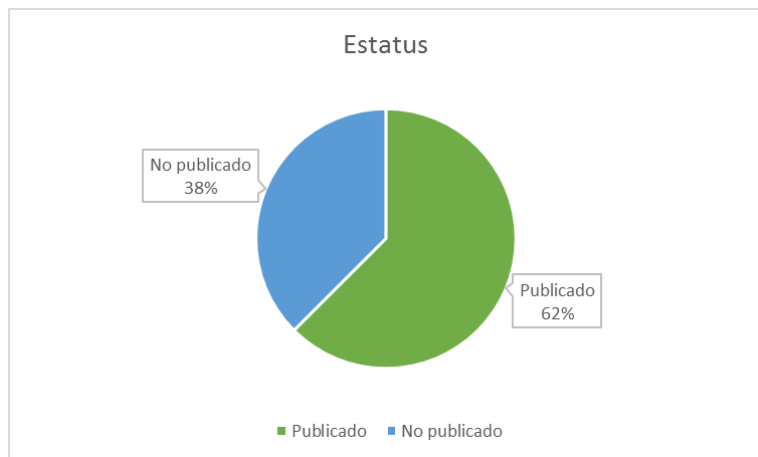
- El 50% de los sistemas/aplicaciones presentan los resultados del análisis de forma escrita y gráfica, es decir, con descripciones, fotos, gráficos o espectrogramas. El 37% solamente presentan los resultados de forma escrita, con nombres, descripciones, entre otros y el restante 13% presenta los resultados solamente de forma gráfica o en espectrogramas.



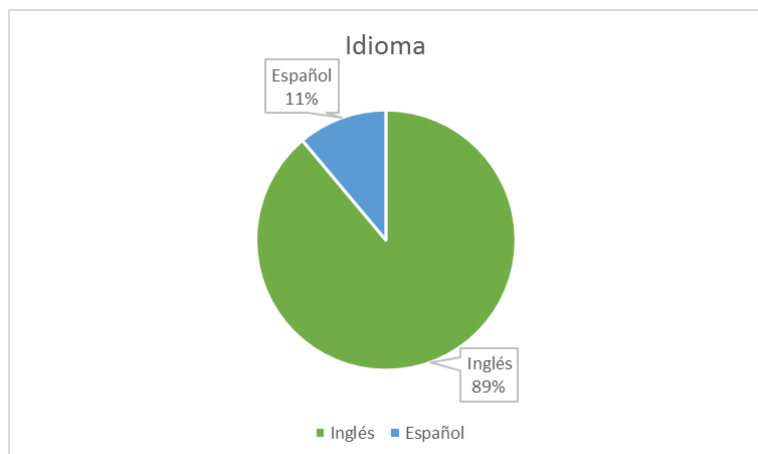
- El 25% de los estudios encontrados tienen o demuestran una evaluación a su sistema o aplicación; esta evaluación son pruebas antes de que sea presentado de forma final. El 62% restante no indica o demuestra una evaluación o pruebas. Y el 13% restante no especifica.



- El 62% de los sistemas/aplicaciones encontradas están publicadas o se las mencionan en una revista indexada. El restante 38% no se encuentran publicadas.



- El 89% de los sistemas/aplicaciones encontradas se encuentran en idioma inglés. Solamente el 11% dispone del idioma español.



5. Resultados, conclusiones y futuras líneas de investigación

**Tabla de Resultados**

	<b>Tipo</b>	<b>Disponibilidad</b>	<b>Costo</b>	<b>Tamaño del audio</b>	<b>Tipo de audio</b>
<b>Sistemas WSN</b>	Escritorio	Offline	No especifica	2 horas	.WAV
<b>Sistema de la USM</b>	Escritorio	Offline	No especifica	Muy variante	Formatos digitales de audio
<b>Arbimon II</b>	Web	Online	Sin costo	100 minutos	.WAV
<b>ChirpOMatic</b>	Móvil	Offline	€ 3,99/\$3,99	12 segundos	No especifica
<b>Warblr</b>	Móvil	No especifica	€ 4,99/\$4,54	10 segundos	No especifica
<b>Bird Song Id</b>	Móvil	Offline	\$3,99/\$5,96	30 segundos	No especifica
<b>SongSleuth</b>	Móvil	No especifica	\$ 9,99	Pocos segundos	No especifica
<b>Cicada Hunt</b>	Móvil	Offline	Sin costo	15 segundos	No especifica
	<b>Duración del análisis</b>	<b>Forma de presentar resultados</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Estatus</b>	<b>Idioma</b>
<b>Sistemas WSN</b>	No especifica	En tablas (Escrita)	Si	Publicado	Inglés
<b>Sistema de la USM</b>	No especifica	En tablas y gráficas (Escrita/Gráfica)	Si	Publicado	Inglés
<b>Arbimon II</b>	Depende del tamaño del audio	En espectogramas (Gráfica)	No especifica	Publicado	Español/Inglés
<b>ChirpOMatic</b>	No especifica	Lista de especies (Escrita)	No	No publicado	Inglés
<b>Warblr</b>	Depende del tamaño del audio	Lista con porcentajes (Escrita)	No	Publicado	Inglés
<b>Bird Song Id</b>	2 a 3 segundos	Descripción con fotos (Escrita/Gráfica)	No	No publicado	Inglés
<b>SongSleuth</b>	Pocos segundos	Lista, gráficas y en espectogramas (Escrita/Gráfica)	No	No publicado	Inglés
<b>Cicada Hunt</b>	5 segundos	Escrita/Gráfica	No	Publicado	Inglés

**Conclusiones**

- Observando que la mayoría de los sistemas/aplicaciones encontradas son de escritorio y/o móvil, el portal web tendrá una ligera ventaja, ya que funcionará en la web.
- El portal web no tendrá costo alguno, ya que es un proyecto netamente de investigación y académico, por lo que será de gran ayuda para la mayoría de personas.
- Según las pruebas que se han realizado hasta el momento, el algoritmo de reconocimiento realizado en Matlab hace el análisis en un tiempo máximo de 2 minutos, dependiendo la calidad de la

conexión a Internet y de los recursos de la computadora utilizada. Cabe recalcar que, este tiempo de duración del análisis dependerá de las especificaciones de la computadora, a nivel de hardware, en la que se esté realizando dicho reconocimiento.

- La forma de presentación de los resultados en el portal web será de forma escrita y gráfica. Existirá una gráfica en donde se presenten las probabilidades de la especie de rana comparada con el análisis del audio cargado y otra gráfica en la que se señalará la parte de la frecuencia del audio en dónde se encuentra el canto de determinada especie de rana. Además, habrá otros gráficos mostrando las segmentaciones del audio cargado al portal.
- El idioma del portal web será en español, hasta el momento, facilitando enormemente a aquellas personas que no están familiarizadas con otros idiomas y, obviamente, a las personas que se encuentran en Ecuador.

### **Futuras líneas de investigación**

En lo que concierne a las futuras líneas de investigación, durante el proceso de elaboración y análisis del Estado de la Cuestión, se han considerado interesantes los temas que se exponen a continuación:

- Resultaría muy útil que el portal web sea también de tipo móvil, es decir, que esté disponible para dispositivos móviles. Así, cuando se tenga que grabar el canto de alguna rana, se lo haga directamente con el dispositivo, para que el análisis, incluso, sea inmediato.
- Se puede hacer que esta aplicación móvil funcione sin conexión a Internet, es decir, que el usuario logre grabar el canto de la rana y se quede grabado temporalmente en el dispositivo, luego, cuando haya conexión a Internet, la aplicación logre realizar el proceso de reconocimiento con el audio guardado anteriormente.
- Por otra parte, se puede permitir cargar archivos de audio de todo tipo de formato (.WMA, .MP3, entre otros), y que el tamaño del mismo sea considerablemente grande. Este último punto llegaría a ser posible dependiendo del hardware en el que se utilice el portal web. Si la computadora desde la cual se accede al portal tiene un hardware

potente para el procesamiento del algoritmo de reconocimiento, el archivo de audio podría ser mucho más grande.

- Finalmente, el portal web podría cambiar de idioma dependiendo de la ubicación del usuario. Por ejemplo, se puede detectar de qué parte del mundo un usuario accede, a través de la IP, y dependiendo de la ubicación, el portal web podría presentarse en cualquier idioma.

### 6. Objetivos

#### 6.1. Objetivo General

Desarrollar un portal web que permita identificar especies de ranas, mediante las grabaciones de sus cantos obtenidos en el Parque Nacional Yasuní, utilizando herramientas tecnológicas de última generación.

#### 6.2. Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de requerimientos utilizando el estándar IEEE 830 para el desarrollo correcto y estandarizado del documento de especificación de los mismos.
- Desarrollar el diseño del sistema para la construcción del portal web, así como también su arquitectura, utilizando herramientas de modelado (diagramas UML).
- Codificar los módulos e interfaces de acuerdo al diseño especificado en el documento de diseño para que exista coherencia entre el producto de software y la documentación, proporcionando una ayuda eficiente a cualquier usuario que utilice el portal web.
- Efectuar pruebas unitarias y de integración de software para verificar la calidad del sistema.

## CAPÍTULO 2.- Análisis

### 1. Situación Actual

Desde hace varios años, el estudio de la comunicación entre animales, y en este caso entre ranas, a través de sonidos o cantos, ha contribuido enormemente a científicos de todo el mundo para evaluar los diferentes ecosistemas, mediante técnicas de monitoreo, como la bioacústica (Toro, Giraldo, & Salazar, 2006).

Se puede extraer valiosa información a partir de los cantos de una rana, por ejemplo, si la especie es macho o hembra, si el canto es con un fin de cortejo, reproducción o de protección de territorio, entre otros. Estudiar y analizar dichos cantos se lo hace con el objetivo de clasificar y conservar las especies y, la bioacústica puede aportar para desarrollar dichas cuestiones. Las ranas o anuros son un grupo de animales muy sensibles a los cambios de condiciones del medio, a través de los cuales, se puede identificar varios indicadores de estado y biodiversidad de un área geográfica determinada (Toro, Giraldo, & Salazar, 2006).

Actualmente, existen herramientas que permiten identificar especies de animales a través del análisis de los cantos, como se lo indicó en el capítulo 1. Dichas herramientas son el punto de partida para el desarrollo del presente trabajo, que, a diferencia de ellas, éste un proyecto nuevo y que está en pleno desarrollo. El valor agregado del presente proyecto es el porcentaje de tasa de aciertos para la identificación, el cual es mayor al 94% en la mayoría de los casos. Adicionalmente, a diferencia de las otras herramientas ya descritas, la forma en que se presentan los resultados del análisis es realmente eficiente, ya que, presenta la especie a la que pertenece el canto analizado y además, presenta en qué segmento del audio se encuentra el canto de dicha especie.

## 2. Especificación de Requerimientos

### 2.1. Introducción

#### 2.1.1. Propósito

El presente documento tiene como fin plasmar, de manera clara y precisa, los requerimientos funcionales y no funcionales para el desarrollo de un portal web que permita identificar especies de ranas del Ecuador. Dichos requerimientos serán las necesidades de las personas (biólogos, docentes, estudiantes, investigadores) que recolectarán los cantos de ranas y posteriormente cargarán el archivo de audio al portal web. La documentación de estos requerimientos será la base para la guía de construcción y desarrollo de dicho portal en cada una de sus etapas.

Esta especificación está dirigida hacia los biólogos, docentes, estudiantes, investigadores o usuarios en general y al equipo de desarrollo. Además, también podrá ser usada para definir, en un futuro, nuevos requerimientos.

#### 2.1.2. Ámbito del Sistema

El portal web será desarrollado en ASP.NET, el cual, se integrará con un algoritmo de reconocimiento de cantos de ranas desarrollado en Matlab. La base de datos, en donde se registrará la información bioacústica de las especies de ranas, será desarrollada en SQL Server. Este portal, permitirá a cualquier usuario, cargar un archivo de audio o grabación de tipo WAV que sea hasta de 5 minutos, con el objetivo de proporcionar un tiempo de respuesta mínimo para el usuario. Los resultados del análisis del archivo de audio serán mostrados en una página web de manera ordenada y clasificada mediante gráficos para que el usuario tenga una información oportuna y clara de la especie.

#### 2.1.3. Definiciones, Acrónimos y Abreviaturas

- **Requerimientos Funcionales (F):** Son aquellos que describen la interacción entre el sistema y su ambiente, el

cual, incluye al usuario y cualquier otro sistema externo (Quiroga, 2008).

- **Requerimientos No Funcionales (NF):** Son aquellos aspectos que no incluyen una relación directa entre el usuario y el sistema. Describen restricciones como el tiempo de respuesta (rendimiento), precisión, seguridad, recursos consumidos, entre otros (Quiroga, 2008).
- **Usuario:** Representa a las personas que interactúan en forma directa con el sistema cuando realizan su trabajo.
- **Internet:** Método de interconexión descentralizada de redes de computadoras utilizando los protocolos TCP/IP.
- **ASP.NET:** Framework para aplicaciones web desarrollado y comercializado por Microsoft. Es usado por programadores y diseñadores para construir sitios web dinámicos, aplicaciones web y servicios web XML (Microsoft MSDN, 2007).
- **Internet Information Services (IIS):** Es un servidor flexible, seguro, manejable y avanzado de páginas web de la plataforma Windows. Solo funciona bajo Windows. Este servicio convierte a una computadora en un servidor web para Internet o una intranet, es decir, que en las computadoras que tienen este servicio instalado se pueden publicar páginas web tanto local como remotamente. Con IIS, Microsoft incluye un conjunto de programas para la creación y administración de sitios web, un motor de búsqueda, y soporte para la escritura de aplicaciones basadas en Web que acceden a bases de datos (Microsoft MSDN, 2017).
- **Matlab:** Es una plataforma que se utiliza para aprendizaje automático, procesamiento de señales, procesamiento de imágenes, visión artificial, comunicaciones, finanzas computacionales, diseño de control, robótica y muchos otros campos (MathWorks, s.f.).

- **SQL Server:** Sistema de administración y análisis de bases de datos relacionales de Microsoft para soluciones de comercio electrónico, línea de negocio y almacenamiento de datos (Microsoft MSDN, 2014).
- **WAV:** Formato de archivo de audio que se desarrolló en conjunto con Microsoft e IBM. Es considerado como un formato de audio sin pérdida, conservando la alta calidad del sonido (Apowersoft, 2015).

