

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**



**Sistema basado en conocimiento para el apoyo diagnóstico de  
preeclampsia mediante ecografías genéticas en pacientes del  
consultorio médico ECOMUJER**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**AUTOR**

**Kevin Roldan Celis Cumpa**

**ASESOR**

**William Alfredo Noblecilla Vincés**

<https://orcid.org/0000-0003-0283-9080>

**Chiclayo, 2024**

**Sistema basado en conocimiento para el apoyo diagnóstico de  
preeclampsia mediante ecografías genéticas en pacientes del  
consultorio médico ECOMUJER**

PRESENTADA POR  
**Kevin Roldan Celis Cumpa**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de  
**INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

APROBADA POR

Jessie Bravo Jaico  
PRESIDENTE

Gregorio León Tenorio  
SECRETARIO

William Alfredo Noblecilla Vincas  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

A Dios, por enseñarme y guiarme en cada etapa de mi vida. A mis padres, Elisa y Roldan, por ser un pilar en mi vida apoyándome en mi carrera profesional. A mis mejores amigos, por esa amistad incondicional ya que siempre me impulsaron a ser mejor y crecer. Finalmente, a mis únicos abuelos, Enrique e Ysabel, siendo las personas más influyentes en mi vida dándome el sentimiento más puro y sincero, esto va por ustedes.

A todos ellos, gracias, los amo infinitamente.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa Eco Mujer por brindarme la información requerida para poder ejecutar el informe y software de la tesis, a mi asesor el Ingeniero William Noblecilla Vines por sus recomendaciones y consejos en el desarrollo de esta.

## Tesis Final

### INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[tesis.usat.edu.pe](https://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

11%

2

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

3%

3

[translate.evernote.com](https://translate.evernote.com)

Fuente de Internet

<1%

4

Zhenggang Yu, Shunlan Liu, Peizhong Liu, Yao Liu. "Automatic detection and diagnosis of thyroid ultrasound images based on attention mechanism", Computers in Biology and Medicine, 2022

Publicación

<1%

5

[www.indexnet.santillana.es](http://www.indexnet.santillana.es)

Fuente de Internet

<1%

6

[sedici.unlp.edu.ar](https://sedici.unlp.edu.ar)

Fuente de Internet

<1%

7

[cancerres.unboundmedicine.com](https://cancerres.unboundmedicine.com)

Fuente de Internet

<1%

Submitted to Universidad Católica del CIBAO

# ÍNDICE

|               |                                                                          |           |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>I.</b>     | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                                | <b>14</b> |
| <b>II.</b>    | <b>REVISIÓN DE LA LITERATURA .....</b>                                   | <b>16</b> |
| <b>2.1.</b>   | <b>ANTECEDENTES .....</b>                                                | <b>16</b> |
| <b>2.1.1.</b> | <b>ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....</b>                                | <b>16</b> |
| <b>2.1.2.</b> | <b>ANTECEDENTES NACIONALES.....</b>                                      | <b>18</b> |
| <b>2.1.3.</b> | <b>ANTECEDENTES LOCALES.....</b>                                         | <b>18</b> |
| <b>2.2.</b>   | <b>BASES TEÓRICO-CIENTÍFICAS .....</b>                                   | <b>19</b> |
| <b>2.2.1.</b> | <b>INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....</b>                                      | <b>19</b> |
| <b>2.2.2.</b> | <b>SISTEMA EXPERTO .....</b>                                             | <b>20</b> |
| <b>III.</b>   | <b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>                                         | <b>23</b> |
| <b>3.1.</b>   | <b>TIPO DE INVESTIGACIÓN .....</b>                                       | <b>23</b> |
| <b>3.2.</b>   | <b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....</b>                                     | <b>23</b> |
| <b>3.3.</b>   | <b>POBLACIÓN: .....</b>                                                  | <b>24</b> |
| <b>3.4.</b>   | <b>MUESTRA: .....</b>                                                    | <b>24</b> |
| <b>3.5.</b>   | <b>MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....</b>                                    | <b>25</b> |
| <b>3.6.</b>   | <b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>             | <b>25</b> |
| <b>3.7.</b>   | <b>PROCEDIMIENTOS.....</b>                                               | <b>26</b> |
| <b>3.7.1.</b> | <b>METODOLOGÍA DE DESARROLLO .....</b>                                   | <b>26</b> |
| <b>3.7.2.</b> | <b>PRODUCTO ACREDITABLE.....</b>                                         | <b>27</b> |
| <b>3.7.3.</b> | <b>MANUAL DE USUARIO .....</b>                                           | <b>29</b> |
| <b>3.8.</b>   | <b>MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>                                       | <b>30</b> |
| <b>3.9.</b>   | <b>CONSIDERACIONES ÉTICAS .....</b>                                      | <b>31</b> |
| <b>IV.</b>    | <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>                                       | <b>32</b> |
| <b>4.1.</b>   | <b>EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA SE REALIZÓ LO SIGUIENTE: .....</b> | <b>32</b> |
| <b>4.1.1.</b> | <b>DEFINIR LOS OBJETIVOS.....</b>                                        | <b>32</b> |
| <b>4.1.2.</b> | <b>COMPARACIÓN DE ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING: .....</b>              | <b>33</b> |
| <b>4.1.3.</b> | <b>SEGUNDA ETAPA: OBTENCIÓN Y RECOLECCIÓN DE LA DATA: .....</b>          | <b>35</b> |
| <b>4.1.4.</b> | <b>TERCERA ETAPA: MODELAMIENTO.....</b>                                  | <b>36</b> |
| <b>4.1.5.</b> | <b>CUARTA ETAPA: ENTRENAMIENTO .....</b>                                 | <b>38</b> |

|        |                                                                                                                                          |    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.1.6. | QUINTA ETAPA: VALIDACIÓN DEL MODELO .....                                                                                                | 43 |
| 4.1.7. | SEXTA ETAPA: PREDICCIÓN:.....                                                                                                            | 46 |
| 4.2.   | PRUEBAS.....                                                                                                                             | 49 |
| 4.2.1. | CAJA NEGRA.....                                                                                                                          | 49 |
| 4.2.2. | CAJA BLANCA.....                                                                                                                         | 55 |
| 4.2.3. | PRUEBA DE ACEPTACIÓN.....                                                                                                                | 71 |
| 4.3.   | EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....                                                                                        | 73 |
| 4.3.1. | OE1: ELABORAR UN ALGORITMO ÓPTIMO PARA EL CORRECTO DESARROLLO<br>DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL. ....                                     | 73 |
| 4.3.2. | OE2: VALIDAR EL FUNCIONAMIENTO DE LA RED NEURONAL ARTIFICIAL<br>PARA QUE EL PROFESIONAL MÉDICO BRINDE UN TRATAMIENTO DE CALIDAD<br>..... | 74 |
| 4.3.3. | OE3: CORROBORAR LA EFECTIVIDAD DEL SISTEMA BASADO EN<br>CONOCIMIENTO PARA BRINDAR UN DIAGNÓSTICO CERTERO.....                            | 74 |
| 4.4.   | IMPACTOS ESPERADOS .....                                                                                                                 | 74 |
| 4.4.1. | IMPACTOS ECONÓMICOS.....                                                                                                                 | 74 |
| 4.4.2. | IMPACTOS SOCIALES .....                                                                                                                  | 75 |
| 4.4.3. | IMPACTOS EN TECNOLOGÍA .....                                                                                                             | 75 |
| 4.4.4. | IMPACTOS AMBIENTALES.....                                                                                                                | 75 |
| 4.4.5. | IMPACTOS EN LA FORMACIÓN DE CADENAS PRODUCTIVAS.....                                                                                     | 75 |
| 4.5.   | DISCUSIÓN .....                                                                                                                          | 75 |
| V.     | CONCLUSIONES.....                                                                                                                        | 77 |
| VI.    | RECOMENDACIONES.....                                                                                                                     | 77 |
| VII.   | REFERENCIAS .....                                                                                                                        | 79 |
| VIII.  | ANEXOS.....                                                                                                                              | 82 |
|        | ANEXO N° 01. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO ACREDITABLE<br>DE LA ENTIDAD DONDE SE EJECUTÓ LA TESIS.....                           | 82 |
|        | ANEXO° 02. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....                                                                                    | 83 |
|        | ANEXO N° 03. ENTREVISTA PARA CONOCER LA REALIDAD DE LA EMPRESA                                                                           |    |
|        | 84                                                                                                                                       |    |
|        | ANEXO N° 04. MANUAL DE USUARIO .....                                                                                                     | 85 |

|                                                                                             |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>ANEXO N° 05. ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN: MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA (TAM).....</b>  | <b>111</b> |
| <b>ANEXO N° 06. FIRMA DE PROFESIONAL MÉDICO CONSTATANDO FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA. ....</b> | <b>113</b> |