#### 2.1.4. Visión General

El presente documento de especificación de requerimientos contiene tres secciones importantes, con el fin de que el lector, sea un usuario o un miembro del equipo de desarrollo, esté orientado y comprenda las funcionalidades del sistema.

En la primera sección se describe el propósito de este documento, el ámbito del sistema, en el cual, se explica lo que el sistema hará junto con los beneficios del mismo. Además, se describen las palabras claves y definiciones técnicas que se utilizarán, y se presentan las referencias bibliográficas en las cuales, se apoya todo el contenido de este documento.

En la segunda sección se encuentra una descripción general del sistema, donde se describe la perspectiva que tiene el portal web con la comunidad, especialmente con aquellas personas que están ligadas a la Biología, ya que dicho portal sirve de gran ayuda para ellos. Además, se describirán brevemente las funcionalidades que tiene el portal web, incluyendo las especificaciones de los usuarios que lo utilizarán. Además, se detallarán algunas restricciones que tendrá el portal, ya sea de hardware, software u otras restricciones. También, se describirá aquellos factores que, si cambian, podrían afectar a los requerimientos, mediante suposiciones y dependencias. Finalmente, se referirá a aquellos requerimientos futuros que podrán mejorar al portal web.

En la tercera sección se encuentran los requerimientos como tal, con un nivel de detalle suficiente para diseñar el portal web. Se describe cómo deberá ser la interfaz gráfica, cómo son las funcionalidades (requerimientos funcionales) anteriormente descritas, se detallan los requerimientos no funcionales y finalmente se detallan los atributos que tendrá el portal web, como la fiabilidad, la mantenibilidad, la portabilidad y la seguridad.

### 2.2. Descripción General

#### 2.2.1. Perspectiva del Producto

La aplicación está diseñada en .NET para trabajar en ambientes web, por lo que deberá ser capaz de funcionar correctamente en los principales navegadores, permitiendo su utilización de forma fácil y rápida, integrándose con Matlab que proporcionará la funcionalidad principal a dicho software, la cual será el reconocimiento de especies de ranas a través de su canto.

#### 2.2.2. Funciones del Producto

El portal web permitirá realizar las siguientes funciones:

- **F0. Ingreso al Sistema:** Es una funcionalidad básica o “por defecto” en la mayoría de sistemas de software y es la que muestra cómo ingresar a la aplicación web.
- **F1. Gestión del Algoritmo de Identificación de Especies de Ranas:** Es la funcionalidad más importante del sistema, porque aquí se encuentra el proceso del algoritmo como tal y se encarga de que el módulo de reconocimiento del portal web funcione. Solamente el administrador podrá modificar el algoritmo de reconocimiento.
- **F2. Gestión de Parámetros:** Es una funcionalidad que administrará los valores de los parámetros que se encuentran en el algoritmo de reconocimiento. El administrador podrá modificar y consultar todos los parámetros existentes en el archivo de configuración del

sistema. El usuario podrá modificar y consultar algunos de ellos a través de la interfaz del portal web.

2.2.3. Características de los Usuarios

Para el ingreso al portal web no existirá ningún tipo de usuario específico, es decir, todas las personas que ingresen al portal web podrán utilizar las funciones del mismo. Para cuestiones de mantenimiento del algoritmo de reconocimiento y del portal web, se tendrán dos usuarios: el Administrador del Sistema y el Usuario como tal (visitantes del portal web). El Administrador del Sistema tendrá el privilegio de poder cambiar los valores de todos los parámetros del algoritmo de reconocimiento, contenidos en un archivo de configuración, por lo que debe tener un gran conocimiento en el manejo del sistema y de los programas con los que está hecho, los cuales son Matlab y C#. El Usuario interactuará continuamente con el portal web, por lo que no debe tener ningún conocimiento técnico respecto al sistema, solamente deberá tener un conocimiento básico sobre navegación en páginas web. Además, podrá modificar algunos de los parámetros del algoritmo, solamente a través de una interfaz del portal web, con el fin de que el margen de error de reconocimiento para cada especie disminuya.

2.2.4. Restricciones

2.2.4.1. Políticas reguladoras

No existen políticas reguladoras, ya que la aplicación es de tipo web, permitiendo que todas las personas accedan mediante un navegador web.

2.2.4.2. Limitaciones de Hardware

Para esta aplicación, será necesario un computador de gama media alta (procesador i5 hacia adelante), con un navegador web (Chrome, Firefox, Edge) y conexión a Internet.

2.2.4.3. Interfaces con otras aplicaciones

La aplicación web no interactúa con interfaces de otras aplicaciones, sino que utiliza bibliotecas de enlace dinámico (DLL), en este caso, de Matlab.

2.2.4.4. Operaciones paralelas

No se requieren operaciones paralelas en esta aplicación web.

2.2.4.5. Funciones de auditoría

No se requieren funciones de auditoría en esta aplicación web.

2.2.4.6. Funciones de control

La aplicación web deberá tener controles necesarios para la validación de datos, sobretodo, en aquellos parámetros del algoritmo de reconocimiento que el usuario normal puede cambiar.

2.2.4.7. Lenguaje(s) de programación

La aplicación web será desarrollada en C#, utilizando ASP.NET. El algoritmo de reconocimiento fue desarrollado en Matlab.

2.2.4.8. Protocolos de comunicación

Como esta aplicación es web, se utilizará el protocolo HTTP.

2.2.4.9. Requisitos de fiabilidad

El archivo de audio que se permitirá cargar al portal web deberá ser de tipo WAV y deberá ser menor a 5 minutos, para evitar demora en el tiempo de respuesta del portal web.

2.2.4.10. Credibilidad de la aplicación

Para que esta aplicación web garantice una buena credibilidad, se debe realizar pruebas, tanto en requerimientos como en rendimiento.

2.2.4.11. Consideraciones acerca de la seguridad

La seguridad dentro de esta aplicación web viene ya definida por la validación de datos, por ejemplo, la validación en aquellos parámetros del algoritmo de reconocimiento que el usuario puede cambiar y el control de la duración del archivo de audio cargado al portal web.

2.2.5. Suposiciones y Dependencias

- Para que la aplicación web funcione, necesariamente se debe tener una conexión a Internet.
- Si se desea modificar o agregar parámetros al algoritmo de reconocimiento, deberá ser necesario tener disponible Matlab y Visual Studio.

2.2.6. Requerimientos Futuros

A futuro, el portal web puede estar disponible en teléfonos móviles, a través de una aplicación que funcione con conexión a Internet, que utilice el micrófono del dispositivo para grabar el canto de la rana y que la aplicación identifique la especie en ese instante.

2.3. Requerimientos Específicos

2.3.1. Interfaces

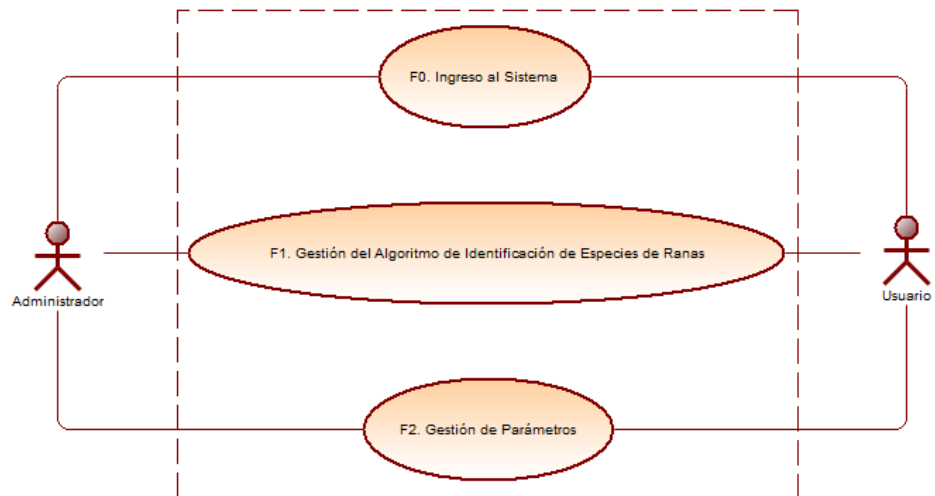
La interfaz gráfica del portal web deberá ser intuitiva y deberá seguir las guías de diseño web básicas para que dicho portal sea manejable y agradable al usuario (Nagaro, 2010). Dicho esto, además, la interfaz deberá ser compatible con los navegadores web actuales (Chrome, Firefox, Edge) y será necesario disponer de un sistema operativo actual (Windows 8 hacia adelante).

- *Primera página:* Será la página de inicio. Aquí se detallará brevemente la descripción del portal web, las funcionalidades, antecedentes y las tecnologías utilizadas.
- *Segunda página:* Será la página que contendrá información acerca de las especies de ranas existentes en el sistema.
- *Tercera página:* Será la página donde se encontrará el módulo de reconocimiento, en el cual, se permitirá cargar un archivo de audio WAV, se permitirá cambiar los valores de algunos parámetros y se podrá analizar dicho audio.

2.3.2. Funciones (Requerimientos Funcionales)

Se definen las funcionalidades disponibles en la aplicación:

**Diagrama General de Casos de Uso**

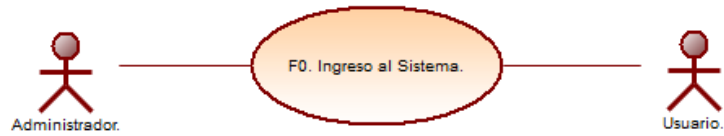


**Diagramas a detalle de Casos de Uso**

**F0. Ingreso al Sistema**

**Descripción:** Se muestra cómo ingresar al portal web.

**Actor(es):** Administrador, Usuario



### Flujo Principal

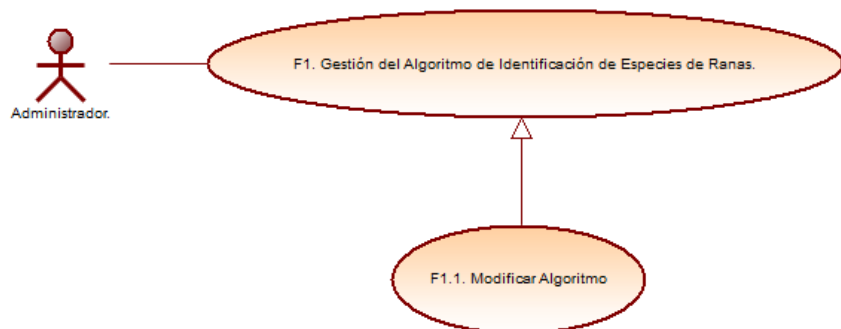
- 1) El actor abre el navegador web.
- 2) El actor coloca la dirección web del sistema (E1).
- 3) El sistema despliega la página de inicio.

### Excepciones

Código	Motivo	Acción
E1	No existe conexión a Internet	Consultar con el proveedor de Internet

### F1. Gestión del Algoritmo de Identificación de Especies de Ranas

**Descripción:** Solamente el administrador tiene acceso a esta funcionalidad, ya que tiene que ver exclusivamente con la programación del algoritmo.



#### F1.1. Modificar Algoritmo

**Descripción:** Solamente el administrador podrá modificar el algoritmo de reconocimiento.

**Actor(es):** Administrador



### Flujo Principal

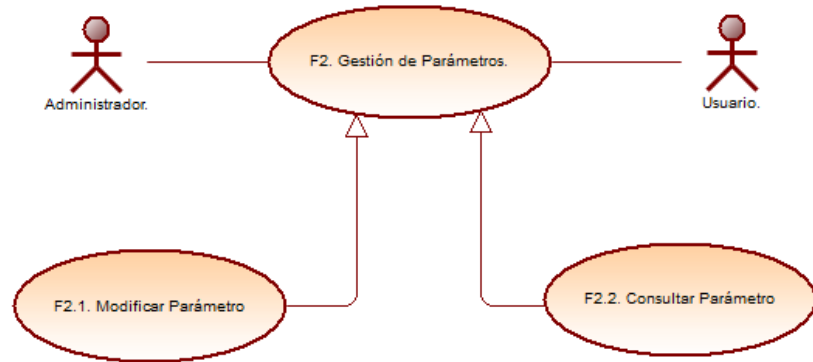
- 1) El actor abre el archivo del algoritmo con Matlab.
- 2) El actor modifica el algoritmo.
- 3) El actor guarda los cambios (E1).
- 4) El actor coloca el archivo del algoritmo en la carpeta correspondiente (E2).
- 5) El sistema trabaja con la versión más reciente del archivo.

### Excepciones

Código	Motivo	Acción
E1	Sintaxis incorrecta	Asegúrese de que se haya escrito bien, con respecto a la programación.
E2	Error	Asegúrese de que se haya colocado en la carpeta correcta (C:\temp\RanasWeb)

### F2. Gestión de Parámetros

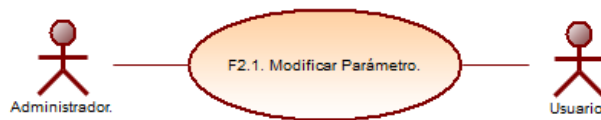
**Descripción:** El administrador podrá modificar y consultar todos los parámetros existentes en el archivo de configuración del sistema. El usuario podrá modificar y consultar algunos de ellos a través del portal web.



### F2.1. Modificar Parámetro

**Descripción:** El administrador (todos) y el usuario (algunos) podrán modificar los parámetros que existen en el archivo de configuración del sistema.

**Actor(es):** Administrador, Usuario



#### Flujo Principal – Administrador

- 1) El actor abre el archivo de configuración del sistema.
- 2) El actor modifica el valor de cualquier parámetro.
- 3) El actor guarda los cambios de dicho archivo (E1).
- 4) El sistema almacena la nueva información del archivo.

#### Flujo Principal – Usuario

- 1) El actor abre el navegador web.
- 2) El actor coloca la dirección web del sistema (E2).
- 3) El sistema despliega la página de inicio.
- 4) El actor se dirige al módulo de Reconocimiento.
- 5) El sistema despliega la página de Reconocimiento.
- 6) El actor pulsa el botón Explorar.
- 7) El sistema despliega una ventana "Pop Up".
- 8) El actor carga un archivo de audio (.wav) al sistema.

- 9) El sistema muestra los parámetros modificables para el usuario.
- 10) El actor modifica dichos parámetros.
- 11) El actor pulsa el botón Ejecutar Algoritmo (E3).
- 12) El sistema despliega gráficos resultantes del análisis, con dichos parámetros modificados.

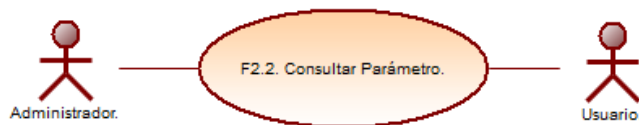
### Excepciones

Código	Motivo	Acción
E1	Escritura incorrecta	Asegúrese de colocar el nombre en el parámetro correcto
E2	No existe conexión a Internet	Consultar con el proveedor de Internet
E3	El archivo de audio cargado es muy pesado	Cargar un archivo de audio menor que 5 minutos

### F2.2. Consultar Parámetro

**Descripción:** El administrador (todos) y el usuario (algunos) podrán visualizar los parámetros existentes en el sistema.

**Actor(es):** Administrador, Usuario



#### Flujo Principal – Administrador

- 1) El actor abre el archivo de configuración del sistema.
- 2) El actor visualiza los valores de los parámetros.

#### Flujo Principal – Usuario

- 1) El actor abre el navegador web.
- 2) El actor coloca la dirección web del sistema (E1).
- 3) El sistema despliega la página de inicio.

## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

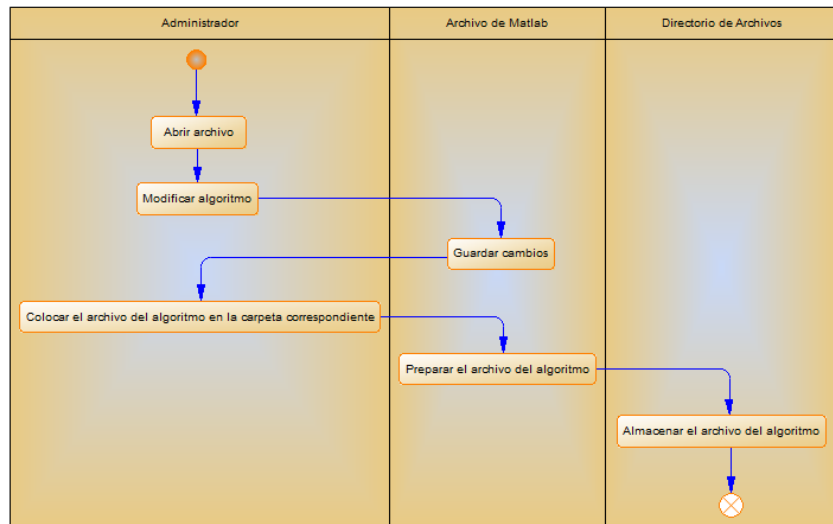
- 4) El actor se dirige al módulo de Reconocimiento.
- 5) El sistema despliega la página de Reconocimiento.
- 6) El actor pulsa el botón Explorar.
- 7) El sistema despliega una ventana "Pop Up".
- 8) El actor carga un archivo de audio (.wav) al sistema (E2).
- 9) El sistema muestra los parámetros modificables para el usuario.
- 10) El actor visualiza dichos parámetros.

### Excepciones

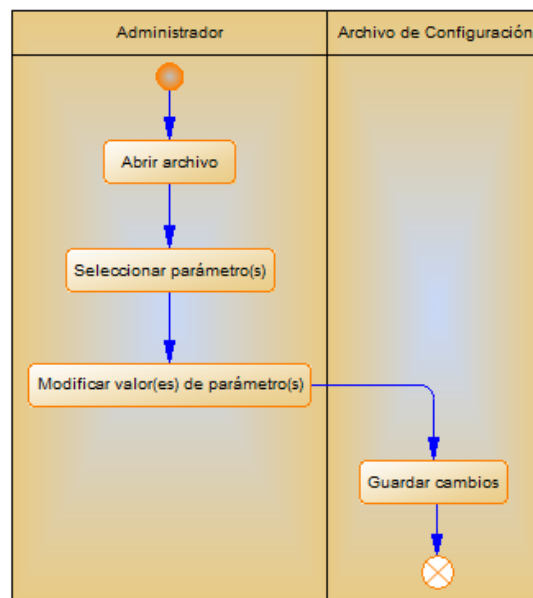
Código	Motivo	Acción
E1	No existe conexión a Internet	Consultar con el proveedor de Internet
E2	El archivo de audio cargado es muy pesado	Cargar un archivo de audio menor que 5 minutos

## Diagramas de Actividades

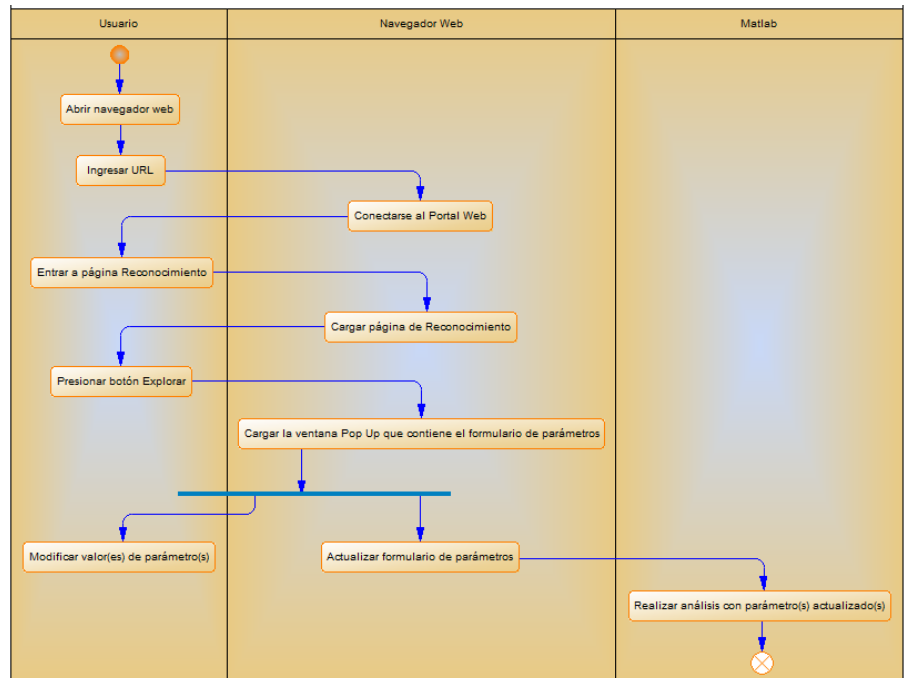
### F1. Gestión del Algoritmo de Identificación de Especies de Ranas



### F2. Gestión de Parámetros



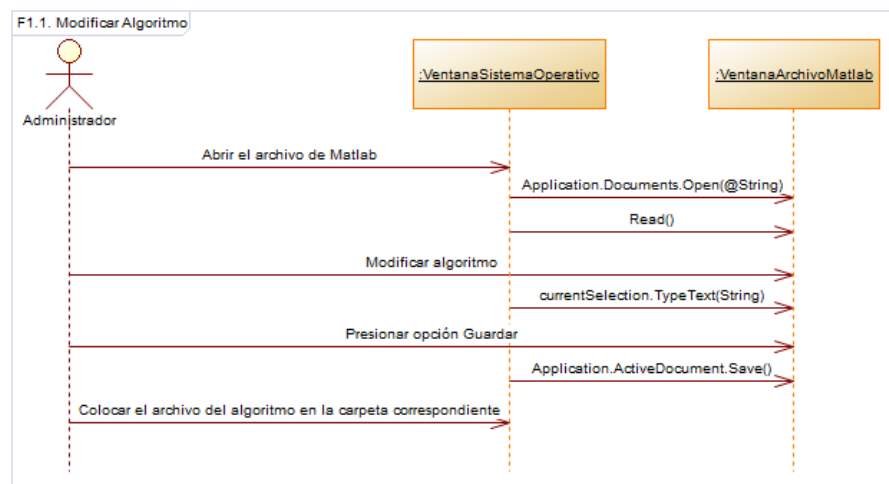
## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador



### Diagramas de Secuencia

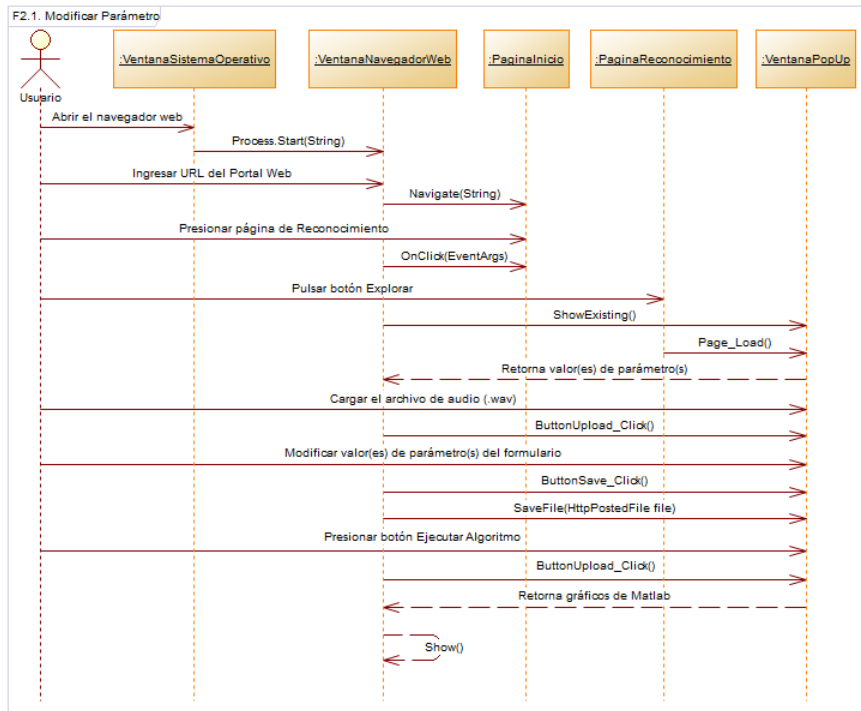
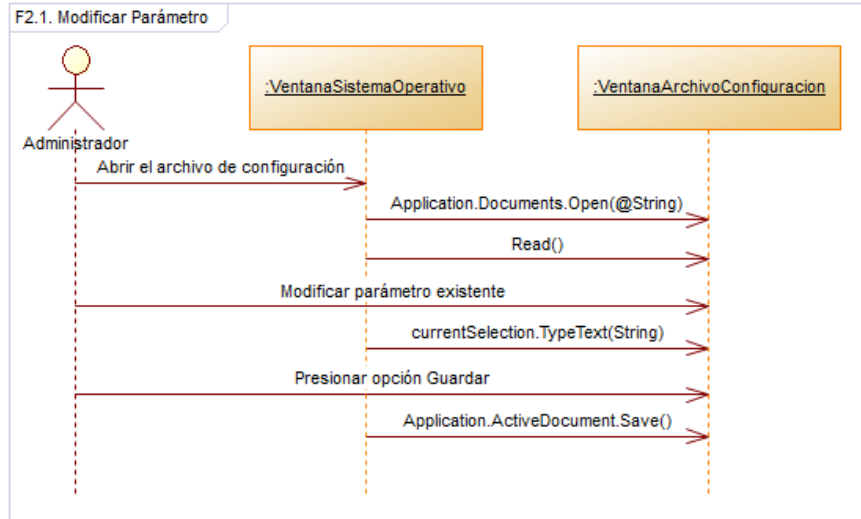
#### F1. Gestión del Algoritmo de Identificación de Especies de Ranas

##### Caso de Uso: F1.1. Modificar Algoritmo

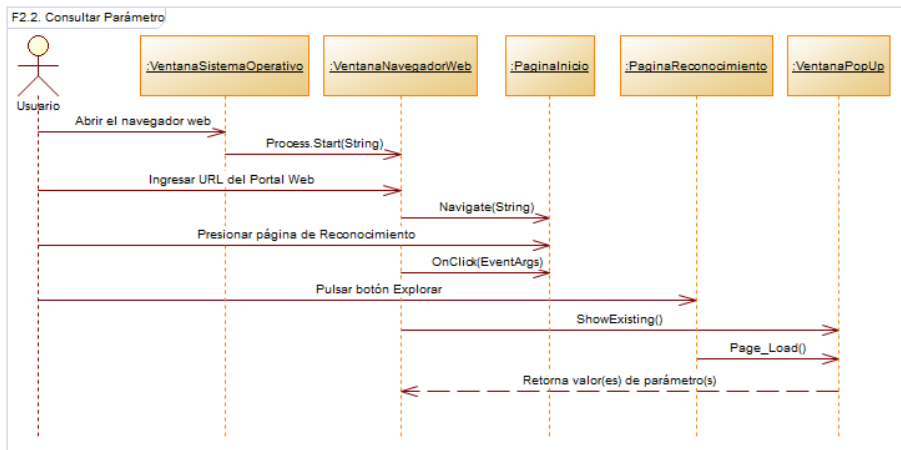
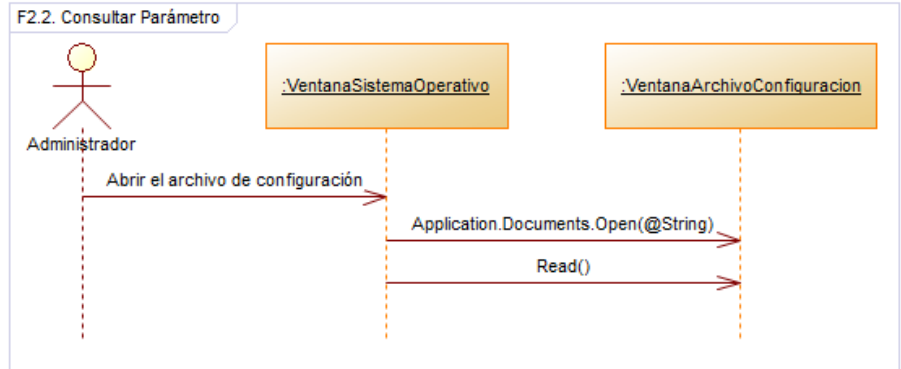


## F2. Gestión de Parámetros

### Caso de Uso: F2.1. Modificar Parámetro



**Caso de Uso: F2.2. Consultar Parámetro**

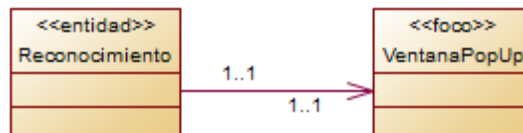


**Diagrama de Estereotipo**

Para realizar el diagrama de estereotipo, se necesita previamente el diagrama de clases. Además, se pueden crear nuevos estereotipos, siempre y cuando se los especifiquen; en este caso, se utilizarán los estereotipos estándar para modelos UML.