## LISTA DE TABLAS

|                    |     |
|--------------------|-----|
| TABLA I. ....      | 20  |
| TABLA II. ....     | 25  |
| TABLA III. ....    | 25  |
| TABLA IV. ....     | 30  |
| TABLA V. ....      | 34  |
| TABLA VI. ....     | 34  |
| TABLA VII. ....    | 34  |
| TABLA VIII. ....   | 43  |
| TABLA IX. ....     | 49  |
| TABLA X. ....      | 49  |
| TABLA XI. ....     | 51  |
| TABLA XII. ....    | 53  |
| TABLA XIII. ....   | 54  |
| TABLA XIV. ....    | 55  |
| TABLA XV. ....     | 55  |
| TABLA XVI. ....    | 58  |
| TABLA XVII. ....   | 59  |
| TABLA XVIII. ....  | 61  |
| TABLA XIX. ....    | 62  |
| TABLA XX. ....     | 64  |
| TABLA XXI. ....    | 67  |
| TABLA XXII. ....   | 67  |
| TABLA XXIII. ....  | 70  |
| TABLA XXIV. ....   | 71  |
| TABLA XXV. ....    | 71  |
| TABLA XXVI. ....   | 72  |
| TABLA XXVII. ....  | 72  |
| TABLA XXVIII. .... | 73  |
| TABLA XXIX. ....   | 111 |
| TABLA XXX. ....    | 111 |
| TABLA XXXI. ....   | 112 |
| TABLA XXXII. ....  | 112 |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIG. 1. ESTRUCTURA DE SISTEMA EXPERTO .....                                       | 21 |
| FIG. 2. CLASIFICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA HIPERTENSIÓN ASOCIADA AL EMBARAZO ..... | 23 |
| FIG. 3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....                                              | 23 |
| FIG. 4. FÓRMULA APLICABLE A POBLACIONES FINITAS .....                             | 24 |
| FIG. 5. ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....                                             | 27 |
| FIG. 6. AGRUPACIÓN DE LAS IMÁGENES .....                                          | 37 |
| FIG. 7. DISTRIBUCIÓN DE LAS IMÁGENES DE ENTRENAMIENTO .....                       | 39 |
| FIG. 8. ESTRUCTURA DE MAHER EJEMPLIFICADA .....                                   | 41 |
| FIG. 9. MATRIZ DE CONFUSIÓN ENCARGADA DE PRUEBAS .....                            | 45 |
| FIG. 10. MATRIZ DE CONFUSIÓN ENCARGADA DE VALIDACIÓN .....                        | 46 |
| FIG. 11. MÉTODO PARA CARGAR IMAGEN.....                                           | 47 |
| FIG. 12. CONFIRMACIÓN DE IMAGEN .....                                             | 48 |
| FIG. 13. RESULTADO DE LA PREDICCIÓN .....                                         | 49 |
| FIG. 14. FRAGMENTO DE USUARIO PARA VALIDAR USUARIO-LOGIN.PH .....                 | 57 |
| FIG. 15. GRAFO DE FLUJO: VALIDAR USUARIO .....                                    | 57 |
| FIG. 16. FRAGMENTO DE VALIDAR CAMPOS-PERSONAS.JS .....                            | 60 |
| FIG. 17. GRÁFICO DE FLUJOS VALIDAR CAMPOS .....                                   | 60 |
| FIG. 18. FRAGMENTO DE CÓDIGO PARA CREAR USUARIO-PERSONA.JS .....                  | 63 |
| FIG. 19. GRÁFICO DE FLUJO-CREAR USUARIO .....                                     | 63 |
| FIG. 20. FRAGMENTO DE CÓDIGO PARA CAMBIAR ESTADO DE USUARIO-PERSONA.JS .....      | 65 |
| FIG. 21. GRAFO DE FLUJO- CAMBIAR ESTADO DE USUARIO .....                          | 66 |
| FIG. 22. FRAGMENTO DE CÓDIGO INSERTAR ESPECIALISTA-PERSONA.JS.....                | 69 |
| FIG. 23. GRAFO DE FLUJO: INSERTAR ESPECIALISTA.....                               | 70 |
| FIG. 24. LOGUEO DEL SISTEMA .....                                                 | 86 |
| FIG. 25. REGISTRO DE ADMINISTRADORES .....                                        | 86 |
| FIG. 26. NUEVO ADMINISTRADOR.....                                                 | 87 |
| FIG. 27. EDITAR ADMINISTRADOR .....                                               | 88 |
| FIG. 28. INTERFAZ DE ADMINISTRADOR .....                                          | 89 |
| FIG. 29. CUADRO DE CONFIRMACIÓN .....                                             | 89 |
| FIG. 30. INTERFAZ EDITAR USUARIO.....                                             | 90 |
| FIG. 31. EDITAR USUARIO.....                                                      | 90 |
| FIG. 32. INTERFAZ ADMINISTRADOR.....                                              | 91 |
| FIG. 33. CUADRO DE CONFIRMACIÓN .....                                             | 91 |
| FIG. 34. INTERFAZ ESPECIALISTA .....                                              | 92 |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| FIG. 35.CUADRO DE ESPECIALISTA .....                          | 92  |
| FIG. 36.INTERFAZ ESPECIALISTA .....                           | 93  |
| FIG. 37.CUADRO PARA EDITAR ESPECIALISTA .....                 | 94  |
| FIG. 38.INTERFAZ ESPECIALISTA .....                           | 95  |
| FIG. 39.CUADRO CONFIRMACIÓN PARA ELIMINAR ESPECIALISTA .....  | 95  |
| FIG. 40.INTERFAZ DE PACIENTE .....                            | 95  |
| FIG. 41.CUADRO DATOS DE PACIENTE .....                        | 96  |
| FIG. 42.CUADRO DATOS DE PACIENTE .....                        | 97  |
| FIG. 43.INTERFAZ DE ADMINISTRADORES .....                     | 98  |
| FIG. 44.CUADRO DE CONFIRMACIÓN ELIMINAR ESPECIALISTA .....    | 98  |
| FIG. 45.INTERFAZ GESTIÓN DE PACIENTES .....                   | 99  |
| FIG. 46.INTERFAZ TRATAMIENTO DE PACIENTE.....                 | 99  |
| FIG. 47.INTERFAZ TRATAMIENTO DE PACIENTE.....                 | 99  |
| FIG. 48.INTERFAZ SUBIR IMAGEN DE PACIENTE .....               | 100 |
| FIG. 49.EXPLORADOR DE ARCHIVOS PARA SELECCIONAR IMAGEN .....  | 100 |
| FIG. 50.INTERFAZ IMÁGENES PRE DIAGNOSTICADAS .....            | 101 |
| FIG. 51.INTERFAZ DE TRATAMIENTO .....                         | 101 |
| FIG. 52.INTERFAZ DE TRATAMIENTO DE PACIENTE .....             | 102 |
| FIG. 53.ELIMINAR IMAGEN.....                                  | 102 |
| FIG. 54.CUADRO DE CONFIRMACIÓN PARA ELIMINAR IMAGEN .....     | 102 |
| FIG. 55.IMAGEN DE PACIENTE .....                              | 103 |
| FIG. 56.PROCESO DE DIAGNÓSTICO DE IMAGEN .....                | 103 |
| FIG. 57.INTERFAZ TRATAMIENTO DE PACIENTE .....                | 104 |
| FIG. 58.IMÁGENES CONFIRMADAS .....                            | 104 |
| FIG. 59.GESTIÓN DE DIAGNÓSTICOS .....                         | 105 |
| FIG. 60.REPORTE DE TRATAMIENTOS Y PREECLAMPSIA POR MES.....   | 106 |
| FIG. 61.REPORTE DE SESIONES FUTURAS .....                     | 106 |
| FIG. 62.EXPORTAR REPORTE A PDF .....                          | 107 |
| FIG. 63.VISUALIZACIÓN DE REPORTE EN PDF .....                 | 107 |
| FIG. 64.INTERFAZ DE REPORTE PARA SESIONES INCOMPLETAS .....   | 107 |
| FIG. 65.EXPORTAR REPORTES DE SESIONES INCOMPLETAS A PDF ..... | 108 |
| FIG. 66.REPORTE SESIONES INCOMPLETAS EN PDF .....             | 108 |
| FIG. 67.INTERFAZ DE ADMINISTRADORES .....                     | 108 |
| FIG. 68.CERRAR SESIÓN .....                                   | 109 |
| FIG. 69.INTERFAZ LOGUEO DEL SISTEMA .....                     | 109 |

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| FIG. 70. PIRÁMIDE DE PRIVILEGIOS PARA USUARIOS..... | 110 |
|-----------------------------------------------------|-----|

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación demuestra que un Sistema basado en Conocimiento (SBC), implementado gracias a un modelado de Machine Learning ha dado solución a una problemática de identificación de Preeclampsia en un consultorio médico de la ciudad de Chiclayo, brindando relevantes aportes tales como identificar la enfermedad presentada, gestionar la información de esta, considerar un tratamiento médico de calidad y reducción de tiempos para presentar dicho diagnóstico, brindando también una solución a la baja sensibilidad y especificidad en los diagnósticos que se tiene constantemente en ecografías genéticas a nivel nacional, este sistema basado en conocimiento se implementó mediante la metodología de programación XP, integrada con métodos o técnicas de inteligencia artificial, la propuesta web se implementó mediante HTML y Bootstrap, la interfaz dinámica y programación backend se implementó mediante JavaScript y también se utilizó PHP y Python para el desarrollo de este, como gestor de Base de datos se utilizó MySQL y con la ayuda del Algoritmo Convolutional Neural Networks, el cual con modelado de machine Learning alcanzó una sensibilidad del 95%, al igual que su especificidad obteniendo un valor del 93%, los cuales en combinación arrojan un porcentaje óptimo en la precisión de la neurona como resultado final (95%). Finalmente se obtuvo un recibimiento por parte de los profesionales médicos referente a la utilidad y usabilidad, siendo evaluados con una encuesta de investigación orientada al modelo de aceptación tecnológica (TAM) dando como resultado índices de aceptación “Muy útil”.

**Palabras claves:** Sistema Inteligente, Machine Learning, Inteligencia Artificial, Preeclampsia, diagnóstico por imágenes.

## ABSTRACT

The present research work demonstrates that a Knowledge-Based System (KBS), implemented thanks to Machine Learning modeling, has provided a solution to a problem of identifying Preeclampsia in a medical office in the city of Chiclayo, providing relevant contributions such as identifying the disease presented, manage the information about it, consider quality medical treatment and reduction of time to present said diagnosis, also providing a solution to the low sensitivity and specificity in the diagnoses that are constantly found in genetic ultrasounds at the national level, this knowledge-based system was implemented using the XP programming methodology, integrated with artificial intelligence methods or techniques, the web proposal was implemented using HTML and Bootstrap, the dynamic interface and backend programming was implemented using JavaScript and PHP and Python were also used to In its development, MySQL was used as a database manager and with the help of the Convolutional Neural Networks Algorithm, which with machine learning modeling reached a sensitivity of 95%, as well as its specificity, obtaining a value of 93%. which in combination give an optimal percentage in the precision of the neuron as a final result (95%). Finally, a reception was obtained from medical professionals regarding usefulness and usability, being evaluated with a research survey oriented to the technological acceptance model (TAM), resulting in “Very useful” acceptance rates.

**Keywords:** Intelligent System, Machine Learning, Artificial Intelligence, Preeclampsia, diagnostic imaging.

## I. INTRODUCCIÓN

La preeclampsia (PE) es una complejidad muy común del embarazo y una de sus características principales es la hipertensión arterial y proteinuria pasada las 20 semanas de gestaciones. En el año 2021 de 2 a 8% de los embarazos son afectados por la preeclampsia sin tener claro el causante de esta enfermedad. [1] Los criterios de diagnóstico de la preeclampsia están incluidos en la Clasificación Internacional de Enfermedades, este sustentó que la atención de la preeclampsia puede empeorar por los malos diagnósticos implementados por los especialistas a nivel mundial, también cabe recalcar la baja sensibilidad y especificidad en los diagnósticos de los profesionales ecografistas la cual consiste en resultado con un diagnóstico “clínico”, arrojando resultados de enfermedades ajenas a la preeclampsia por los síntomas similares cuando en realidad es esta enfermedad en su etapa de desarrollo provocando mayor problema detectándolo posteriormente tanto para la madre como para su gestación, bajos estos criterios se asimila que un parto antes de las 34 semanas de gestación a menudo se usa como indicador indirecto respectivo de la preeclampsia grave como se encontraron en muchos casos del presente año. [2] Para obtener datos concisos se realizó un estudio en Irán el año pasado donde se agrupó 172 embarazos preeclámpicos y 171 embarazos no preeclámpicos, agrupando a gestantes por su edad y también poniendo como requisitos embarazos posteriores a las 20 semanas junto a la presión arterial por encima de 140/90 mmHg y proteinuria mayor a 0.3 g/24 horas. Los resultados dieron una muestra de que las madres con preeclampsia tenían un índice de masa corporal significativamente mayor a las que no presentaban preeclampsia. [3]

Según datos estadísticos mundiales la preeclampsia es uno de los trastornos hipertensivos más graves durante un embarazo, se le atribuyen a esta 70 000 muertes maternas y 500 000 muertes fetales cada año, presentándose como una disfunción vascular de inicio reciente y puede tener consecuencias fatales tales como un accidente cerebrovascular, insuficiente renal, problemas pulmonares como los edemas, la ruptura hepática y eclampsia durante el tercer trimestre. Su etiología sigue siendo un misterio muy interesante de resolver por profesionales médicos. [4]

Según Enrique Guevara Ríos [5] la preeclampsia es la segunda causa de fallecimientos maternos con un porcentaje de 28.7%, según el Instituto Nacional Materno Perinatal entre los años 2007 – 2018 la preeclampsia fue la primera causa responsable de 97 casos de muerte materna dando un porcentaje de 44.3%. Así mismo del año 2012 al 2018 se atendieron en el INMP 1870 casos de morbilidad materna en cualidad extrema siendo la causa principal de trastornos hipertensivos en el embarazo, refiere así 164 casos aproximadamente (56.6%).

Un cálculo realizado por el Ministerio de Salud del Perú indica que Lambayeque registró el puesto 13 de mortalidad materna con 16 casos en donde el 62.2% de casos registrados fueron en el periodo de Pauperio, en donde los trastornos hipertensivos (principal causante de la preeclampsia) tuvo un porcentaje de 52.8%, otro dato que también se adjudicó es que la preeclampsia severa es la causa más frecuente ya que en la ciudad de Chiclayo también se encontraron 6 casos de muerte materna por preeclampsia. [6]

Para obtener de manera correcta como es el proceso referente a un diagnóstico de preeclampsia. Optamos por acudir al consultorio médico Eco Mujer, el cual es una empresa dedicada al diagnóstico por imágenes.

El diagnóstico de preeclampsia se realiza mediante un procedimiento médico el cual aborda un tiempo mayor a media hora cuando el profesional experto es quien lo realiza acompañado de un personal capacitado, pero cuando este se ausenta el proceso conlleva a un tiempo mayor al referido anteriormente, por ende, el diagnóstico así termine siendo certero no podemos obviar el factor del tiempo, ya que este es un requisito importante referente a la presencia de esta enfermedad.

En la actualidad se encuentran diferentes herramientas que pueden ayudar a dar un diagnóstico certero, optando así por implementar una que ayude con el diagnóstico de preeclampsia a raíz de la problemática utilizando un sistema basado en conocimiento y redes neuronales artificiales [7] para estar preparados en caso de la ausencia del profesional experto.