Los estereotipos son elementos del UML que son utilizados para proporcionar información adicional al lector o para el procesamiento del computador (Microsoft MSDN, 2017).

El diagrama de estereotipo del portal web es el siguiente:



2.3.3. Requerimientos de Rendimiento (Requerimientos No Funcionales)

Los requerimientos no funcionales son los siguientes:

- **NF1. Interfaz:** El portal web deberá presentar una interfaz de usuario intuitiva y deberá seguir las guías de diseño web básicas, con el fin de que sea de fácil manejo para los usuarios.
- **NF2. Cantidad de Usuarios Concurrentes:** El número máximo de usuarios que ingresen al portal web dependerá de la capacidad del servidor.
- **NF3. Desempeño:** El tiempo de respuesta del análisis del archivo de audio debe ser el menor posible (depende mucho de la duración del audio y de las especificaciones de la computadora cliente o del usuario).
- **NF4: Confiabilidad:** El portal web deberá funcionar todo el tiempo, y si algo falla deberá poder solucionar él mismo.
- **NF5: Seguridad:** El portal web garantizará a los usuarios una máxima seguridad con respecto a virus o malware existente en el Internet. Además, el uso del portal web no requiere que el usuario proporcione información personal como nombre o correo electrónico, ya que la finalidad del portal es la de facilitar información de especies de ranas.

2.3.4. Atributos del Sistema

2.3.4.1. Fiabilidad

El portal web debe ajustarse a las guías de diseño web básicas, con el fin de que sea de fácil manejo para los usuarios.

2.3.4.2. Mantenibilidad

El portal web contará con un archivo de configuración que contendrá los parámetros necesarios para dar un mantenimiento al algoritmo de reconocimiento. Además, con la documentación indicada a lo largo de este

documento, el portal web podrá ser mantenible de forma fácil.

2.3.4.3. Portabilidad

El portal web será desarrollado e implantado bajo la plataforma de Windows.

2.3.4.4. Seguridad

El portal web garantizará a los usuarios una máxima seguridad con respecto a virus o malware existente en el Internet. Además, el uso del portal web no requiere que el usuario proporcione información personal como nombre o correo electrónico, ya que la finalidad del portal es la de facilitar información de especies de ranas.

3. Estudio de Factibilidad

El estudio de factibilidad de esta aplicación web se desglosará en tres aspectos muy importantes, en los cuales se presentarán mayores detalles.

3.1. Factibilidad técnica

La factibilidad técnica es aquella que se refiere a lo que se necesitará tecnológicamente para que esta aplicación web funcione de una forma estable, rápida y confiable. En este caso, para que funcione correctamente se necesita un computador de gama media alta, un navegador web actualizado y una conexión a Internet. Puesto que hoy en día es común que una persona tenga a su disposición lo anteriormente señalado, esta aplicación es factible técnicamente.

3.2. Factibilidad operativa

La factibilidad operativa se refiere a los conocimientos que el equipo de desarrollo de la aplicación web tiene, y al nivel en los que se encuentran los mismos. Asimismo, se refiere a los conocimientos que el usuario que utilizará dicha aplicación tiene. En este caso, los conocimientos que debe de tener el equipo de desarrollo son altos con respecto al uso de Matlab, .NET (C#) y IIS. Los conocimientos que debe de tener el usuario que utilizará dicha aplicación son básicos, puesto que debe de saber manejar

un navegador web a través del Internet. Debido a lo expuesto anteriormente, se podría decir que esta aplicación no es factible operativamente, ya que el equipo de desarrollo no tiene conocimientos suficientes en Matlab, pero, esto no impide en desarrollarla.

### 3.3. Factibilidad económica

La factibilidad económica se refiere a los presupuestos de desarrollo y del cliente. En este caso, esta aplicación va a ser desarrollada para una entidad académica, es decir, para la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, con fines educacionales. Por lo que no existiría una factibilidad económica para este proyecto.

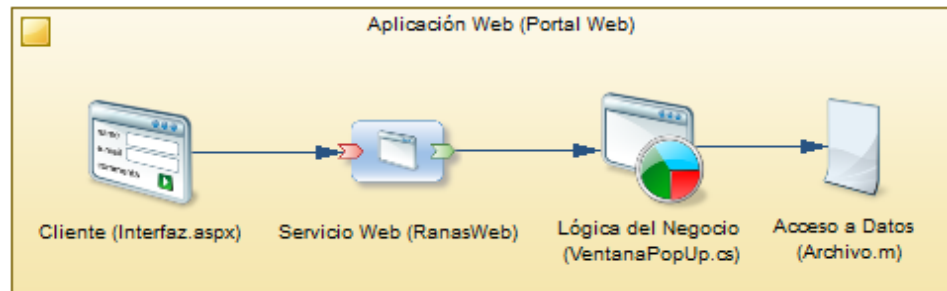
## CAPÍTULO 3.- Diseño

### 1. Diseño del Software

#### a. Arquitectura

La arquitectura de esta aplicación web es distribuida y el modelo será por capas, ya que las aplicaciones web típicas están compuestas por una capa de presentación (interfaz gráfica), una capa de negocios (lógica del negocio) y una capa de datos (acceso a datos) (Pelaez, 2009). Además, este tipo de arquitectura tiene beneficios como: reducción de impacto a cambios, aumento de la escalabilidad, la tolerancia a fallos y el rendimiento, entre otros.

Detallando la arquitectura de la aplicación web, contará con cuatro capas, especificadas de la siguiente manera:



#### b. Plataforma

- **Plataforma de Sistema Operativo:** Esta aplicación web se desarrollará en Microsoft Windows (Windows 8.1 hacia adelante).
- **Plataforma de Software:** Esta aplicación se desarrollará bajo el Framework de .NET, más concretamente ASP.NET.
- **Plataforma de Hardware:** Esta aplicación se desarrollará bajo la plataforma x86 que es típica de Windows.

#### c. Lenguaje de Programación

Como se dijo anteriormente, esta aplicación se desarrollará en Windows, utilizando el Framework de .NET, por lo que se utilizará el lenguaje de programación de C#.

C# es un lenguaje muy seguro y orientado a objetos, que permite crear una gran variedad de aplicaciones sólidas que se ejecutan en .NET Framework. Se puede usar C# para crear aplicaciones cliente de Windows, servicios web XML, componentes distribuidos, aplicaciones cliente-servidor, aplicaciones de base de datos, entre otros (Microsoft MSDN, 2017).

d. Gestor de Base de Datos

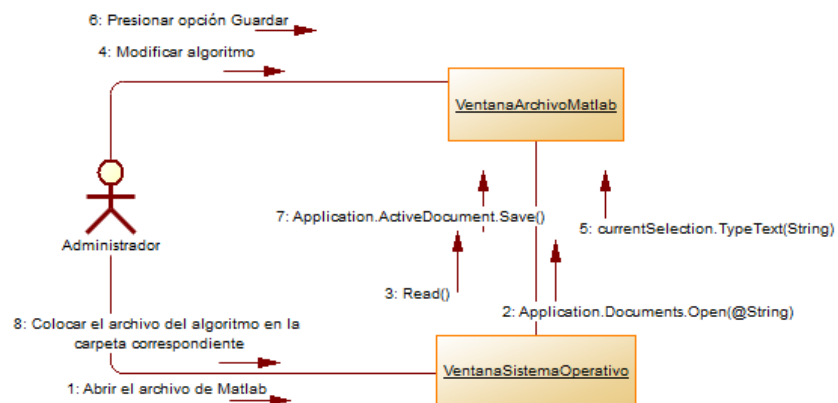
Para esta aplicación, no se contará con un gestor de base de datos, ya que los datos se encuentran en el algoritmo de reconocimiento realizado en Matlab, incluyendo las especies de ranas que son soportadas por los modelos de reconocimiento (gmmodels.mat) que están incluidos en el archivo DLL.

2. Diagramas de Colaboración

Los diagramas de colaboración se los realiza a partir de los diagramas de secuencia.

**F1. Gestión del Algoritmo de Identificación de Especies de Ranas**

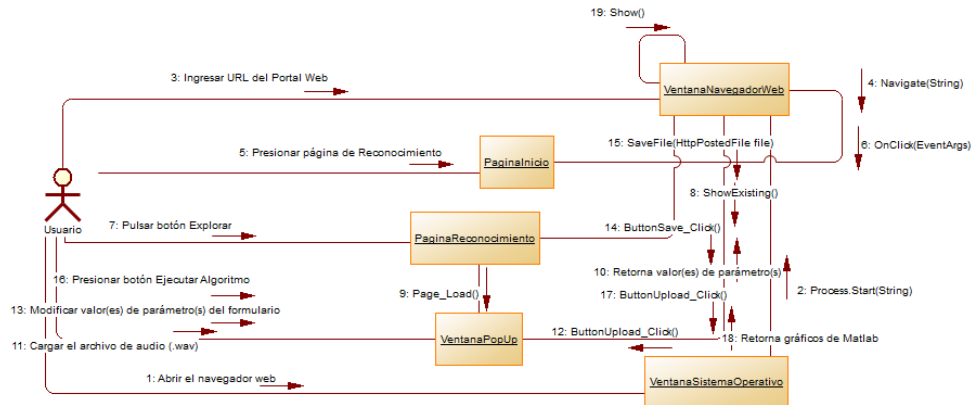
**Diagrama de Secuencia: F1.1. Modificar Algoritmo**



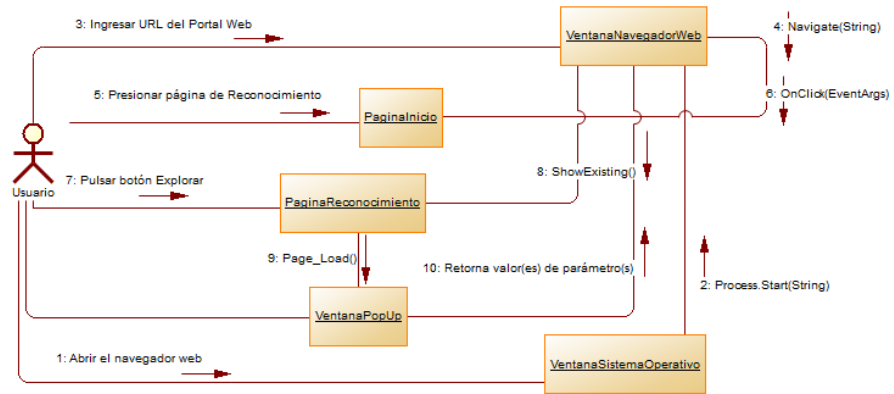
**F2. Gestión de Parámetros**

**Diagrama de Secuencia: F2.1. Modificar Parámetro**

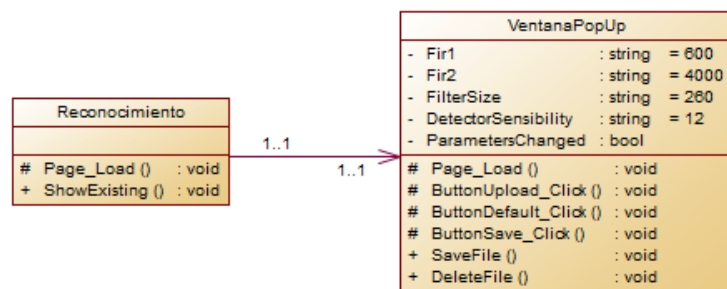
# Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador



## Diagrama de Secuencia: F2.2. Consultar Parámetro



## 3. Diagrama de Clases



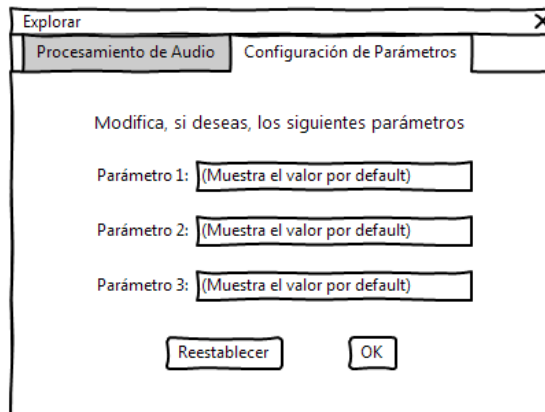
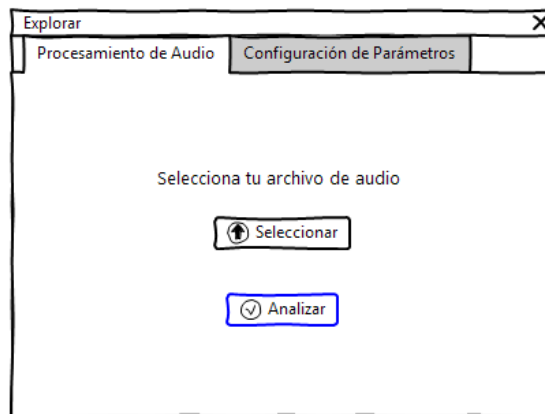
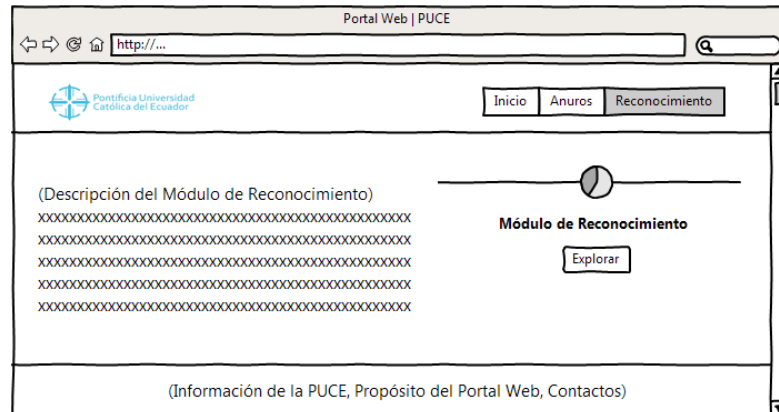
## 4. Diseño de Interfaces

A continuación, se presentará un bosquejo de las interfaces de usuario que tendrá el portal web.

### Página Inicio



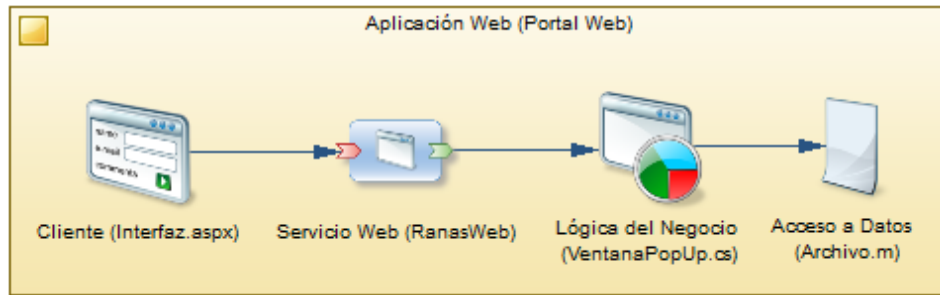
## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador



### 5. Capas (Entidades, Datos, Lógica, Servicios, Presentación)

Como se dijo anteriormente, en el apartado de arquitectura del sistema la aplicación web, contará con cuatro capas, especificadas de la siguiente manera:

## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

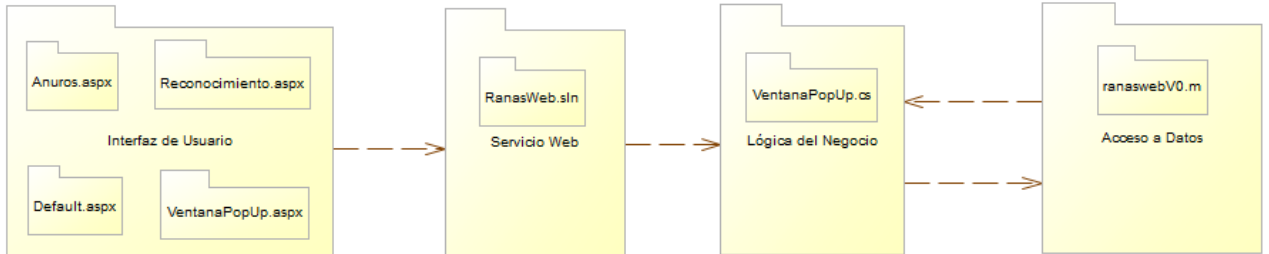


A continuación, se especificará cada una de las capas que conformarán la aplicación web:

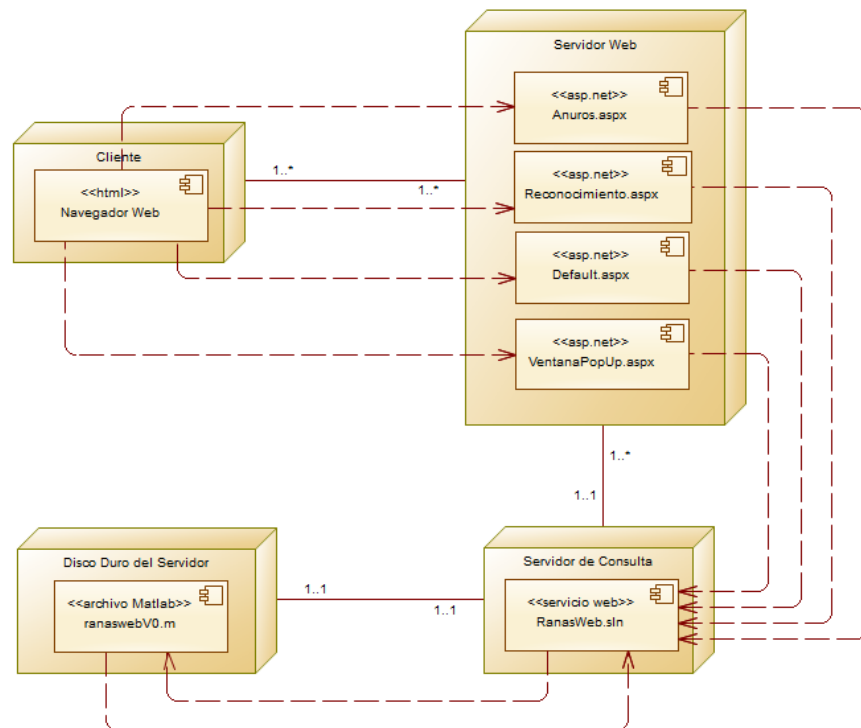
- **Capa de Datos:** Los datos y las funciones desarrolladas en Matlab se transformarán en un archivo DLL para poder utilizarlos en ASP.NET.
- **Capa de Negocios (Lógica):** Se encontrará una clase que servirá como enlace entre ASP.NET y el algoritmo hecho en Matlab.
- **Capa de Servicios:** Contendrá el servicio web con la principal funcionalidad: la del reconocimiento.
- **Capa de Presentación:** Se encontrarán las interfaces gráficas con las cuales el usuario interactuará.

## CAPÍTULO 4.- Implementación

### 1. Diagrama de Paquetes



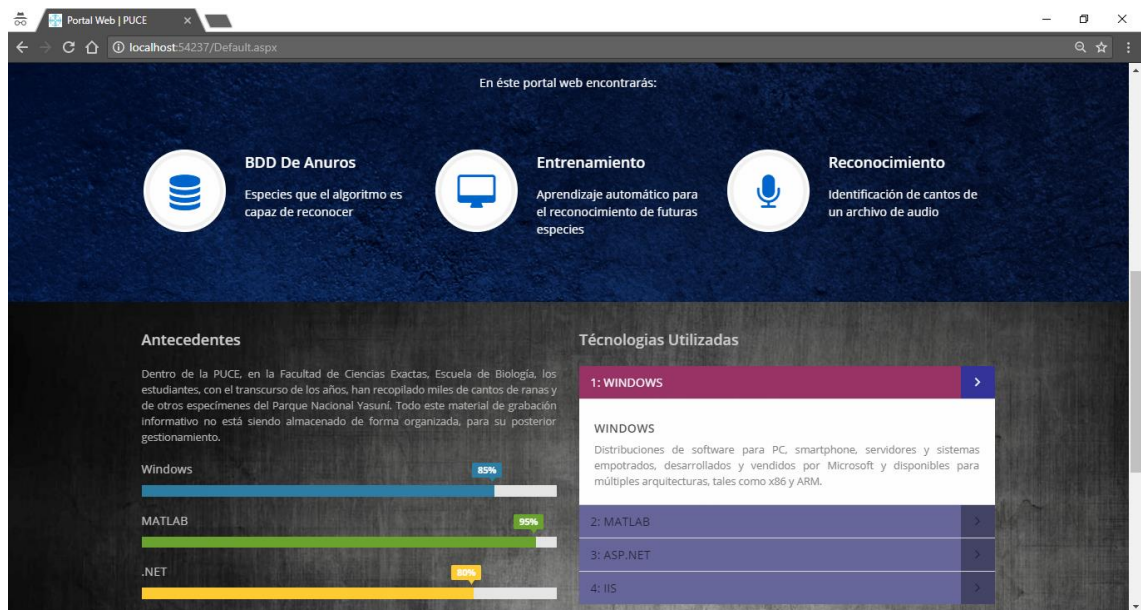
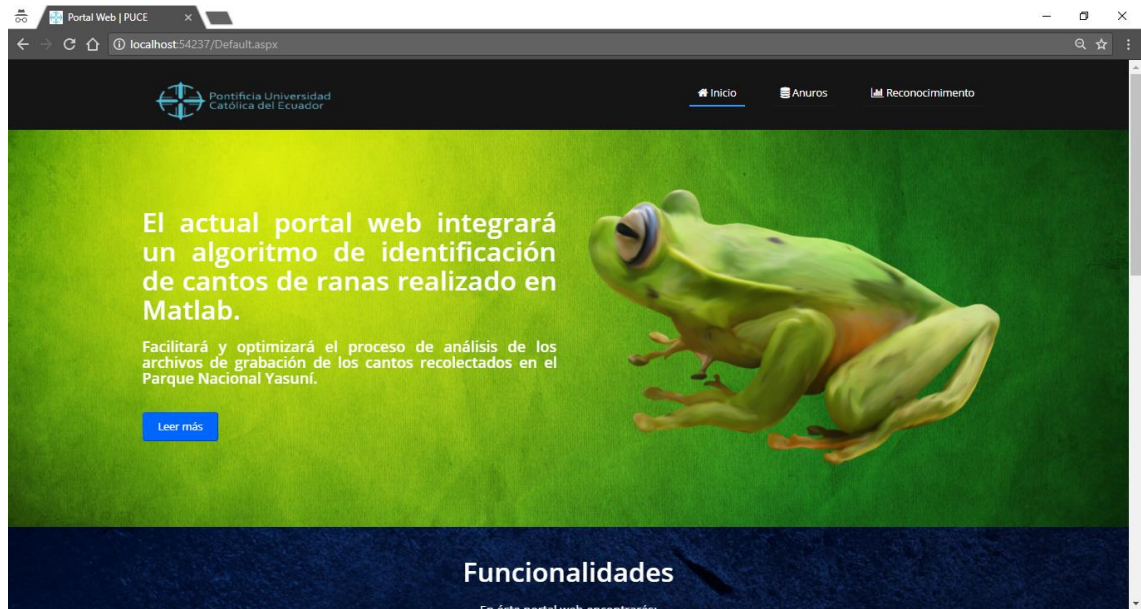
### 2. Diagrama de Despliegue



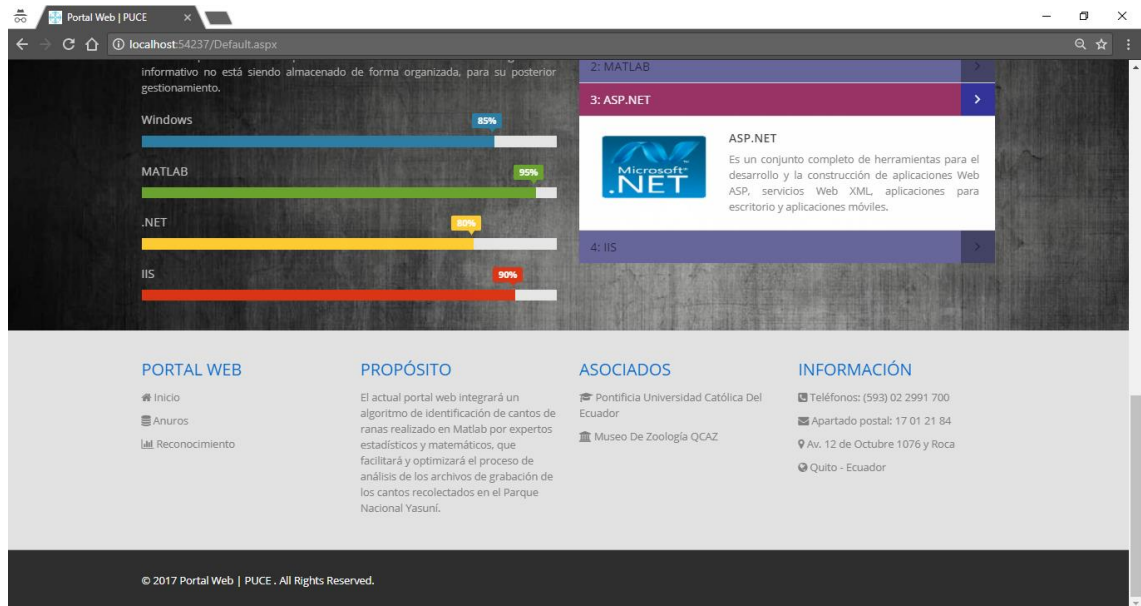
### 3. Implementación de las Interfaces

La implementación de las interfaces se las realiza de acuerdo al diseño hecho en el capítulo 3. A continuación, se las muestra:

## Página Inicio



## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador



informativo no está siendo almacenado de forma organizada, para su posterior gestionamiento.

Windows 85%

MATLAB 95%

.NET 80%

IIS 90%

2: MATLAB

3: ASP.NET

ASP.NET

Es un conjunto completo de herramientas para el desarrollo y la construcción de aplicaciones Web ASP, servicios Web XML, aplicaciones para escritorio y aplicaciones móviles.

4: IIS

**PORTAL WEB**

- Inicio
- Anuros
- Reconocimiento

**PROPÓSITO**

El actual portal web integrará un algoritmo de identificación de cantos de ranas realizado en Matlab por expertos estadísticos y matemáticos, que facilitará y optimizará el proceso de análisis de los archivos de grabación de los cantos recolectados en el Parque Nacional Yasuni.

**ASOCIADOS**

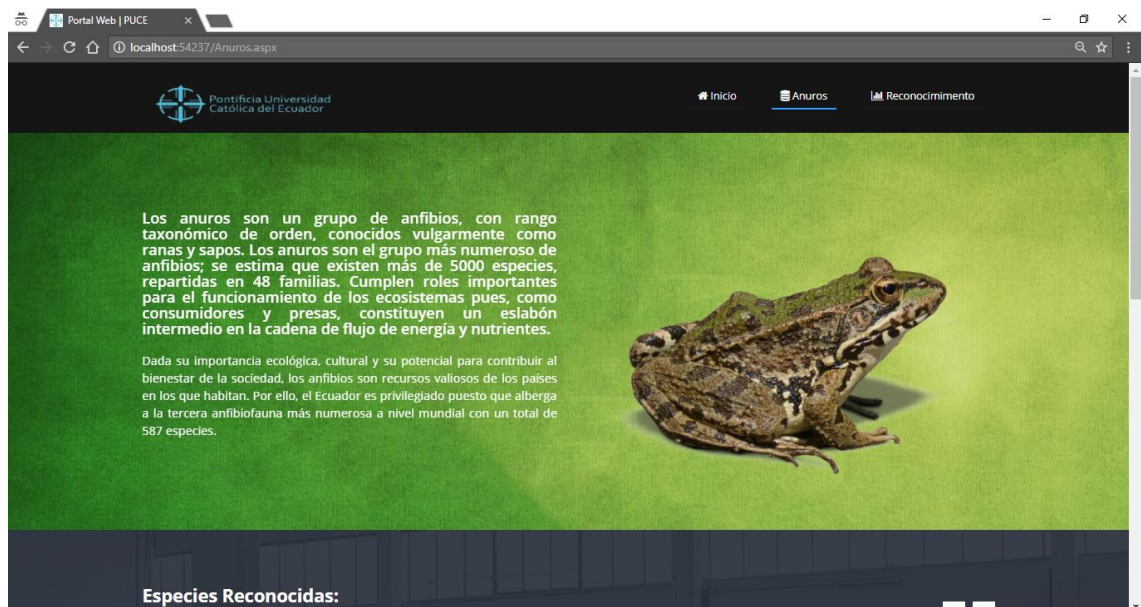
- Pontificia Universidad Católica Del Ecuador
- Museo De Zoología QCAZ

**INFORMACIÓN**

- Teléfonos: (593) 02 2991 700
- Apartado postal: 17 01 21 84
- Av. 12 de Octubre 1076 y Roca
- Quito - Ecuador

© 2017 Portal Web | PUCE. All Rights Reserved.