Ante lo anteriormente mencionado, se plantea una mejora en el proceso de informes en ecografías genéticas agilizando este, para dar solución a la problemática planteada nos hacemos la pregunta ¿De qué manera un sistema basado en conocimiento puede apoyar al profesional médico en diagnósticos de ecografías

genéticas para detectar preeclampsia en el consultorio médico “Eco Mujer” en la ciudad de Chiclayo?

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

Se han considerado para esta investigación los siguientes antecedentes:

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Para los autores P. Amir, M. Sayed, P. Javad y M.Mandana [8]. “La trisomía en el cromosoma 21 causa en los humanos el popular síndrome de Down. Los niños que presentan este síndrome en su gran mayoría presentan dificultades físicas y mentales, tales como retraso mental, dificultados al comunicarse, problemas en el corazón y enfermedades en la tiroides”. En Irán se realizó un sistema inteligente basado en redes neuronales artificiales y un algoritmo genético combinados el cual su finalidad era predecir el síndrome de Down a través de la prueba de detección en el primer trimestre de la gestante. El modelo propuesto fue ayudado con data referente a muestras de 381 gestantes y ecografías entre las 11 y 13 semanas de gestación, en donde los resultados de los diagnósticos fueron muy favorables gracias a este sistema inteligente.

Para evaluar problemas relacionados con la tiroides en la actualidad, es muy común recurrir a biopsias ya que este método de estudio sigue en aumento, aunque una prueba de ultrasonido pueda parecer lo más recomendado, este cuenta con limitaciones al momento de evaluar riesgos genéticos de manera precisa.

Este antecedente recalca la importancia de la inteligencia artificial la cual a través de redes neuronales tuvo un impacto significativo en el diagnóstico de pacientes con posibles presencias de anomalías, lo cual es un punto de partida relevante para la ejecución del presente trabajo de investigación ya que lo que se pretende realizar guarda una relación con la construcción del sistema basado en conocimiento.

Para los autores S. Wang, et al [9]: “La identificación de mutaciones de alto riesgo en los nódulos tiroideos después de una biopsia por aspiración con aguja fina sigue aumentando. Sin embargo, el diagnostico por ecografías, incluso utilizando el sistema de datos en informes de imágenes de tiroides tiene una capacidad limitada

para estratificar el riesgo genético”, en Alemania se implementó un programa de aprendizaje automático tanto para identificar automáticamente los nódulos para la evaluación del riesgo, usando 201 nódulos para el entrenamiento del modelo y 51 se reservaron para las pruebas(testeo). El algoritmo implementado ubicó correctamente todos los nódulos en el conjunto de datos de prueba aparte de predecir el riesgo de malignidad con una sensibilidad del 73.9% y una especificidad del 70.8%.

Este antecedente nos habla del impacto que tuvo el aprendizaje automático en un modelo de inteligencia artificial, esto lo podemos incluir en nuestro modelo de redes neuronales ya que este es el encargado del entrenamiento y conocimiento de la neurona frente a las imágenes de la problemática que se desea estudiar.

En Israel [10], para detectar la neumonía en fase temprana se implementó un sistema inteligente el cual redujo de manera significativa el tiempo de diagnóstico de este, el cual estuvo implementado con redes neuronales junto con un sistema de clasificación tradicional (Softmax), la funcionalidad era sacar imágenes de rayos x en el tórax ya que este sigue siendo el método más común, rápido, barato y clínicamente más accesible.

La tecnología en la educación virtual demanda a las instituciones optar por un sistema inteligente virtual, dejando así de lado la enseñanza implementada por años, por ello se realizó a la implementación de agentes educativos a traes de un sistema inteligente basado en almacenamiento de datos, procesamiento analítico de datos proceso de seguimiento y proceso de recomendación para estos agentes educativos, centrando de esta manera el proceso de enseñanza -aprendizaje en nuevas formas de interacción en un futuro educativo orientado a la enseñanza personalizada para los alumnos. [11]

Estos dos antecedentes nos hablan acerca de cómo un sistema inteligente impacta en los tiempos diagnósticos y los agentes educativos que intervienen en los datos los cuales uno refiere al resultado que se desea obtener con el trabajo de investigación que se quiere implementar y el otro es un camino que apoya el

aprendizaje de nuevas formas lo cual es importante para brindar confianza por parte del profesional experto a nuestro modelo de sistema basado en conocimiento.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Las infecciones respiratorias agudas ocasionan el fallecimiento de 4.3 millones de niños menores a los 5 años, representado estadísticamente sería el 30% del total de defunciones anuales en este grupo de edad de infantes siendo la primera causa de mortalidad en el Perú, por otra parte hubo un resultado déficit en las encuestas dado por las madres que exponían su malestar al momento de las consultas a sus hijos quejándose del tiempo de espera para la atención, por ello se realizó un sistema experto para ayudar a diagnosticar neumonía en niños menores [12].

Este antecedente recalca la problemática en los tiempos de espera frente a una enfermedad, por ello sería bueno optar por el camino de la ayuda en la tecnología a través de Inteligencia Artificial para así darle frente a esto.

Las enfermedades gastroenterológicas en animales son muy comunes por lo mismo que tienen contacto muy frecuente con la basura o aguas contaminadas, debido a esto la falta de experiencia con el personal y poco conocimiento experto para dar tratamiento a los animales rescatados de una sociedad protectora [13], para ello se optó por el desarrollo de un sistema experto para automatizar procesos y apoyando en la toma de decisiones a los expertos al mismo momento en que los costos se reducen y el tiempo se ve beneficiado para la atención.

Lo que se refiere aquí es como un sistema experto el cual guarda relación con la inteligencia artificial apoya en la toma de decisiones a los expertos, dando así un cumulo de resultados positivos lo cual también se espera los mismos resultados con nuestro sistema basado en conocimiento que se requiere implementar.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

En Chiclayo la implementación de un sistema inteligente para el apoyo a radiólogos en lo que consistían análisis mamográficos para la detección temprana de tumores de mama, fue un proyecto un proyecto consistente y relativo en donde se permitía también ayudar a las mujeres y brindar una solución a este mal muy común [14] en

donde el procedimiento era detectar tumores mamarios a través de las características presentadas en las imágenes que se tomaban como muestra, posteriormente a ello lo que se hacía era validar la exactitud del patrón para la detección de tumores para finalmente plantear una aplicación para localizar tumores mamarios en base a mamografías digitales.

Se optó en realizar un sistema inteligente basado en conocimiento para el reconocimiento de enfermedades en la piel en la localidad de Chiclayo [15], el desarrollo del presente sistema tuvo diferentes etapas para su desarrollo tales como: Planteamiento, diseño, despliegue y testeo, para ello se tuvo que plantear un algoritmo óptimo de red neuronal artificial para analizar las imágenes, un grado óptimo de especificidad para que el sistema sea confiable y finalmente obtener visto bueno por parte de los usuarios para la usabilidad del sistema inteligente.

Estos dos antecedentes locales nos encaminan a como una inteligencia artificial puede apoyar en el reconocimiento temprano de posibles enfermedades como cáncer de mama o piel, lo cual brinda soluciones tempranas y así tomar un tratamiento adecuado para el tiempo valioso que se ganó. Guardando una relación considerable con lo que se requiere implementar en el presente trabajo de investigación orientándolo a detección temprana de preeclampsia a través de un sistema basado en conocimiento.

## **2.2. Bases teórico-científicas**

### **2.2.1. Inteligencia Artificial**

La inteligencia artificial (IA) es un modelo de amplio alcance que permite a las personas incorporar y analizar datos para obtener información y predicciones que podrían usarse en el proceso de toma de decisiones, que normalmente requiere un nivel suficiente de experiencia humana. [16], la cual a su vez puede desarrollar conductas inteligentes inducidas por sistemas autónomos.

La IA junto con la computación convencional pueden llevar a cabo mismas actividades y objetivos siempre y cuando se sigan los principios establecidos por la inteligencia artificial, a su vez esta considera otros factores importantes tales como razonamiento creativo, precepción, comprensión, entre otros. Dando pie a nuevas

tecnologías que parten de esta tales como sistemas expertos, sistemas basados en conocimientos, lógicas difusas, entre otros.

### 2.2.2. Sistema Experto

Para los autores M. J. Agüero, L. J. Ibañez y S. Badaró [17], Un Sistema Experto es un sistema que emplea conocimiento humano capturado en una computadora para resolver problemas que normalmente requieran de expertos en el área. Estos pueden ser implementados para soluciones de problemas específicos asignados a una determinada área, estos sistemas pueden ser utilizados por personal ajeno al tema para así incrementar su capacidad lógica y habilidades. Consiguiente a esto un sistema experto puede brindar mejores aportes que un experto individualmente a la hora de diagnósticos y/o toma de decisiones de un área designada.

#### 2.2.2.1.Estructura:

Un SE está compuesto principalmente por: Ambiente de desarrollo y ambiente de consulta. El ambiente de desarrollo es utilizado por el constructor al momento de la creación de componentes y adjuntar este conocimiento para posteriormente salvaguardarlo en la base de conocimiento que se tiene mientras que el ambiente de consulta es utilizado por los no-expertos para obtener conocimiento y consejos.

#### 2.2.2.2.Componentes Básicos de un Sistema Experto

TABLA I.  
COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA EXPERTO

| Componentes básicos de un sistema experto                                                              |                                                                                                                 |                                                                                                        |                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Subsistema de Adquisición de conocimiento:                                                             | Base de Conocimiento                                                                                            | Motor de Inferencia                                                                                    | Subsistema de Justificación:                                                                                  |
| Es la obtención, transmisión y variación de la experiencia obtenida para dar solución de una fuente de | Es portador de la inteligencia requerida para entender, indicar y dar solución a problemas. Incluyendo con ella | Es la parte primordial del SE, es un programa de computadora esencial el cual brinda metodologías para | Explica el comportamiento del SE al hallar una solución. Permite al usuario indagar sobre el razonamiento que |

|                                                                                                         |                                                                                               |                                                  |                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| conocimiento a un software implementado por computadora para formar y extender la base de conocimiento. | dos elementos necesarios: La heurística especial y reglas que dirigen el uso de conocimiento. | razonamiento de data en la base de conocimiento. | este obtuvo, mayormente beneficioso para usuarios no expertos ya que ayuda a aprender sobre el desarrollo de una actividad específica. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

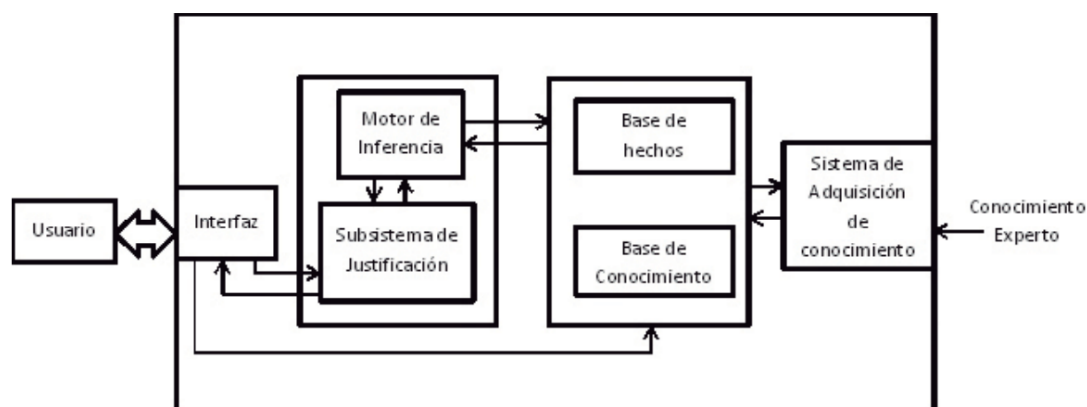


Fig. 1.Estructura de Sistema Experto

#### 2.2.4. Red Neuronal Artificial:

Para los autores A. J. Serrano, E. Soria y J. D. Martín [18], “Una red neuronal es un modelo computacional, paralelo, compuesto de unidades procesadoras adaptivas con una alta interconexión entre ellas”, estas se han convertido en la familia de algoritmos de Machine Learning más populares, se han empezado a implementar de manera desenfrenada desde la mejora de la tecnología pudiendo realizar tareas como reconocimiento de caracteres, imágenes y voz, predicción bursátil, generación de texto, traducción de idiomas, conducción autónoma, pronóstico de enfermedades entre otras considerando así una familia de algoritmos muy potentes con los cuales se puede modelar comportamientos inteligentes.

La complejidad de estos sistemas emerge de la interacción de muchas partes más simples trabajando conjuntamente, en el caso de una red neuronal estas serían denominadas “neuronas”.

Este concepto es el aporte fundamental de la tesis ya que se podría tomar como el cerebro de nuestro modelado, la red neuronal será el encargado de analizar, estudiar y diagnosticar las imágenes que entren al sistema siendo así el camino para brindar la solución a nuestra problemática porque se dará un frente a la baja sensibilidad y especificidad que hay en los diagnósticos.

### **2.2.5 *Python:***

Para el autor R. Gonzales Duque [19]: “Python es un lenguaje interpretado o de script, con tipado dinámico, fuertemente tipado, multiplataforma y orientado a objetos”. Una de sus principales características es la facilidad que le da a sus programadores ya que se realizan tareas complejas con pocas líneas de código. Python también es un lenguaje multiplataforma, cuando este no está sujeto a librerías específicas orientadas a un determinado sistema operativo entonces Python es libre de ser utilizado en cualquier sistema sin cambios significativos. Cabe recalcar que también es un lenguaje de programación orientado a objetos ya que al momento de la ejecución del programa logra una serie de interacciones entre los objetos, a pesar de que es la más utilizada este lenguaje de programación permite la programación imperativa, programación funcional y programación orientada a aspectos.

Python será el lenguaje de programación con el cual le daremos vida a nuestra red neuronal artificial, será el medio por el cual nosotros conversaremos con la computadora para así poder realizar todos los procesos y tareas que requerimos para que el funcionamiento de nuestra neurona esté implementada correctamente y al mismo tiempo funcional.

### **2.2.6 *Preeclampsia:***

Para los autores F. Gary Cunningham, et al [20]: “La preeclampsia se describe mejor como un síndrome específico del embarazo que puede afectar prácticamente todos los sistemas orgánicos. Además, anuncia una mayor incidencia de enfermedades cardiovasculares más tarde durante la vida”. La preeclampsia muchas la toman como una simple hipertensión gestacional con presencia de proteinuria, el diagnóstico de la preeclampsia sigue siendo un

diagnóstico significativo, cuando se encuentra un marcador objetivo de proteinuria y refleja una fuga de endotelial característico del síndrome de la preeclampsia. Los autores utilizan el siguiente cuadro para evaluar los criterios “graves” vs “no graves” para el diagnóstico de la preeclampsia.

Esta base teórica aporta a nuestra tesis ya que este es el problema que deseamos diagnosticar y tratar a tiempo, evitar que las madres gestantes presenten estas anomalías y así no lograr interrumpir su embarazo.

| Condición                                   | Criterios requeridos                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Hipertensión gestacional</b>             | BP >140/90 mm Hg después de 20 semanas en pacientes previamente normotensas                                                                                                                                                      |
| <b>Preeclampsia: hipertensión además de</b> |                                                                                                                                                                                                                                  |
| Proteinuria                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\geq 300</math> mg/24 h, o</li> <li>• Proteína en orina: relación de creatinina <math>\geq 0.3</math>, o</li> <li>• Prueba de tira reactiva 1+ persistente<sup>a</sup></li> </ul> |
| Trombocitopenia                             | • Recuento de plaquetas $< 100\,000/\mu\text{L}$                                                                                                                                                                                 |
| Insuficiencia renal                         | • Nivel de creatinina $> 1.1$ mg/dL o duplicación de la línea base <sup>b</sup>                                                                                                                                                  |
| Afectación hepática                         | • Niveles de transaminasas séricas <sup>c</sup> doble de lo normal                                                                                                                                                               |
| Síntomas cerebrales                         | • Dolor de cabeza, trastornos visuales, convulsiones                                                                                                                                                                             |
| Edema pulmonar                              | —                                                                                                                                                                                                                                |

Fig. 2. Clasificación y diagnóstico de la hipertensión asociada al embarazo

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Tipo de investigación

La presente investigación ejecutada se realizará de manera experimental, debido a que su propuesta es la ejecución por parte de los profesionales médicos al sistema desarrollado para que este brinda un diagnóstico certero en los pacientes del consultorio médico Eco Mujer.

#### 3.2. Diseño de investigación

Se utilizó un tipo de diseño de contrastación tipo preexperimental, aplicado a un determinado grupo de personas que cuenta con el siguiente diagrama:

$$O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$$

Fig. 3. Diseño de Investigación

Donde:

- ✓ O1: Prueba para análisis en el proceso de diagnósticos antes del sistema basado en conocimiento
- ✓ X: Implementación del software
- ✓ O2: Posprueba para el análisis de diagnósticos después de implementar el sistema basado en conocimiento.

### 3.3. Población:

Conformada por las personas participantes en el proceso además refiere también a los usuarios que interactúan con el sistema.

- ✓ Profesionales médicos (2)
- ✓ Secretaria
- ✓ Administrador de sistema
- ✓ Pacientes (830)

### 3.4. Muestra:

Como la población que se ha tomado es pequeña, los integrantes tomados son los mismos referentes a la población, por ende, la fórmula que se ha aplicado es la de poblaciones finitas:

$$n = \frac{z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + z^2 p q}$$

*Fig. 4.Fórmula aplicable a poblaciones finitas*

Donde:

- n = Tamaño de muestra buscado
- N = Tamaño de población (834)
- z = Nivel de confianza (96% o 1.96)
- e = error de estimación aceptado (5% o 0.05)
- p = Probabilidad que ocurra el evento estudiado (0.5)
- q = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado (1-p o 0.5)

$$N = \frac{1.96^2 * 834 * 0.5 * 0.5}{0.5^2 (834 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 3.8285$$

### 3.5. Métodos de investigación

Los métodos empleados en el siguiente trabajo son los presentes:

TABLA II.  
METODOS DE INVESTIGACIÓN

| Método         | Descripción                                                                                          |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inductivo      | Propuesta con la que se requiere dar solución al problema mediante alguna estrategia o planificación |
| Implementación | Realización de la propuesta inicial de solución                                                      |
| Testeo         | Autenticación y confirmación de la propuesta de solución                                             |

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A continuación, en la siguiente tabla se muestra las técnicas e instrumentos que fueron útiles para la recolección de datos.

TABLA III.  
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

| Técnicas    | Instrumentos                    | Elementos de la población       | Propósito                                                                                       |
|-------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Entrevistas | Guía de entrevistas (Anexo N°2) | Obstetra, secretaria, pacientes | Entender la enfermedad la cual se está investigando y como se ejecuta el proceso de diagnóstico |
| Encuesta    | Cuestionario (Anexo N°5)        | Obstetra                        | Nivel de confianza y aceptación referente al sistema basado en conocimiento implementado        |

Para la realización del software que se presenta en el siguiente trabajo de investigación, se utilizó la metodología Xtreme Programing(XP) la cual consta de las siguientes fases: planificación, diseño, desarrollo y pruebas, de otra manera, para poder desarrollar el modelado de Machine Learning se tomó en cuenta las etapas propuestas por Chollet las cual esta implementada por las siguientes fases: Definir los objetivos, recolección de la data, modelamiento, entrenar el

modelamiento, validar el momento, predicción e interpretación de los resultados obtenidos.

### **3.7. Procedimientos**

#### **3.7.1. Metodología de desarrollo**

Para el desarrollo del siguiente trabajo de investigación se utilizó la metodología general de Machine Learning la cual está conformada por las siguientes etapas:

##### **3.7.1.1. Primera etapa: Definir los Objetivos**

**Los objetivos de esta etapa son los siguientes:**

- ✓ Delimitar la problemática
- ✓ Objetivo principal
- ✓ Características del objetivo
- ✓ Definir datos de entrada del modelo
- ✓ Definir la mejora esperada
- ✓ Comparación de algoritmos de machine Learning

##### **3.7.1.2. Segunda Etapa: Obtención y Recolección de la Data:**

**Los objetivos de esta etapa son los siguientes:**

- ✓ Elección del origen de la data
- ✓ Recolección de la data

##### **3.7.1.3. Tercera Etapa: Modelamiento**

**Los objetivos de esta etapa son los siguientes:**

- ✓ Protocolo de evaluación
- ✓ Preparación de la data

##### **3.7.1.4. Cuarta etapa: Entrenamiento:**

**Los objetivos de esta etapa son los siguientes:**

- ✓ Protocolo de evaluación
- ✓ Aplicación del algoritmo seleccionado
- ✓ Revisar los resultados obtenidos

##### **3.7.1.5. Quinta Etapa: Validación del modelo**

**Los objetivos de esta etapa son los siguientes:**

- ✓ Aplicar algoritmo a la data de validación
- ✓ Configuración de los parámetros

##### **3.7.1.6. Sexta Etapa: Predicción:**

**Los objetivos de esta etapa son los siguientes:**

- ✓ Aplicación del algoritmo a la data de validación

### 3.7.1.7. Séptima Etapa: Interpretación del modelado:

Los objetivos de esta etapa son los siguientes:

- ✓ Interpretación de los resultados(integración):

### 3.7.2. Producto acreditable

#### 1. Interfaces

Se construyeron las interfaces del sistema... haciendo uso del lenguaje php las mismas que se presentan en el **ítem 4.1.5.**

#### 2. Arquitectura

La siguiente arquitectura fue considerada para el producto acreditable implementado:

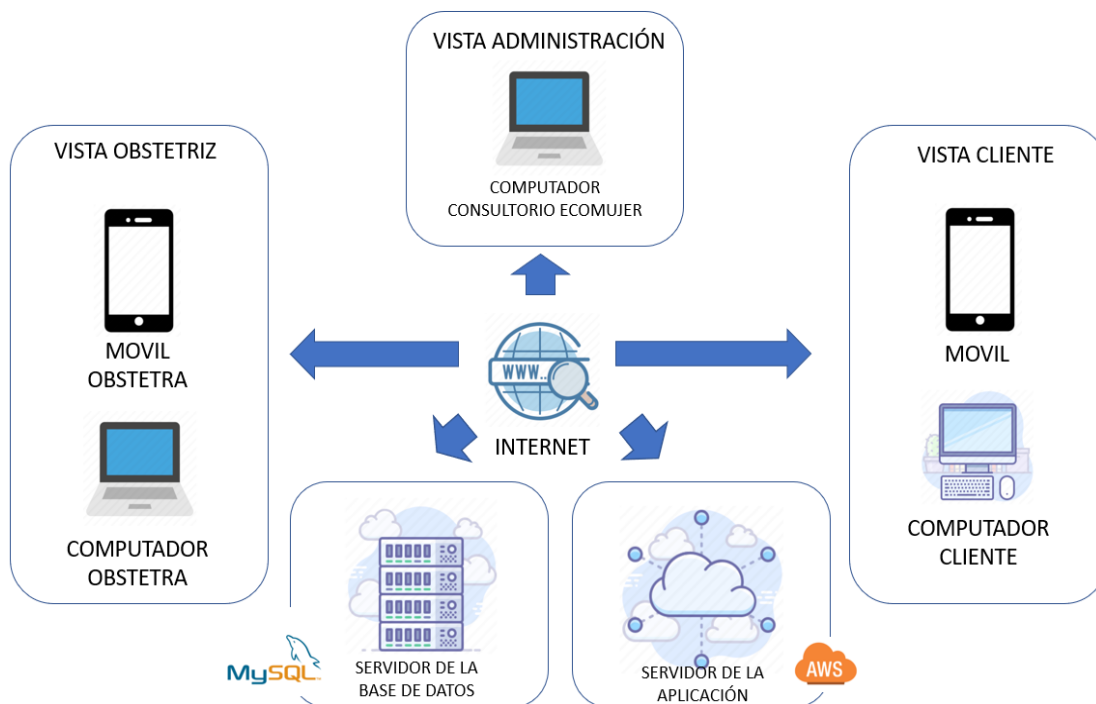


Fig. 5.Arquitectura del Sistema

- **Internet:** Medio por el cual los servidores tendrán acceso
- **Servidor de Base de datos:** Es el alojamiento donde se almacenará la información de los pacientes.