## Página Anuros




Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Inicio Anuros Reconocimiento

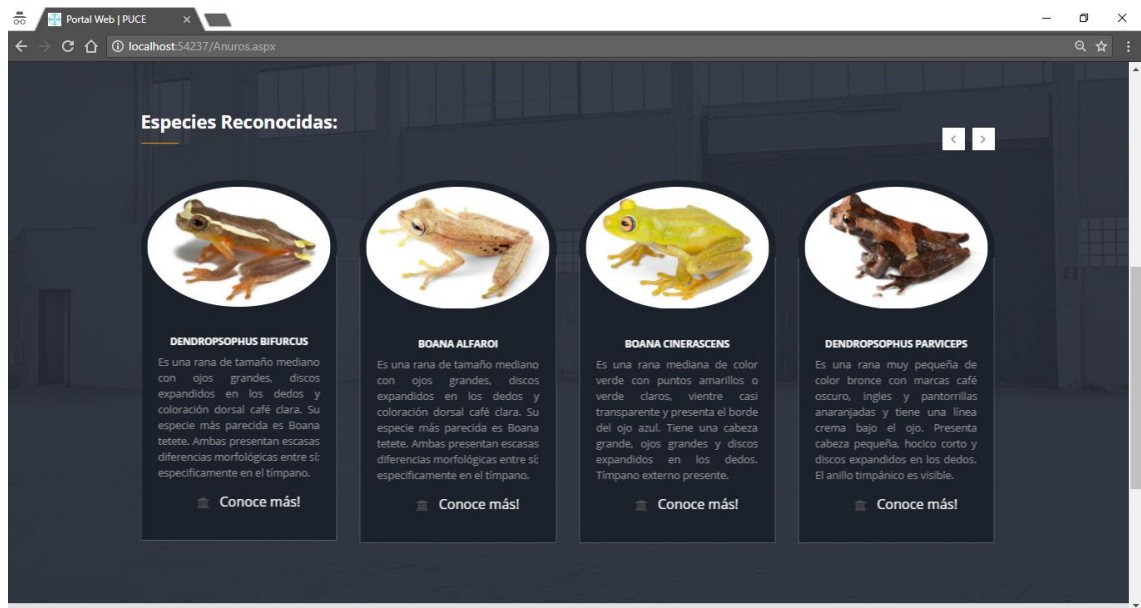
Los anuros son un grupo de anfibios, con rango taxonómico de orden, conocidos vulgarmente como ranas y sapos. Los anuros son el grupo más numeroso de anfibios; se estima que existen más de 5000 especies, repartidas en 48 familias. Cumplen roles importantes para el funcionamiento de los ecosistemas pues, como consumidores y presas, constituyen un eslabón intermedio en la cadena de flujo de energía y nutrientes.

Dada su importancia ecológica, cultural y su potencial para contribuir al bienestar de la sociedad, los anfibios son recursos valiosos de los países en los que habitan. Por ello, el Ecuador es privilegiado puesto que alberga a la tercera anfibiofauna más numerosa a nivel mundial con un total de 587 especies.



**Especies Reconocidas:**

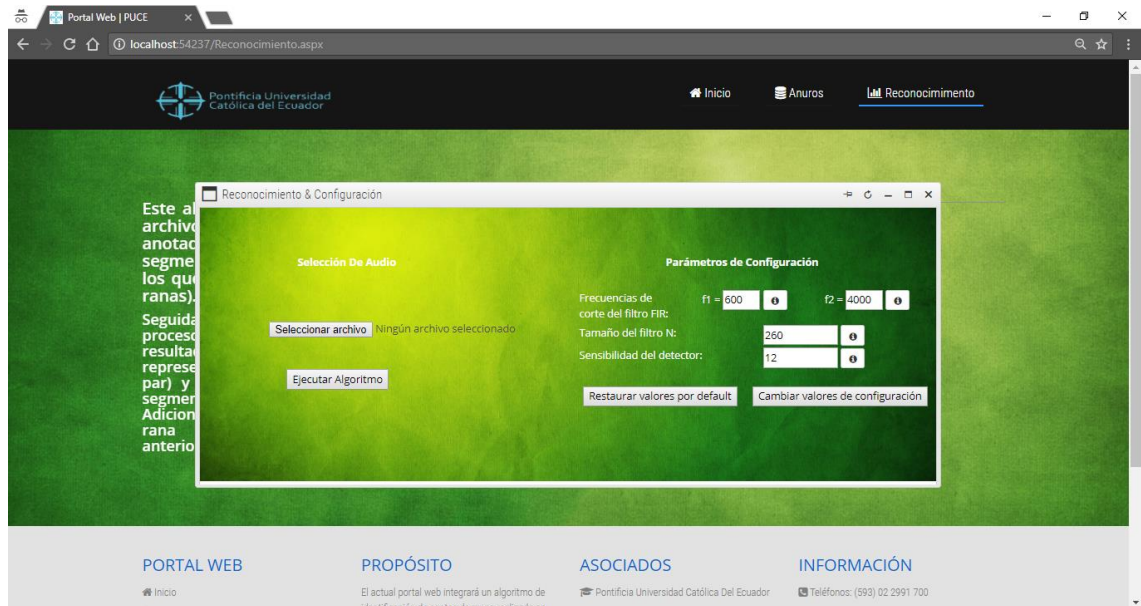
## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador



## Página Reconocimiento

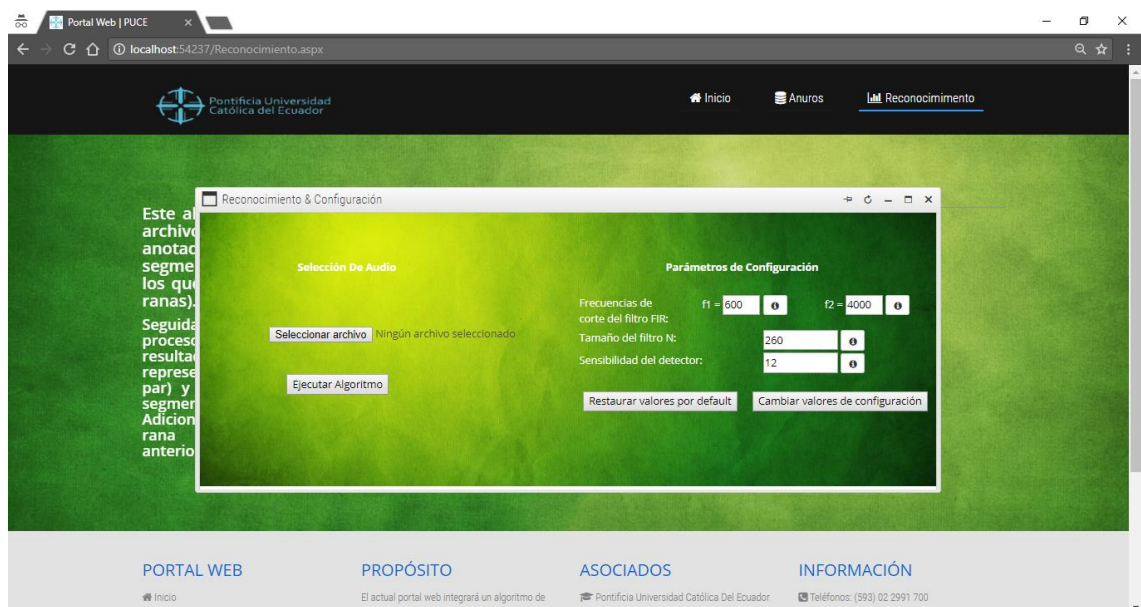


## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

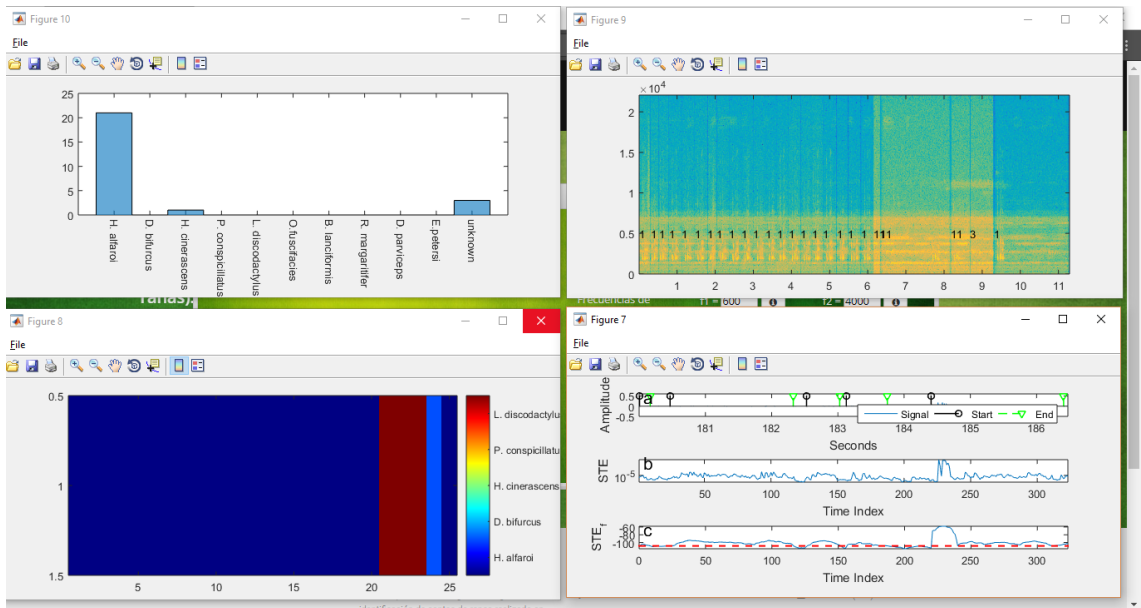
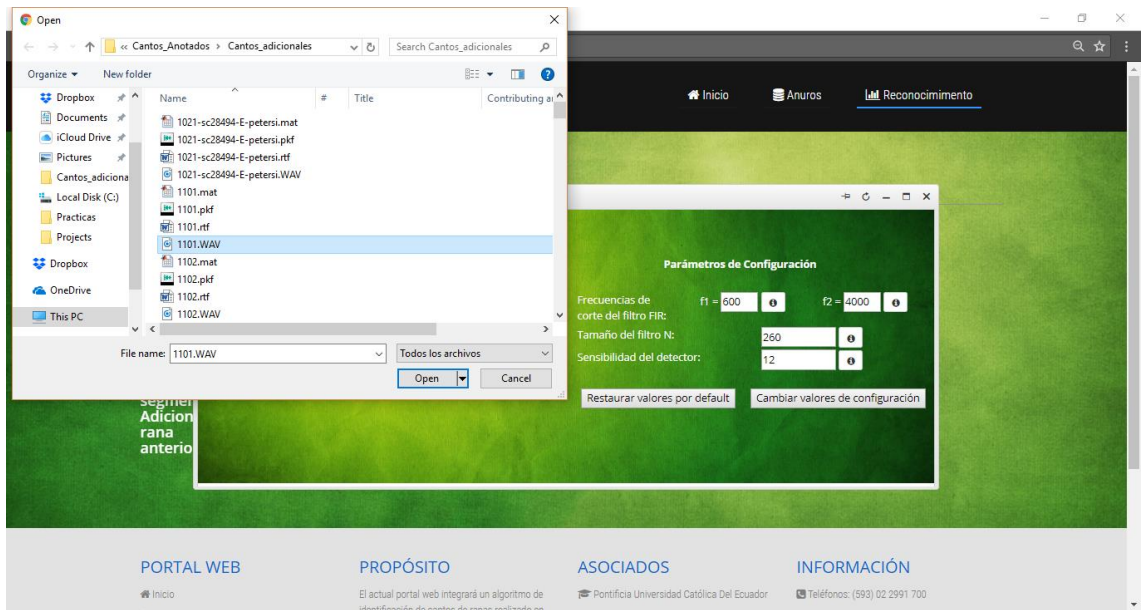


### Ejemplo de funcionamiento sin cambiar los parámetros de usuario

Por defecto, los valores de los parámetros de usuario (frecuencias  $f_1$  y  $f_2$  de corte del filtro FIR, tamaño del filtro y la sensibilidad del detector) son:  $f_1=600$ ,  $f_2=4000$ ,  $N=260$  y  $SD=12$ , respectivamente.