- **Servidor de Aplicaciones:** Es el alojamiento donde se alojará la aplicación del SBC.
- **Móvil/Computador del cliente:** Dispositivo por donde el cliente subirá la imagen ecográfica
- **Móvil/Computador de la Obstetrix:** Dispositivo por donde el especialista tendrá acceso a la información del diagnóstico del SBC, fuera del consultorio médico.
- **Computador del Consultorio Médico:** Dispositivo por donde el especialista tendrá acceso a la información del diagnóstico del SBC, dentro del consultorio médico.

### 3. Infraestructura tecnológica

La infraestructura tecnológica estará conformada por:

- Servidor de aplicaciones (AWS):
  - Librerías compatibles con Python
  - Arquitectura escalable
  - Soporta plantillas HTML Y CSS
  - Cumple con estándares HTML y CSS
  - Seguridad alta
  - Copia de seguridad a diario
  - Compatible con cualquier navegador
  - Transferencia de 2TB
  - Precio Mensual de 12 dólares.
  - Memoria de 1 gb
- Servidor de Base de datos (MySQL):
  - Motor: Inno DB
  - 10 GB de memoria
  - Compatible con Python
  - Numero de bases ilimitadas
  - Infraestructura tipo cloud
  - Precio anual de 224 soles
- Móvil (Cliente):
  - Ram de 4gb
  - Tamaño de 5.1

- Resolución 640 x 480 pixeles
- Precio: 400 soles
- Móvil (Obstetra):
  - Ram de 8gb
  - Tamaño de 6.53
  - Resolución 2340 x 1080 pixeles
  - Precio: 1800 soles.
- Computador:
  - Intel Core i3
  - Pantalla 19 pulgadas LED
  - Sistema Operativo: Windows 7(hacia adelante)
  - Disco duro: 1TB
  - Tarjeta de video: Integrada
  - Puerto Usb:4
  - Puerto Serial: 1
  - Memoria Ram: 4 gb
  - Precio: 1000 soles
- Laptop:
  - Intel Core i5
  - Pantalla 16 pulgadas LED
  - Sistema Operativo: Windows 10(hacia adelante)
  - Disco duro: 1TB
  - Tarjeta de video: Nvidia Geforce MX330
  - Puerto Usb:3
  - Puerto Serial: 1
  - Memoria Ram: 8 gb
  - Precio: 2500 soles

### 3.7.3. Manual de usuario

Se elaboró un manual de usuario con la finalidad de ayudar a los usuarios en el uso del sistema web SISPRE que se implementó, la cual se muestra en el *Anexo N° 03*.

### 3.8. Matriz de consistencia

TABLA IV.  
MATRIZ DE CONSISTENCIA

| <u>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</u>                                                                                                                              |                                                                                                                                  | <u>MÉTODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN</u>                    |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------|
| Baja sensibilidad y especificidad en ecografías genéticas y tiempo prologando para brindar diagnósticos                                                      |                                                                                                                                  | <u>TIPO DE INVESTIGACIÓN</u><br>Desarrollo tecnológico |                           |
| <u>OBJETIVO GENERAL</u>                                                                                                                                      |                                                                                                                                  | <u>MÉTODO</u>                                          | <u>DESCRIPCIÓN</u>        |
| Apoyar en el diagnóstico de preeclampsia a través de un Sistema Basado en conocimientos para pacientes del consultorio médico Eco Mujer.                     |                                                                                                                                  | Inductivo                                              | Método de planeamiento    |
|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  | Implementación                                         | Ejecutar propuesta de     |
|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  | Testeo                                                 | Verificación y validación |
|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  | <u>TÉCNICAS</u>                                        | <u>INSTRUMENTOS</u>       |
|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  | Entrevista                                             | Entrevista                |
|                                                                                                                                                              |                                                                                                                                  | Encuesta                                               | Formato de la encuesta    |
| <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>                                                                                                                                 | <u>DESCRIPCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>                                                                        |                                                        |                           |
| <b>Objetivo específico 1:</b><br><br>Elaborar un algoritmo óptimo para el correcto desarrollo de la Red Neuronal Artificial.                                 | Evaluación de principales algoritmos de Red Neuronal Artificial que se aplique para el análisis de la data obtenida(imágenes).   |                                                        |                           |
| <b>Objetivo específico 2:</b><br><br>Validar el funcionamiento de la Red Neuronal Artificial para que el profesional medico brinde un tratamiento de calidad | Aceptación del profesional médico para que el sistema aporte en el diagnóstico de la enfermedad y disminuir los tiempos de este. |                                                        |                           |
| <b>Objetivo específico 3:</b><br><br>Corroborar la efectividad del Sistema Basado en conocimiento para brindar un diagnóstico certero.                       | Estudiar la respuesta de los profesionales médicos frente a la tecnología implementada                                           |                                                        |                           |

### **3.9. Consideraciones éticas**

Se presenta un listado referente a los aspectos que se tomaron en cuenta para la protección y conformidad de los integrantes en el presente trabajo de investigación, en este caso los pacientes, profesional médico, secretaria, administrador del sistema.

- ✓ Protección de datos de los profesionales médicos y paciente
- ✓ Protección de información acerca del administrador en el sistema
- ✓ Copias de seguridad solamente implementadas por el administrador del sistema

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. En base a la metodología utilizada se realizó lo siguiente:

#### 4.1.1. Definir los Objetivos

En esta etapa se precisan las finalidades del sistema que se desea implementar, comprendiendo de las siguientes actividades:

➤ Delimitar la problemática

El proceso de identificar la preeclampsia genera un desgaste a gran escala y demanda a la capacidad visual del profesional experto, por lo que en varias oportunidades se presentan diagnósticos inconsistentes, y no solamente eso, cuando un profesional experto tiene que atender una emergencia médica el diagnóstico queda en manos de otro profesional con la cualidad de no ser tan experto en la materia.

➤ Objetivo Principal

Tener un modelado con probabilidad eficiente para que los diagnósticos que se obtengan tengan eficiencia referente a la presencia o ausencia de la enfermedad(preeclampsia).

➤ Características del objetivo:

- La probabilidad de exactitud del modelado que se presente debe ser alta, esto es consiguiente al entrenamiento que se le realice a la red neuronal artificial.
- El modelo implementado debe también proporcionar una reducción significativa del tiempo en que se presenta un diagnóstico de preeclampsia en un centro obstétrico de diagnóstico por imágenes, teniendo una referencia de 30 a 45 minutos aproximadamente.

➤ Definir datos de entrada al modelado:

El problema se enfoca en el reconocimiento de la enfermedad de preeclampsia y se ha considerado un almacén de imágenes de aproximadamente 900, lo que se pretende encontrar es anomalía de las arterias uterinas en las madres para el diagnóstico de la patología presentada en el estudio, así como también imágenes en donde las madres gestantes no presenten ninguna anomalía con el fin de dar un entrenamiento óptimo a la neurona que se está implementando.

Cabe recalcar que como las imágenes son provenientes del mismo ecógrafo no habrá problemas de calidad en estas.

➤ Definir mejora esperada:

- Tiempo de respuesta de algoritmo: menor o igual a 5 minutos

#### 4.1.2. Comparación de algoritmos de Machine Learning:

- **Criterios de evaluación:**

Para el crecimiento de la comparación de algoritmos se han considerado cinco principales criterios, de los cuales 3 de estos tienen como fundamento los factores de calidad de software que son propuestos por MCCall [21] y los restantes son equivalentes a las características de aprendizajes del software que se desea implementar, el tipo de aprendizaje del algoritmo debe ser inspeccionado y que este acepte como datos de entrada una imagen brindada, para que de esta forma el algoritmo que se escoja a continuación se encuentre en el mismo camino al problema que se está atacando.

Los criterios considerados son los siguientes:

- **C1-Tiempo:** En este criterio se toma como referencia el tiempo que conlleva la implementación del algoritmo.
- **C2-Reusabilidad:** En este criterio lo que se pretende evaluar es el grado de reusabilidad que tenga el algoritmo implementado en diferentes aplicaciones
- **C3-Interoperación:** En este criterio lo que se evalúa es como el algoritmo se unifica con uno o varios sistemas propuestos.
- **C4-Aprendizaje:** Este criterio es muy importante ya que lo primero que se obtiene es el tipo de aprendizaje que está obteniendo el algoritmo de Machine Learning el cual tiene que ser supervisado, para el proyecto presente se tiene imágenes con categorías tales como “Preeclampsia” [22] y “No preeclampsia”, por ello es de vital importancia que el algoritmo tenga esta característica en su aprendizaje y entrenamiento.
- **C5-Input Imagen:** En este criterio se evalúa que el algoritmo permita los píxeles de una imagen para ser referenciados como datos de entrada.

- **Escala de valores:**

TABLA V.  
ESCALA DE VALORACIÓN

| Calificativo |           | PUNTAJE |
|--------------|-----------|---------|
| C1,C2,C3     | C4,C5     |         |
| BAJO         | NO CUMPLE | 1       |
| MEDIO        |           | 2       |
| ALTO         | CUMPLE    | 3       |

- Selección del Algoritmo:**

La comparación de algoritmos de machine Learning ha despejado varias dudas sobre cual podemos implementar para el proyecto que pretendemos utilizar, sobre los cuales se han aplicado los criterios que se mencionaron anteriormente, aplicándoles diferentes pesos desde P1-P5 ya que estos se verán reflejados a la importancia que tienen cada uno referente a los demás. Consiguiente a lo anteriormente mencionado, se visualiza los criterios y pesos asignados de mayor a menor juntos a los pesos que se asignaron anteriormente.

TABLA VI.  
CLASIFICACIÓN DE ALGORITMO

| Criterio          | Coeficiente | Valor |
|-------------------|-------------|-------|
| C4-Aprendizaje    | P4          | 0.3   |
| C5-Input Image    | P5          | 0.3   |
| C1-Tiempo         | P1          | 0.2   |
| C3-Interoperación | P3          | 0.1   |
| C2-Reusabilidad   | P2          | 0.1   |

En la siguiente tabla mostraremos la comparación de los 5 algoritmos con su respectiva sumatoria con los puntajes obtenidos en los criterios con su correspondiente peso.

TABLA VII.  
CRITERIOS

|  | Criterios |    |    |    |    |       |
|--|-----------|----|----|----|----|-------|
|  | C1        | C2 | C3 | C4 | C5 | TOTAL |

| Algoritmos                             | P1=0.<br>2 | P1=0.<br>1 | P1=0.<br>1 | P1=0.<br>3 | P1=0.<br>3 | $\sum_{i=1}^5 C_i * P_i$ |
|----------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------------------|
| Regresión Lineal                       | 1          | 2          | 3          | 3          | 1          | 1.9                      |
| Long Short-Term Memory Neural Networks | 1          | 2          | 3          | 3          | 3          | 2.5                      |
| Bayesian Network                       | 2          | 1          | 3          | 1          | 3          | 2                        |
| Convolutional Neural Networks          | 2          | 3          | 3          | 3          | 3          | 2.8                      |
| Hopfield Network                       | 2          | 1          | 3          | 1          | 3          | 2                        |
| Clustering - KMeans                    | 2          | 1          | 3          | 1          | 1          | 1.4                      |
| Kohonen's selforganizing maps          | 1          | 1          | 3          | 1          | 3          | 1.8                      |

Como se observó en el cuadro anterior el algoritmo de mayor referencia fue el que tuvo un puntaje de 2.8 fue Convolutional Neural Networks, el cual será el seleccionado para el presente proyecto.

#### 4.1.3. Segunda Etapa: Obtención y Recolección de la Data:

Esta etapa es crucial en la apreciación que tendrá el modelo implementado por ello, tenemos que comprender las siguientes épocas:

✓ Elección del origen de la data:

Para el modelamiento se han obtenido imágenes de fuentes orientados a la rama médica, en donde se han obtenido imágenes ecográficas en donde se hace presente la preeclampsia. [23]

○ Consultorio médico Eco Mujer:

El consultorio médico Eco Mujer fue la principal fuente de información de las imágenes de preeclampsia que se tomaron como muestra para el modelado de nuestra red Neuronal, en donde las imágenes deberían tener ciertas cualidades tales como el formato de la imagen, debe ser el mismo para un entrenamiento más avanzado, la imagen debe estar limpia de números o letras, ya que estas realizan una confusión a nuestra neurona en su entrenamiento. Las imágenes al ser correspondidas de un ecógrafo se tenía ciertas ventajas como una organización más implementada y solamente detectar las imágenes útiles más rápido.