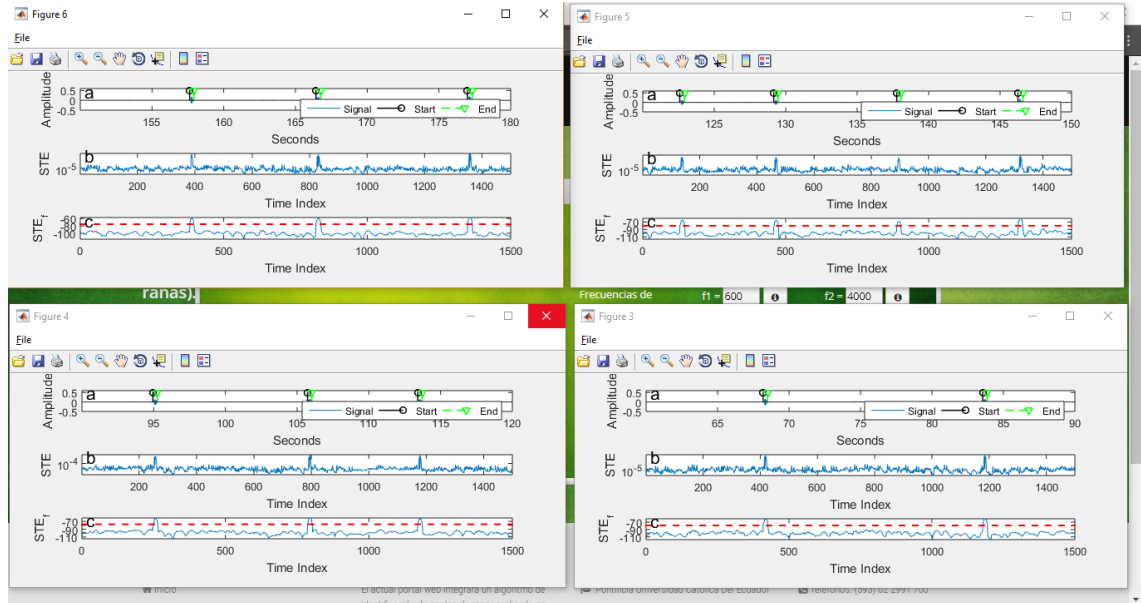


# Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador



Para este caso, en el audio cargado, el algoritmo de reconocimiento detecta que existen cantos de las especies: H. Alfaroi (en su mayoría), H. Cinerascens, D. Bifurcus (con escaso reconocimiento) y de otra especie que no se encuentra especificada en el algoritmo.

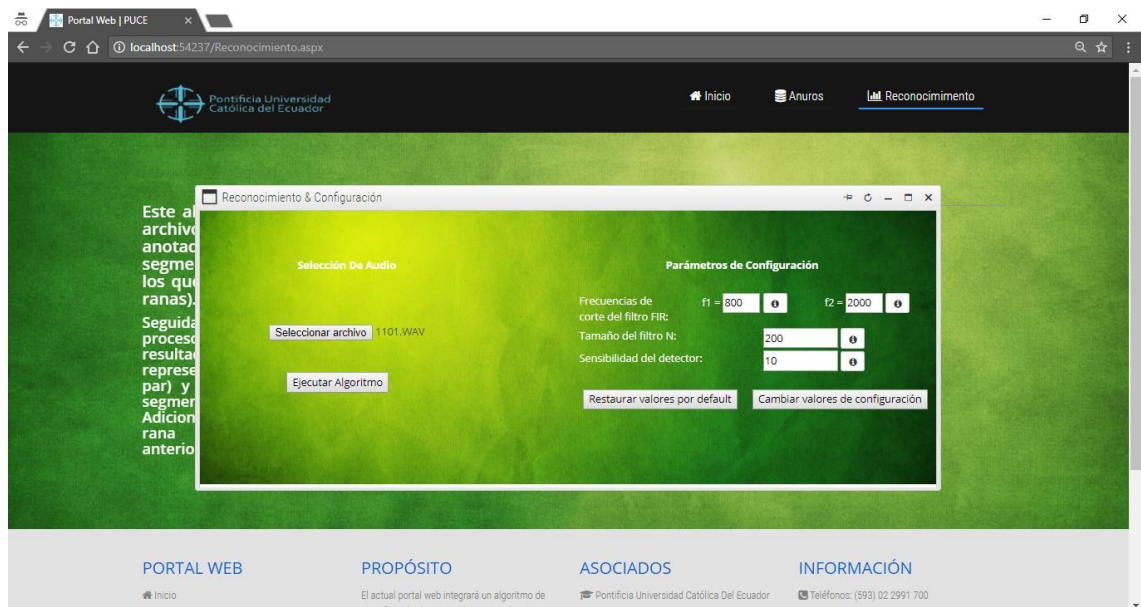
## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador



Además, se muestran los segmentos de los cantos del audio que reconoce el algoritmo.

### Ejemplo de funcionamiento cambiando los parámetros de usuario

En esta ocasión, se cambiarán los valores de los parámetros de usuario. Para este caso se selecciona el mismo archivo de audio y se colocarán los siguientes valores de parámetros:  $f_1=800$ ,  $f_2=2000$ ,  $N=200$  y  $SD=10$ .

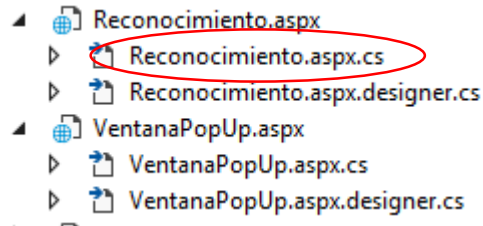




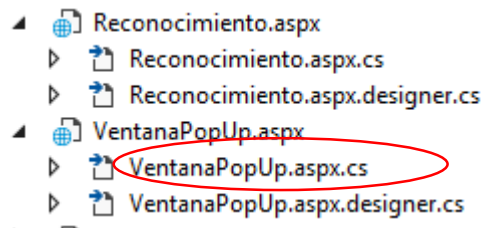
#### 4. Implementación de Clases

A continuación, se muestra el código fuente de las dos clases que fueron implementadas: Reconocimiento.aspx.cs y VentanaPopUp.aspx.cs

##### Clase “Reconocimiento”



##### Clase “VentanaPopUp”



#### 5. Implementación de Métodos

Los métodos que se encuentran en la clase “VentanaPopUp”, son los que realizan la mayor parte del módulo de Reconocimiento, los cuales son los siguientes:

##### Page\_Load()

```
protected void Page_Load(object sender, EventArgs e)
{
    if (!IsPostBack)
    {
        TextBox1.Text = Fir1;
        TextBox2.Text = Fir2;
        TextBox3.Text = FilterSize;
        TextBox4.Text = DetectorSensibility;
    }
}
```

##### ButtonUpload\_Click()

## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

```
protected void ButtonUpload_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Boolean fileOK = false;
    if (FileUpload1.HasFile)
    {
        String fileExtension = System.IO.Path.GetExtension(FileUpload1.FileName).ToLower();
        string allowedExtensions = ".wav";
        if (fileExtension == allowedExtensions)
            fileOK = true;
    }

    if (fileOK)
    {
        SaveFile(FileUpload1.PostedFile);
        try
        {
            RawSourceWaveStream wf = new RawSourceWaveStream(FileUpload1.PostedFile.InputStream, new WaveFormat(44000, 16, 1));
            TimeSpan Time = wf.TotalTime;
            if (Time.Minutes < 5)
            {
                RanasWebClass obj = null;
                MWNumericArray MWFir1 = null;
                MWNumericArray MWFir2 = null;
                MWNumericArray MWFilterLength = null;
                MWNumericArray MWSensibility = null;
                MWCharArray MWPathName = "C:\\temp\\uploads";
                MWCharArray MWFileName = FileUpload1.PostedFile.FileName.ToString();
                MWArray[] Result = null;
                MWFir1 = Int32.Parse(TextBox1.Text);
                MWFir2 = Int32.Parse(TextBox2.Text);
                MWFilterLength = Int32.Parse(TextBox3.Text);
                MWSensibility = Int32.Parse(TextBox4.Text);
                obj = new RanasWebClass();
                Result = obj.ranaswebV0(0, MWFileName, MWPathName, MWFir1, MWFir2, MWFilterLength, MWSensibility);
                DeleteFile(FileUpload1.PostedFile);
            }
            else
                MessageBox.Show("¡Solo se aceptan archivos de hasta 5 minutos!", "Error");
        }
        catch
        {
            MessageBox.Show("¡Verifique que sea un archivo válido!", "Error");
        }
        else
            MessageBox.Show("¡Solo se aceptan archivos .wav!", "Error");
    }
}
```

### ButtonDefault\_Click()

```
protected void ButtonDefault_Click(object sender, EventArgs e)
{
    Fir1 = ConfigurationManager.AppSettings["FIR1"].ToString();
    Fir2 = ConfigurationManager.AppSettings["FIR2"].ToString();
    FilterSize = ConfigurationManager.AppSettings["FilterLength"].ToString();
    DetectorSensibility = ConfigurationManager.AppSettings["DetectorSensibility"].ToString();
    ParametersChanged = false;
    TextBox1.Text = Fir1;
    TextBox2.Text = Fir2;
    TextBox3.Text = FilterSize;
    TextBox4.Text = DetectorSensibility;
    MessageBox.Show("Valores restaurados correctamente!", "Aviso");
}
```

## ButtonSave\_Click()

```
protected void ButtonSave_Click(object sender, EventArgs e)
{
    int IFir1 = -1; int IFir2 = -1; int IFilterSize = -1; int IDetectorSensibility = -1;
    bool RFir1 = false; bool RFir2 = false; bool RDetectorSensibility = false; bool RFilterSize = false;

    try
    {
        Fir1 = TextBox1.Text;
        Fir2 = TextBox2.Text;
        FilterSize = TextBox3.Text;
        DetectorSensibility = TextBox4.Text;
        IFir1 = Int32.Parse(Fir1);
        IFir2 = Int32.Parse(Fir2);
        IFilterSize = Int32.Parse(FilterSize);
        IDetectorSensibility = Int32.Parse(DetectorSensibility);

        if (IFir1 >= 600 && IFir1 <= 4000)
            RFir1 = true;
        if (IFir2 >= 600 && IFir2 <= 4000)
            RFir2 = true;
        if (IFir1 < IFir2)
        {
            RFir1 = true;
            RFir2 = true;
        }

        else
        {
            RFir1 = false;
            RFir2 = false;
        }

        if (IFilterSize >= 120 && IFilterSize <= 800)
            RFilterSize = true;
        if (IDetectorSensibility >= 1 && IDetectorSensibility <= 12)
            RDetectorSensibility = true;

        if (RFir1 == true && RFir2 == true && RDetectorSensibility == true && RFilterSize == true)
        {
            Fir1 = TextBox1.Text;
            Fir2 = TextBox2.Text;
            FilterSize = TextBox3.Text;
            DetectorSensibility = TextBox4.Text;
            MessageBox.Show("Valores guardados correctamente!", "Aviso");
        }
        else
            MessageBox.Show("Error: Verificar todos los valores.", "Error");
    }
    catch
    {
        MessageBox.Show("Error: Verificar todos los valores.", "Error");
    }
}
```

### SaveFile()

```
public void SaveFile(HttpPostedFile file)
{
    string savePath = "c:\\temp\\uploads\\";
    string fileName = FileUpload1.FileName;
    string pathToCheck = savePath + fileName;
    string tempfileName = "";

    if (System.IO.File.Exists(pathToCheck))
    {
        int counter = 2;
        while (System.IO.File.Exists(pathToCheck))
        {
            tempfileName = counter.ToString() + fileName;
            pathToCheck = savePath + tempfileName;
            counter++;
        }
        fileName = tempfileName;
    }
    savePath += fileName;
    FileUpload1.SaveAs(savePath);
}
```

### DeleteFile()

```
public void DeleteFile(HttpPostedFile file)
{
    string filePath = "c:\\temp\\uploads\\";
    string fileName = FileUpload1.FileName;
    File.Delete(filePath + fileName);
}
```

El método que se encuentra en la clase "Reconocimiento", es el que sirve para que la ventana "Pop Up" aparezca.

### ShowExisting()

```
<script>
    function ShowExisting()
    {
        var wnd = window.radopen(null, "RadWindow1");
        wnd.center();
    }
</script>
```

6. Instalación

El portal web no necesita de instalación alguna. Para utilizar este sistema, simplemente el usuario deberá tener una computadora de una gama media alta, con un navegador web instalado y con una conexión a Internet, tal como se lo especificó en el capítulo 2, en el apartado de la Factibilidad Técnica.

Una vez con los requisitos anteriormente dichos, el usuario abre el navegador web y escribe la dirección URL del portal, y ya puede comenzar a utilizarlo.

7. Pruebas

Se realizarán dos tipos de pruebas: Pruebas Unitarias, en las cuales se prueban los diferentes casos de uso de cada función o módulo; y Pruebas de Integración por Hilos, la cuales son necesarias ya que conviene comprobar que las diferentes partes individuales ya probadas funcionan bien trabajando en conjunto (Institut Puig Castellar, 2018).

7.1. Pruebas Unitarias

**F1. Gestión del Algoritmo de Identificación de Especies de Ranas**

**Precondición:**

- Tener el archivo del algoritmo de reconocimiento.
- Tener el programa Matlab (desde la versión R2015b hacia delante).

<b>Entradas</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Caso de Uso</b>	<b>Validación</b>
Abrir el archivo del algoritmo con Matlab.	Presentar por pantalla el archivo seleccionado.	F1	✓
Modificar el algoritmo. - Modificación correcta. - Modificación incorrecta.	- Cambios guardados. - Mensajes de error.	F1.1	✓
Verificación	Consultar y probar cambios realizados.	F1.1	✓

**Postcondición:**

- Ejecutar F1.1. Modificar algoritmo y probarlo en el portal web.

## F2. Gestión de Parámetros

### Precondición:

- Cargar el archivo de audio al portal web.

Entradas	Resultados esperados	Caso de Uso	Validación
Seleccionar la opción de Reconocimiento en el portal web.	Presentar por pantalla el módulo de reconocimiento.	F2	✓
Modificar parámetros de usuario del portal web. - Modificación correcta. - Modificación incorrecta.	- Cambios realizados. - Mensajes de error.	F2.1	✓
Verificación	Consultar y probar con los parámetros modificados.	F2.2	✓

### Postcondición:

- Ejecutar F2.1. Modificar parámetros de usuario y probar el reconocimiento en el portal web.

## 7.2. Pruebas de Integración (por Hilos)

### F1. Gestión del Algoritmo de Identificación de Especies de Ranas

**Hilo:** El actor desea modificar el algoritmo de reconocimiento en Matlab.

#### Clases que intervienen para este proceso:

- **Acceso a Datos:** ranaswebV0.m

**Resultados esperados:** El archivo de Matlab sea modificado correctamente, con el fin de utilizarlo para el correcto funcionamiento del portal web.

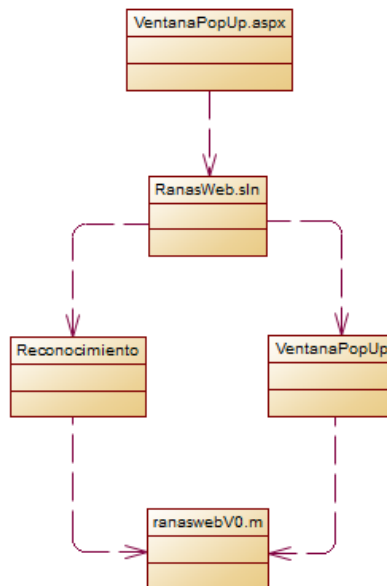
## F2. Gestión de Parámetros

**Hilo:** El actor desea modificar los parámetros de usuario para realizar el reconocimiento a partir de un audio cargado al portal web.