✓ Recolección de la data:

Al principio se tomó en cuenta la recolección de 650 imágenes, el inconveniente que se presentó fue al momento de aplicar los criterios de evaluación para poder realizar el entramiento del modelado, los resultados no fueron del todo concisos, por ende, se optó por la recolección de más data haciendo un total posteriormente de 830 imágenes en total clasificadas en preeclampsia y no preeclampsia, gracias a esto los resultados fueron más positivos:

#### 4.1.4. Tercera Etapa: Modelamiento

✓ Protocolo de evaluación:

- Entrenamiento: 80 %
- Pruebas o Testeos: 15%
- Validaciones: 5%

✓ Preparación de la data:

Se procedió a realizar una agrupación de las imágenes obtenidas en 3 diferentes carpetas con los nombres de: train, test y val haciendo referencia a entrenamiento, testeo y evaluación, También es bueno recalcar que aparte de cada carpeta mencionada anteriormente, existen otras dos carpetas con nombre “PREECLAMPSIA” la cual hace referencia a todas las imágenes que se encontraron con esta complicación, mientras que en la otra carpeta con el nombre de “NO PREECLAMPSIA” es en donde carece esta complicación.

En la siguiente imagen se puede observar lo anteriormente mencionado.

| Nombre ↓          | Propietario | Última modificación | Tamaño del archivo |
|-------------------|-------------|---------------------|--------------------|
| 📁 PREECLAMPSIA    | yo          | 29 oct 2022 yo      | —                  |
| 📁 NO PREECLAMPSIA | yo          | 29 oct 2022 yo      | —                  |
| 📁 modelo          | yo          | 30 oct 2022 yo      | —                  |
| 📄 ytrain.npy      | yo          | 30 oct 2022 yo      | 7 KB               |
| 📄 ytest.npy       | yo          | 30 oct 2022 yo      | 7 KB               |
| 📄 xtrain.npy      | yo          | 30 oct 2022 yo      | 426.9 MB           |
| 📄 xtest.npy       | yo          | 30 oct 2022 yo      | 426.9 MB           |

*Fig. 6.Agrupación de las imágenes*

En esta tarea se optó por el desarrollo de procesar las imágenes que ingresarán al modelo implementado. Para lograr este objetivo se procedió por generar una funcionalidad que recorra la carpeta en donde se localizaban las imágenes destinadas para el entrenamiento y se comenzaron a analizar estas gracias a una librería de inteligencia artificial y aprendizaje automático llamada openCV [24], la cual cabe recalcar que es de código abierto.

Luego de este proceso, las imágenes que se usaron en los data sets se tenían que asignar diferentes cualidades para poder ser analizadas como por ejemplo, las capas de colores rgb tenían que mantenerse, también como se sabe las imágenes tienen una escala de pixeles que va desde 0 a 255 respectivamente, lo cual para el análisis se optaron por cambiar estos valores de 0 a 1, este proceso se hizo con la finalidad de reducir el tiempo de procesamiento gracias al modelo implementado. La data que se obtuvo ha sido procesada previamente y se almacenó en una capa

perteneciente a Google Drive tomando forma de arreglos a la culminación de la funcionalidad ejecutada para así posteriormente ajustar el modelo y que estas imágenes no se carguen nuevamente, sino que se llame al arreglo previamente guardado logrando de esta manera optimización en el tiempo de futuras modificaciones.

#### **4.1.5. Cuarta etapa: Entrenamiento**

En esta etapa lo que se usa es el set de datos del entrenamiento para la ejecución del modelado y posteriormente se procederá al análisis para así obtener las posibles mejoras que se implementarán en la etapa 6 que corresponde a la predicción.

✓ **Protocolo de Evaluación:**

De la totalidad de las imágenes usadas se procedió a separar la data referente a sus porcentajes correspondientes, para determinar el número de imágenes que se usarán en el entrenamiento, cuantas imágenes serán utilizadas para el modelado y para finalizar la cantidad de imágenes que se usarán simulando un escenario de la realidad. Arrojando los siguientes resultados:

- Entrenamiento (80%):664
  - Preeclampsia:284
  - No Preeclampsia:380
- Pruebas o testeo (15%):208
  - Preeclampsia:94
  - No Preeclampsia:114
- Validaciones (5%):40
  - Preeclampsia:17
  - No Preeclampsia:23

El siguiente gráfico que se presenta a continuación, muestra la veracidad de la funcionalidad aplicada se ejecutó de manera positiva como se indicó en la actividad con denominación “preparación de la data” y posterior a esto se almacenó las respectivas imágenes para el entrenamiento con sus etiquetas en donde 0 corresponden a las imágenes que no presentan

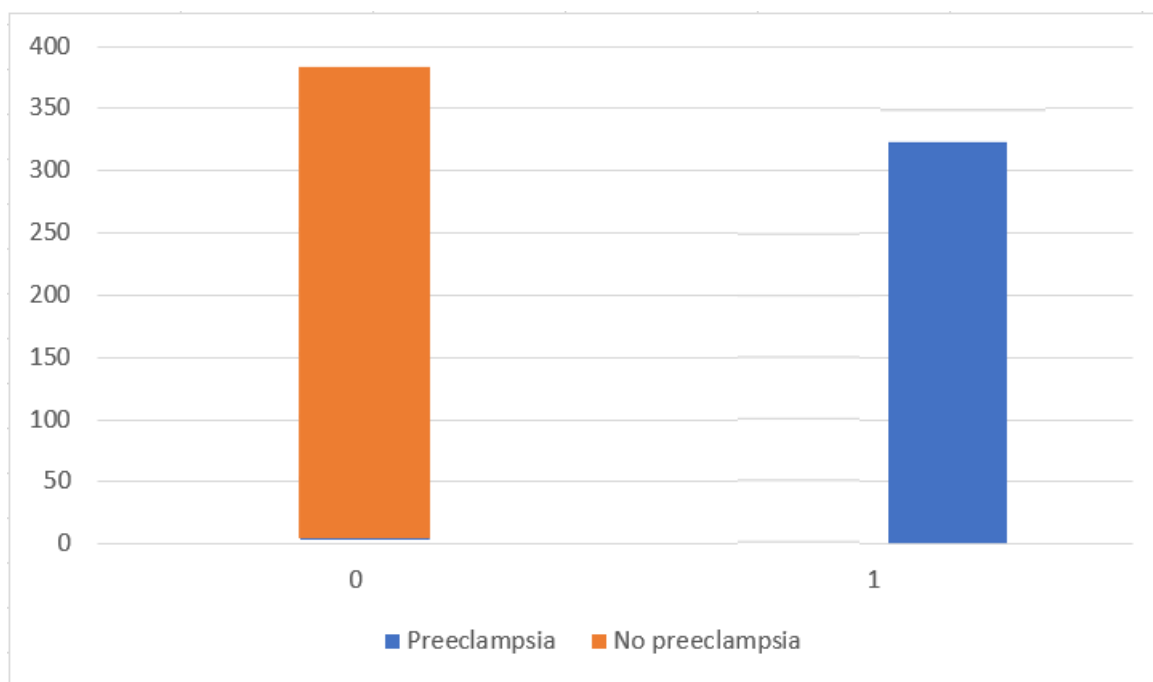


Fig. 7.Distribución de las imágenes de entrenamiento

preeclampsia y 1 a las imágenes que si presentan esta enfermedad

Una vez que se cercioraron la cantidad de imágenes (284 de preeclampsia y 380 de no preeclampsia) que forman parte del entrenamiento de la neurona, se procede a aplicar el algoritmo que se seleccionó.

✓ Aplicar algoritmo seleccionado:

Una vez que el algoritmo ya se definió anteriormente se optó por trabajar con la librería Keras, la cual tiene la peculiaridad de facilitar al momento de dar soluciones a problemas que tienen relación con el aprendizaje profundo y también la manipulación de modelados que presenten redes neuronales convolucionales, también cabe recalcar que esta librería esta implementada con el lenguaje de programación Python el cual es el responsable de la construcción del modelado. Posteriormente lo que se

realizó fue la importación de un Tensorflow que es una librería muy referente a lo que se denomina aprendizaje profundo.

El modelo para esto inició con la declaración de una clase “Sequential”, la cual se agrupa en una pila lineal las capas iniciales de nuestro modelado. Con el método “add” se sumaron las capas que invocan a las redes convolucionales de Keras que ya están implementadas en TensorFlow (Conv2D) y este se modeló a lo que se desea implementar, pasando una cierta cantidad de parámetros, en el presente caso lo que se realizó fue un filtro de 64, tamaño relacionado a  $3 * 3$ , la funcionalidad que se aplicó fue activación de relu, la cual es aplicada cuando se tiene trato de imágenes como se presenta en este caso. Para finalizar el paso siguiente fue asignar una forma la cual sea eficiente para nuestro modelado, como se pudo observar en el preprocesamiento de las imágenes se redimensionaron las mismas, las imágenes deben tener una dimensión similar y consiguiente a esto se debe sumar la dimensión de los colores.

Luego de analizar las imágenes como datos de entrada, se procede a realizar un segundo recorrido al mapa de las características que es resultado de la capa anterior, para este caso se usa la técnica Max Pooling aplicando MaxPooling2D, para el presente caso se decidió usar una dimensión de  $2 \times 2$ , en la cual se extraen principales características del recorrido, logrando así lo que se conoce como la convolución pooling en su primera instancia.

Lo que se pretende posteriormente a esto es lograr diferenciar las imágenes y dar un diagnóstico si es que se presentan características referentes a la preeclampsia o no, para ello se optó por aplicar dos pasos de convolución pooling, al igual que el anterior, pero con una cualidad diferente la cual es que el tamaño del dato de entrada no se especifica ya que en esta capa se estarían recibiendo los resultados del paso referente de convolución pooling.

Posteriormente a ello se incrementa una capa más de convolución y se procede a usar el método llamado Flatten con la finalidad de obtener una sola fila de pixeles que es resultado de los 3 pasos anteriores de

convolución pooling, siendo este el paso que nos deja todo listo para los datos de entrada hacia la red neuronal tradicional.

Para finalizar el proceso, se declaró una capa de salida que solamente cuenta con un par de neuronas, las cuales son las encargadas de descifrar si la imagen ecográfica que se ha presentado presenta anomalías, cabe recalcar que para este proceso se utilizó la funcionalidad de activación Softmax.

La estructura que presenta el modelado está conformada por todo lo que se ha mencionado anteriormente, y para ello se ha tomado como referencia de comprensión visual la estructura que la describió el autor Maher [25] con la peculiaridad de que en nuestro proceso lo que se ha nombrado a “convolución pooling” como la unión de dos capas sin afectar claro está en absolutamente nada a la funcionalidad presentada, es importante también recalcar que en la penúltima capa se contará con 64 neuronas conectadas

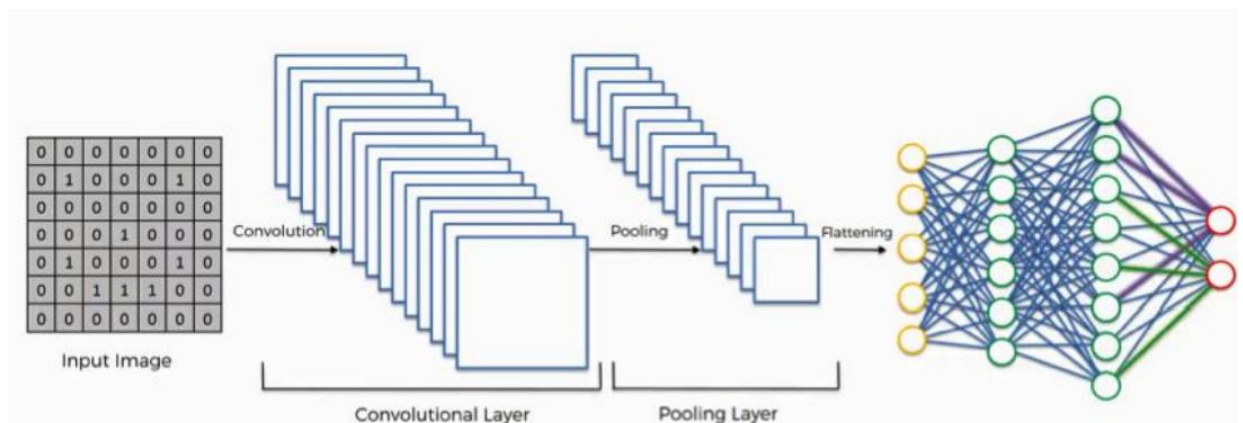


Fig. 8. Estructura de Maher ejemplificada

Una vez la estructura del modelo este definida, se hace la compilación. Para este proceso se utiliza el aprendizaje Adam; se ha empleado lo que se conoce como `sparse_categorical_crossentropy` ya que es un array plano lo que contiene las etiquetas de las imágenes en donde se obtienen nuevamente 2 valores, el 0 correspondiente a imágenes que no presentan preeclampsia y 1 a imágenes en donde si se hace referencia a la enfermedad siendo la precisión una métrica empleada.