**Clases que intervienen para este proceso:**

- **Interfaz de Usuario:** VentanaPopUp.aspx
- **Servicio Web:** RanasWeb.sln
- **Lógica del Negocio:** Reconocimiento, VentanaPopUp
- **Acceso a Datos:** ranaswebV0.m

**Resultados esperados:** El módulo de reconocimiento y la ventana “Pop Up” se inicien correctamente, para que el usuario cargue el audio a analizar y posteriormente modifique los parámetros que se le presentan en pantalla.



## 8. Mantenimiento

Por lo general el mantenimiento es realizar un control continuo con el fin de que no se pierda el buen funcionamiento sobre el contenido, archivos y estructuras del portal web (Arostegui, 2013). Bajo esta regla, existen tres puntos muy importantes a tener en cuenta cuando se refiere al mantenimiento de un sitio web:

## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

- *Mantenimiento del contenido:* actualizar regularmente el contenido del portal web, ya que algunos datos o información puede convertirse en contenido obsoleto.
- *Mantenimiento del software:* revisar periódicamente aquellos aspectos relacionados con el manejo de información, riesgos potenciales a la seguridad, la actuación del sistema, y tomar las medidas convenientes para arreglar dichos problemas.
- *Mantenimiento del diseño:* acoplarse a las guías de diseño web actuales, con el fin de mantener una imagen fresca y actualizada hacia el usuario. Además de que se debe lograr que el portal web obtenga consistencia y una imagen distintiva, a través de imágenes, logos, entre otros.

## I. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### a. Conclusiones

- El desarrollo del portal web tiene un enfoque totalmente académico que sirve de ayuda para investigaciones acerca de lo que pueden proporcionar los cantos de varias especies de ranas a través del reconocimiento de las mismas por medio de un archivo de audio cargado al portal web.
- Durante el desarrollo del portal web, se realizó una exhaustiva investigación acerca de la integración de Matlab con el portal web, el cual utiliza un servicio web que tiene una referencia hacia un ensamblado compartido generada en Matlab, es decir, Matlab tiene una herramienta para crear librerías de C/C++, ensamblados de .NET, clases de Java, entre otros. Con dicha herramienta se generó un ensamblado .NET a partir del algoritmo de reconocimiento (función de Matlab). Ya con ese ensamblado, se codificó en ASP.NET la llamada a la función en base al ensamblado referenciado.
- Para llevar el algoritmo desarrollado en Matlab a la web se eligió el IDE de Microsoft Visual Studio porque al desarrollar proyectos web en ASP.NET, se necesita un servidor para ejecutarlos y éste permite probar diferentes servidores, incluido en IIS Express, el cual tiene las ventajas de: admitir y posibilitar el mismo modelo de extensibilidad y configuración de archivos Web.config que el servidor IIS y además, no hay que realizar cambios en el código de la aplicación web, por lo que resulta muy útil al momento de configurar el sitio web en el servidor IIS de cualquier versión.

### b. Recomendaciones

- Realizar un mantenimiento de todo tipo al portal web, ya sea de contenido, de diseño, de software, entre otros, a través del tiempo, con el fin de que los usuarios no dejen de interactuar con el mismo.

## **Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador**

- En un futuro, implementar mejoras a este proyecto, ya que esto proporciona una garantía continua de investigaciones en lo que respecta a la biodiversidad de las especies de ranas. Una de estas mejoras podría ser en llevar este portal web a dispositivos móviles.
- Al momento de modificar algún parámetro para el reconocimiento de la o las especies por medio del audio cargado, se debe tener bien claro los intervalos de valores para cada uno, ya que, si se colocan valores inadecuados, los resultados del análisis podrían variar demasiado incluso, mostrar resultados no válidos.

## II. BIBLIOGRAFÍA

- Anfibios del Ecuador. (16 de Diciembre de 2017). *Introducción. Anfibios*. Obtenido de bioweb.bio: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb>
- Apowersoft. (19 de Noviembre de 2015). *¿Qué es el formato WAV?* Obtenido de apowersoft.es: <https://www.apowersoft.es/que-es-el-formato-wav.html>
- Arostegui, E. (15 de Mayo de 2013). *EL MANTENIMIENTO DE UN SITIO WEB – “Una tarea constante”*. Obtenido de comunidad.iebschool.com: <https://comunidad.iebschool.com/elizabetharostegui/2013/05/15/el-mantenimiento-de-un-sitio-web-una-tarea-constante/>
- BBC. (3 de Agosto de 2017). *iNaturalist: la app para los amantes de la naturaleza que te permite reconocer cualquier especie silvestre*. Obtenido de bbc.com: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-40814022>
- Berzal, F., Cortijo, F., & Cubero, J. (2007). *Desarrollo Profesional de Aplicaciones Web con ASP.NET*.
- Besteiro, M., & Rodríguez, M. (2005). ASP.NET Introducción a las aplicaciones Web. 1-26.
- Borja, Y. (2014). Metodología Ágil de Desarrollo de Software - XP. *ESPE, MEVAST*, 1-10.
- Cabot, J. (2013). *Ingeniería del Software*. Barcelona: Editorial UOC.
- Campderrich, B. (2003). *Ingeniería de Software*. Barcelona: Editorial UOC.
- Caycedo, P., Ruiz, J., & Orozco, M. (2013). Reconocimiento automatizado de señales bioacústicas: Una revisión de métodos y aplicaciones. *Ingeniería y Ciencia*, 171-195.
- Ceballos, F. (2012). *Enciclopedia de Microsoft Visual C#*. Madrid: RA-MA Editorial.
- ChirpOMatic. (2017). *ChirpOMatic*. Obtenido de chirpomatic.com: <http://www.chirpomatic.com/>

## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

CodeProject. (18 de Noviembre de 2003). *1..2..3 ways of integrating MATLAB with the .NET.* Obtenido de codeproject.com: <https://www.codeproject.com/Articles/5468/1-2-3-ways-of-integrating-MATLAB-with-the-NET>

Dan Stowell, M. D. (2014). Automatic large-scale classification of bird sounds is strongly improved by unsupervised feature learning. *PeerJ*.

Estrella, A., Nicolalde, D., Nicolalde, D., & Pareja, D. (2016). Selección, Anotación y Etiquetado de los Cantos de las Ranas del Ecuador. *PUCE. Revista 102*, 39-54.

Florence y Dan. (2016). *Warblr: the birdsong recognition app*. Obtenido de warblr.net: <https://warblr.net/>

Gil, M. (2006). *La base de datos: importancia y aplicación en educación*. México: Red Perfiles Educativos.

Hueso, L. (2014). *Base de datos: grado superior*. Madrid: RA-MA Editorial.

iNaturalist. (2017). *iNaturalist*. Obtenido de inaturalist.org: <https://www.inaturalist.org/>

Institut Puig Castellar. (2018). *Prueba de aplicaciones web y documentación*. Obtenido de elpuig.xeill.net: <https://elpuig.xeill.net/Members/vcarceler/asix-m09/uf1/nf1/a5>

Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (21 de Abril de 2017). *Instituto Humboldt Colombia*. Obtenido de Instituto Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/es/investigacion/programas/colecciones-biologicas>

iSpiny. (2016). *ChirpOMatic*. Obtenido de chirpomatic.com: <http://www.chirpomatic.com/features.html>

Kent, B., & Fowler, M. (2000). Planning Extreme Programming. *Addison Wesley*, 1-2.

La Nación. Tecnología. (04 de Noviembre de 2014). *Dos aplicaciones ayudan a reconocer el canto de los pájaros*. Obtenido de La Nación:

## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

<http://www.lanacion.com.ar/1741003-dos-aplicaciones-ayudan-a-reconocer-el-canto-de-los-pajaros>

La Vanguardia. (23 de Julio de 2014). *Un programa informático permite identificar miles de cantos de aves*. Obtenido de La Vanguardia: <http://www.lavanguardia.com/natural/20140723/54412022678/programa-informatico-identificacion-cantos-aves.html>

Liu, N.-H., Wu, C.-A., & Hsieh, S.-J. (2009). Long-Term Animal Observation by Wireless Sensor Networks with Sound Recognition. *University of Science & Technology, Taiwan*, 1-11.

Londoño, L., Maldonado, L., & Calderón, L. (2014). Guía para construir Estados del Arte. *International Corporation of Networks of Knowledge*, 1-39.

Marks, P. (28 de Agosto de 2013). *Biodiversity app logs insects by their telltale call*. Obtenido de [newscientist.com: https://www.newscientist.com/article/mg21929324.000-biodiversity-app-logs-insects-by-their-telltale-call/#.Uh8tUXc3eWk?utm\\_source=NSNS&utm\\_medium=SOC&utm\\_campaign=twitter&cmpid=SOC%7CNSNS%7C2012-GLOBAL-twitter](https://www.newscientist.com/article/mg21929324.000-biodiversity-app-logs-insects-by-their-telltale-call/#.Uh8tUXc3eWk?utm_source=NSNS&utm_medium=SOC&utm_campaign=twitter&cmpid=SOC%7CNSNS%7C2012-GLOBAL-twitter)

MathWorks. (s.f.). *El lenguaje del cálculo técnico*. Obtenido de [mathworks.com: https://es.mathworks.com/products/matlab.html](https://es.mathworks.com/products/matlab.html)

Mesa, D., & Bernal, A. (2005). Protocolos para la Preservación y Manejo de Colecciones Biológicas. *Museo de Historia Natural Vol. 10*, 117-148.

Microsoft MSDN. (Noviembre de 2007). *Crear páginas web ASP.NET*. Obtenido de Microsoft Developer Network: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/fddycb06\(v=vs.100\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/fddycb06(v=vs.100).aspx)

Microsoft MSDN. (2014). *Microsoft SQL Server*. Obtenido de Microsoft Developer Network: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb545450.aspx>

Microsoft MSDN. (2017). *Estereotipos estándar para modelos UML*. Obtenido de Microsoft Developer Network: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd465146.aspx>

**Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Facultad de Ingeniería - Escuela de Sistemas**

## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

Microsoft MSDN. (2017). *Introducción al lenguaje C# y .NET Framework*. Obtenido de docs.microsoft.com: <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework>

Microsoft MSDN. (2017). *Introducción al servidor web (IIS)*. Obtenido de Microsoft Developer Network: [https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh831725\(v=ws.11\).aspx](https://msdn.microsoft.com/es-es/library/hh831725(v=ws.11).aspx)

Microsoft MSDN. (Octubre de 2017). *Trabajar con documentos*. Obtenido de Microsoft Developer Network: <https://msdn.microsoft.com/es-ES/library/bb157880.aspx>

Microsoft MSDN. (Octubre de 2017). *Trabajar con texto en documentos*. Obtenido de Microsoft Developer Network: <https://msdn.microsoft.com/es-ES/library/bb386277.aspx>

Monte, J. (2016). *Implantar SCRUM con éxito*. Barcelona: Editorial UOC.

Muñoz, F., Argente, E., Espinosa, A., Galdámez, P., García-Fornes, A., Juan Marín, R., & Sendra, J. (2013). *Concurrencia y sistemas dsitribuidos*. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

Nagaro, F. (2010). *Guía de Diseño Web. Imaginar*, 1-7. Obtenido de [http://www.imaginar.org/sites/webmaster/index\\_archivos/Guia/guia\\_web.pdf](http://www.imaginar.org/sites/webmaster/index_archivos/Guia/guia_web.pdf)

Noguera, F., & Riera, D. (2013). *Programación*. Barcelona: Editorial UOC.

Pekka, A. (2002). *Agile Software Development Methods*. EEUU: VTT Publications 478.

Pelaez, J. (30 de Mayo de 2009). *Arquitectura basada en capas*. Obtenido de Geeks.ms: <https://geeks.ms/jkpelaez/2009/05/30/arquitectura-basada-en-capas/>

Pino, F., García, F., & Piattini, M. (2006). Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 1-19.

## Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador

- Quiroga, J. (2008). Requerimientos Funcionales y No Funcionales. *Universidad de los Andes*, 1-27.
- Sánchez-Meca, J. (2010). Cómo realizar una revisión sistemática y un meta-análisis. *Universidad de Murcia*, 53-64.
- Sieve Analytics. (2017). *SIEVE ANALYTICS: for acoustic monitoring*. Obtenido de sieve-analytics.com: <https://www.sieve-analytics.com/listen-live>
- Silberschatz, A., Korth, H., & Sudarshan, S. (2002). *Fundamentos de Base de Datos*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, S. A. U.
- Simmons, J., & Muñoz-Saba, Y. (2005). *Cuidado, Manejo y Conservación de las Colecciones Biológicas*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Smith, J. (2001). A Comparison of RUP and XP. *Rational. The software development company*, 1-21.
- SpringerLink. (2009). *Long-Term Animal Observation by Wireless Sensor Networks with Sound Recognition*. Obtenido de link.springer.com: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-03417-6\\_1](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-03417-6_1)
- SpringerLink. (2013). *Frog Sound Identification System for Frog Species Recognition*. Obtenido de link.springer.com: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-36642-0\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-36642-0_5)
- Sunbird Images. (25 de Noviembre de 2017). *Bird Song Id USA Automatic Recognition & Reference*. Obtenido de sunbird.tv: <http://sunbird.tv/sunbird-apps-ebooks/app-bird-song-id-usa/>
- Ting Yuan, C., & Athiar, D. (2013). Frog Sound Identification System for Frog Species Recognition. *Universiti Sains Malaysia*, 41-51.
- Toro, N., Giraldo, S., & Salazar, T. (2006). RECONOCIMIENTO DE ESPECIES DE ANUROS POR SUS CANTOS, EN ARCHIVOS DE AUDIO, MEDIANTE TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES. *Scientia et Technica Año XII*, 1-6.

## **Desarrollo de un Portal Web que permita identificar especies de ranas del Ecuador**

Wildlife Acoustics. (20 de Diciembre de 2017). *SongSleuth*. Obtenido de songsleuth.com: <https://www.songsleuth.com/>