En esta actividad también se obtendrán los logs que serán generados en las diferentes épocas con la finalidad de que en la tarea de revisión de los resultados se pueda graficar con ayuda de TensorBoard como se ha ido comportando nuestro entrenamiento en diferentes épocas.

Como proceso final lo que se hace es obtener el entrenamiento del modelado, enviando como parámetro el entrenamiento transformado en etapas anteriores y las etiquetas respectivamente. Se implementó también un batch\_size con una equivalencia a 32(se usó este número ya que era el más óptimo para obtener resultados positivos), esto nos hace entender que las imágenes se mostrarán en grupos de 32 hasta culminar con las muestras, en este paso también se hace la definición de en cuantas épocas el modelado hará su entrenamiento, esta variable en un inicio era de 10, pero a medida de que se iba aumentando el valor aumentaba en precisión y el resultado a su vez era más conciso, así que se optó por utilizar 20 épocas y así definir mediante este número cuanto es el tiempo que demora nuestro modelado, utilizando Google colab se usó el recurso del GPU que este ofrece para así disminuir la medida en el presente proceso.

✓ Revisar los resultados obtenidos:

Una vez acabado el entrenamiento por parte del modelado, es necesario presenciar el comportamiento del modelado que se obtiene gracias a los logs almacenados y que por el TensorBoard se pueden graficar.

✓ **Primer escenario:**

En el presente escenario se hizo un entrenamiento con 450 imágenes las cuales fueron una interpretación de cómo se comportaría la neurona inicialmente arrojando un resultado de 98.25% en la época número 20, la incongruencia que se encontraba era en la época número 7 el porcentaje estaba por 84.27%, esto es un índice de que no habrá mejora en la precisión de la neurona a partir de dicha época.

✓ **Segundo escenario:**

En este escenario se usó la data aumentada de 664 imágenes a las conseguidas en el inicio. La data de entrenamiento alcanza un máximo de 88.46% en la época número 20, mientras que la validación de la data

obtiene una precisión de 83.75% en la época número 15. Promediando un aproximado de 89.73%. Esto indica que el comportamiento ha sido un aprendizaje, pero no óptimo del todo, pero si con una buena aceptación.

#### 4.1.6. Quinta Etapa: Validación del modelo

En esta etapa los valores considerables son los de entrada, considerando los siguientes puntos:

- ✓ Aplicar algoritmo a la data de validación:

Se apreciará en la siguiente tabla, como fue que los resultados de precisión fueron arrojando por diferentes épocas para el modelado implementado:

TABLA VIII.  
EPOCAS DE ENTRENAMIENTO

| Época | Índice de Precisión |
|-------|---------------------|
| 1     | 0.8954              |
| 2     | 0.8375              |
| 3     | 0.8974              |
| 4     | 0.9014              |
| 5     | 0.9147              |
| 6     | 0.8825              |
| 7     | 0.9324              |
| 8     | 0.9245              |
| 9     | 0.9542              |
| 10    | 0.9015              |
| 11    | 0.9148              |
| 12    | 0.9342              |
| 13    | 0.9485              |
| 14    | 0.9462              |
| 15    | 0.9784              |
| 16    | 0.9844              |
| 17    | 0.9942              |

|    |        |
|----|--------|
| 18 | 0.9763 |
| 19 | 0.9986 |
| 20 | 0.100  |

A continuación, se implementó una funcionalidad para recorrer la carpeta que permite la validación e almacenamiento de la etiqueta en forma binaria. Se ha realizado también una funcionalidad encargada de la predicción de imágenes en forma grupal, donde el valor se basaría gracias a una extensión de Python llamada Numpy, la cual se encarga de dar forma de vector a un listado, cabe recalcar que también este método permite obtener el máximo índice de un máximo valor. Para el presente caso los resultados que se obtienen de este modelado son precisamente de este tipo lo cuales los valores de 1 y 0 hacen referencia a la presencia de preeclampsia o no.

Por este motivo las etiquetas fueron salvadas en un inicio de manera binaria para que, al momento de realizar la matriz de confusión, la funcionalidad se encargue de comparar las posiciones de los diferentes vectores que contengan los valores verídicos como los predichos.

La imagen que se presenta a continuación refiere a los valores que el sistema mostró en la data de prueba, en donde se introdujeron 208 imágenes las cuales corresponden a 94 normales y 114 con preeclampsia. Posteriormente a ello se parecían los verdaderos positivos y verdaderos negativos, también se hace presente los falsos positivos y falsos negativos, obteniendo así el grado de sensibilidad y especificidad del sistema implementado como se muestra a continuación:

La matriz presentada nos arroja los siguientes resultados:

|              |        |              |
|--------------|--------|--------------|
| NORMAL       | 72     | 22           |
| PREECLAMPSIA | 8      | 106          |
|              | NORMAL | PREECLAMPSIA |

Fig. 9. Matriz de confusión encargada de pruebas

- Sensibilidad: 95.87%
- Especificidad: 58.74%
- Precisión: 76.81%

✓ Configuración de los parámetros:

Como se ha presentado en los escenarios anteriores, el ajuste parametrizado se ha ido modificando de manera paralela, en caso el resultado quiere verse mejorado, el camino es consiguiendo más data y así determinar el nivel de precisión:

Los valores para los parámetros son los siguientes:

- Tamaño: 480 x 140
- Número de capas: 9
- Filtro: 64
- Épocas: 20
- Escala de colores: 3 rgb
- Tamaño del filtro: 3 x 3
- Batch\_size: 32

#### 4.1.7. Sexta Etapa: Predicción:

Etapa en donde entra data nueva al modelado:

- ✓ Aplicación del algoritmo a la data de validación:

Para la presente etapa se tomarán en cuenta 40 imágenes las cuales actuarán como una simulación para un escenario real de predicción, correspondiente al 5% del total de las imágenes recolectadas. En el siguiente apartado se muestra cómo se implementa la matriz de confusión con la cantidad de imágenes anteriormente mencionadas haciendo una simulación de un escenario veredicto.

|              |        |              |
|--------------|--------|--------------|
| NORMAL       | 12     | 7            |
| PREECLAMPSIA | 5      | 16           |
|              | NORMAL | PREECLAMPSIA |

La matriz presentada nos arroja los siguientes resultados:

*Fig. 10. Matriz de confusión encargada de validación*

- Sensibilidad: 87.15%
- Especificidad: 72.48%
- Precisión: 79.83%

Con la interpretación finalmente completadas de ambas matrices de confusión como se aprecian en la figura 9 y 10 se puede tomar como conclusión que el modelo tiene una predicción aceptable en lo que es diagnósticos de preeclampsia ya que la sensibilidad promediada fue mayor a 90%, la especificidad sobrepasa el 60% siendo aceptable y la precisión siendo buena manteniendo arriba del 75%

#### 4.1.8. Séptima Etapa: Interpretación del modelado:

Los resultados del sistema inteligente presentado deben ser captados de una manera muy sencilla al momento de la integración con otro sistema. Para el presente caso se utilizó la metodología de software complementario: XP

✓ Interpretación de los resultados(integración):

Se logró la integración entre el modelo desarrollado con Python con la plataforma Web. La manera en que se logró este cometido fue por medio de un http con el método “POST”.

Cabe recalcar que la aplicación implementada en Python se quedó

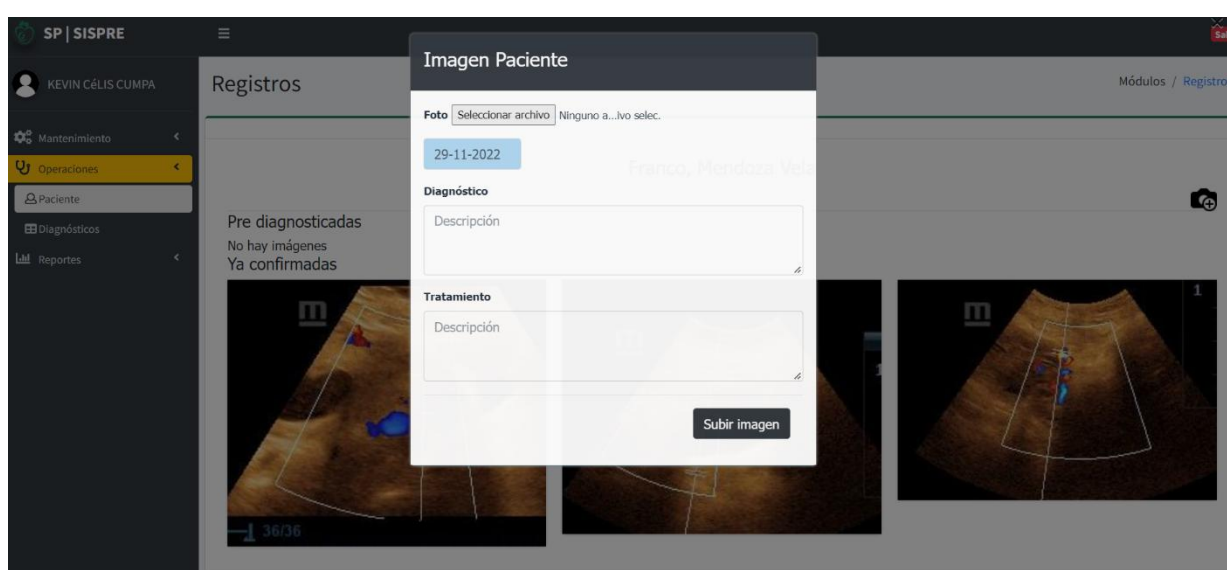


Fig. 11.Método para cargar imagen

guardada en un servidor perteneciente a Ubuntu. La cual recibe la data que tiene un input de prototipo file con una etiqueta que lo hace única llamada “foto”. Por medio de este identificador, Python sabe el valor de la imagen y proceder a su procesamiento gracias al identificador planteado, para posteriormente corroborar si se trata de una imagen con preeclampsia o no. Por parte del aplicativo, este lo que almacena es el atributo de “diagnostico” de la imagen presentado en la base de datos referente, es necesario recalcar que el valor tomado es de un prediagnóstico, el profesional médico puede actualizar la información si es que así se amerita. En la siguiente imagen se puede corroborar lo anteriormente mencionado.

Con la interfaz anteriormente presentada el usuario podrá subir la imagen que desea que el sistema prediga para que posteriormente el profesional médico asigne un tratamiento

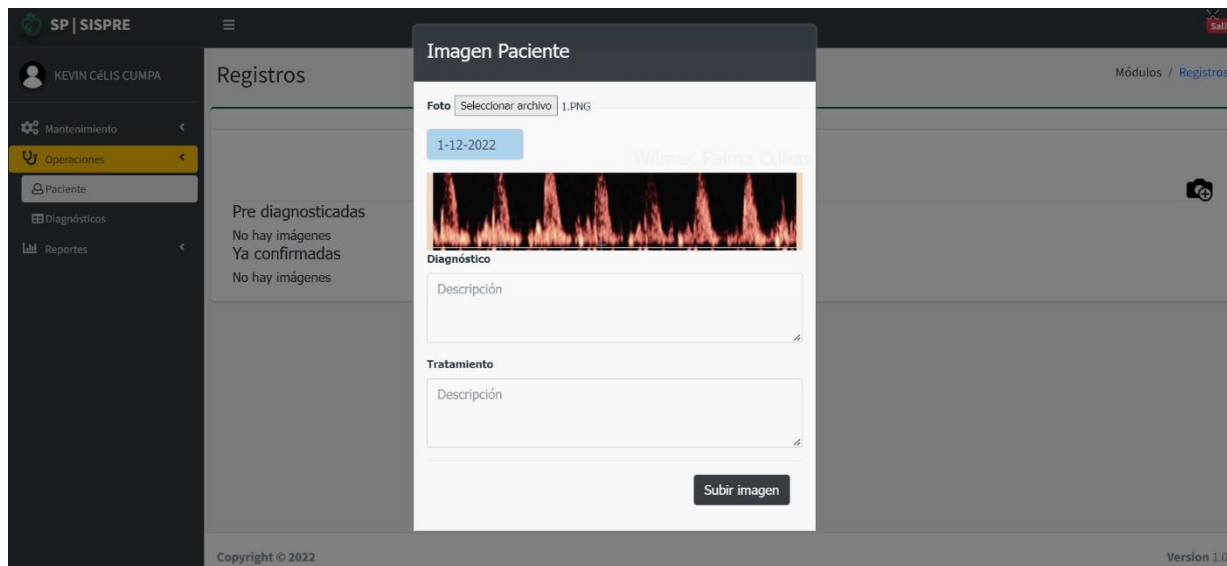


Fig. 12.Confirmación de imagen

En esta sección el paciente corrobora que la imagen seleccionada es la correcta, en caso se confirme se procede a subirla al sistema.

La imagen que se confirma en el sistema refiere a la vista del paciente, como se puede apreciar hay dos secciones, La primera corresponde a las imágenes pre diagnosticadas, en la cual se van a mostrar todas las imágenes que el aplicativo web Sispre ha diagnosticado, pero que el especialista no ha confirmado todavía.

La segunda corresponde a imágenes que ya han sido confirmadas, en la cual el especialista médico ya asigno y se dio un tratamiento.

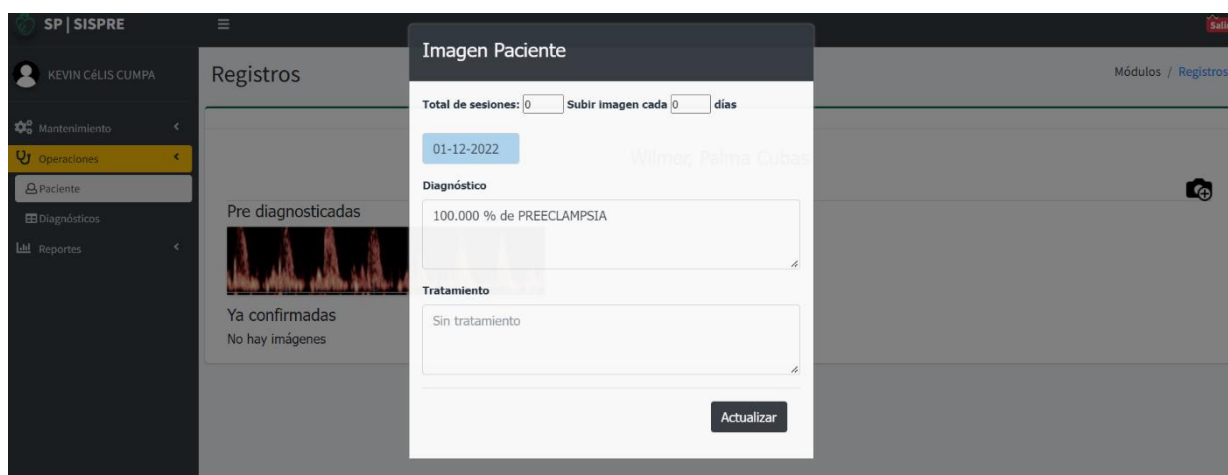


Fig. 13. Resultado de la predicción

La vista que se presenta a continuación refiere al especialista médico cuando está revisando los resultados presentados por Sispre y está por brindar un tratamiento, el cual refiere al total de sesiones del tratamiento y los días en que se llevará a cabo esta.

Para concretar la aceptación de la investigación se aplicó un modelado de aceptación tecnológica propuesto por el autor Davis [26], la cual busca conocer la opinión de los profesionales médicos en cuanto a la utilidad y facilidad de uso percibida en el sistema inteligente que se ha implementado.

Tabla IX.  
CLASIFICACION DE QUINTILES

| Quintil | Valoración utilidad | Valoración usabilidad |
|---------|---------------------|-----------------------|
| Q1      | Nada útil           | Muy difícil           |
| Q2      | Poco útil           | Difícil               |
| Q3      | Indiferente         | Indiferente           |
| Q4      | Bastante útil       | Fácil                 |
| Q5      | Muy útil            | Muy fácil             |

Con los datos obtenidos, se obtuvo una escala de valoración de 1 a 7, sumando estos resultados el promedio de valor fue de 37 puntos referente al factor de utilidad, representando un 88 % del porcentaje máximo posible, referenciado al quintil número 5, cuya valoración refleja que Sispre obtiene una valoración de “Muy Útil”.

## 4.2. Pruebas

### 4.2.1. Caja negra

TABLA X.

## REGISTRAR ADMINISTRADOR

Pruebas de caja negra

Fecha: 25/11/2022

Elemento de prueba

Procedimiento: Procedimiento interno

Nombre: Registrar administrador

| Nº | Tipo de prueba | Datos de prueba                                            | Resultado Esperado                                                                                              | Cumple |
|----|----------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1  | Funcional      | Campos obligatorios vacíos                                 | No guardar información                                                                                          | Sí     |
| 2  | Funcional      | Valores numéricos                                          | No aceptar valores en campos de solo numéricos                                                                  | Sí     |
| 3  | Funcional      | Valores numéricos                                          | No aceptar valores en campos de solo de textos numéricos                                                        | Sí     |
| 4  | Funcional      | Validación en edición de datos                             | Cumplir con el Resultado esperado 1,2 y 3                                                                       | Sí     |
| 5  | Comunicación   | Al dar click en el botón guardar del listado administrador | Establecer comunicación con la bd e insertar en la tabla correspondiente con su respectivo mensaje confirmación | Sí     |
| 6  | Comunicación   | Al dar click en el botón editar del listado administrador  | Establecer comunicación con la bd y modificar en la tabla correspondiente con su                                | Sí     |

respectivo mensaje  
confirmación

- 7      Comunicación Al dar click en el botón Establecer comunicación con Sí  
eliminar del listado la bd y eliminar en la tabla  
administrador confirmando el proceso

Tabla XI.  
Registro especialista

| Pruebas de caja negra          |                |                                | Fecha: 25/11/2022                                        |        |
|--------------------------------|----------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------|--------|
| Elemento de prueba             |                |                                | Procedimiento: Procedimiento interno                     |        |
| Nombre: Registrar especialista |                |                                |                                                          |        |
| Nº                             | Tipo de prueba | Datos de prueba                | Resultado Esperado                                       | Cumple |
| 1                              | Funcional      | Campos obligatorios vacíos     | No guardar información                                   | Sí     |
| 2                              | Funcional      | Valores numéricos              | No aceptar valores en campos de solo numéricos           | Sí     |
| 3                              | Funcional      | Valores numéricos              | No aceptar valores en campos de solo de textos numéricos | Sí     |
| 4                              | Funcional      | Validación en edición de datos | Cumplir con el Resultado esperado 1,2 y 3                | Sí     |

- |   |                      |                          |                               |
|---|----------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 5 | Comunicación         | Al dar click en el botón | Establecer comunicación con   |
|   | guardar del listado  |                          | la B e insertar en la tabla   |
|   | especialista         |                          | correspondiente con su        |
|   |                      |                          | respectivo mensaje            |
|   |                      |                          | confirmación                  |
|   |                      |                          |                               |
| 6 | Comunicación         | Al dar click en el botón | Establecer comunicación con   |
|   | editar del listado   |                          | la bd y modificar en la tabla |
|   | especialista         |                          | correspondiente con su        |
|   |                      |                          | respectivo mensaje            |
|   |                      |                          | confirmación                  |
|   |                      |                          |                               |
| 7 | Comunicación         | Al dar click en el botón | Establecer comunicación con   |
|   | eliminar del listado |                          | la bd y eliminar en la tabla  |
|   | especialista         |                          | confirmando el proceso        |

TABLA XII.  
REGISTRO PACIENTE

| Pruebas de caja negra      |                |                                                       | Fecha: 25/11/2022                                                                                               |        |
|----------------------------|----------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Elemento de prueba         |                |                                                       | Procedimiento: Procedimiento interno                                                                            |        |
| Nombre: Registrar Paciente |                |                                                       |                                                                                                                 |        |
| Nº                         | Tipo de prueba | Datos de prueba                                       | Resultado Esperado                                                                                              | Cumple |
| 1                          | Funcional      | Campos obligatorios vacíos                            | No guardar información                                                                                          | Sí     |
| 2                          | Funcional      | Valores numéricos                                     | No aceptar valores en campos de solo numéricos                                                                  | Sí     |
| 3                          | Funcional      | Valores numéricos                                     | No aceptar valores en campos de solo de textos numéricos                                                        | Sí     |
| 4                          | Funcional      | Validación en edición de datos                        | Cumplir con el Resultado esperado 1,2 y 3                                                                       | Sí     |
| 5                          | Comunicación   | Al dar click en el botón guardar del listado paciente | Establecer comunicación con la bd e insertar en la tabla correspondiente con su respectivo mensaje confirmación | Sí     |

- 6      Comunicación Al dar click en el botón Establecer comunicación con Sí  
                          editar del listado                      la bd y modificar en la tabla  
                          paciente                                      correspondiente con su  
                                                                                       respectivo mensaje  
                                                                                       confirmación
- 7      Comunicación Al dar click en el botón Establecer comunicación con Sí  
                          eliminar del listado      la bd y eliminar en la tabla  
                          paciente                      confirmando el proceso

TABLA XIII.  
REGISTRO IMAGEN

| Pruebas de caja negra    |                |                                       | Fecha: 25/11/2022                                          |        |
|--------------------------|----------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------|
| Elemento de prueba       |                |                                       | Procedimiento: Procedimiento interno                       |        |
| Nombre: Registrar Imagen |                |                                       |                                                            |        |
| Nº                       | Tipo de prueba | Datos de prueba                       | Resultado Esperado                                         | Cumple |
| 1                        | Funcional      | Archivo de imagen vacío               | No guardar información                                     | Sí     |
| 2                        | Funcional      | Formato de fecha incorrecto           | No aceptar valores                                         | Sí     |
| 3                        | Funcional      | Validación en edición de datos        | Cumplir con el resultado esperado 1 y 2                    | Sí     |
| 4                        | Comunicación   | Al dar click en el botón subir imagen | Establecer comunicación con la base de datos e insertar en | Sí     |

la tabla correspondiente.

Mensaje de confirmación.

- |   |              |                                   |                                                                                                                     |    |
|---|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5 | Comunicación | Al dar click en el botón editar   | Establecer la comunicación con la base de datos y modificar en las tablas correspondientes. Mensaje de confirmación | Sí |
| 6 | Comunicación | Al dar click en el botón eliminar | Establecer la comunicación con la base de datos y eliminar la información correspondiente.                          | Sí |

TABLA XIV.  
REGISTRO TRATAMIENTO

| Pruebas de caja negra         |                |                                    | Fecha: 25/11/2020                                                                          |        |
|-------------------------------|----------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Elemento de prueba            |                |                                    | Procedimiento: Procedimiento interno                                                       |        |
| Nombre: Registrar tratamiento |                |                                    |                                                                                            |        |
| Nº                            | Tipo de prueba | Datos de prueba                    | Resultado Esperado                                                                         | Cumple |
| 1                             | Funcional      | Campos requeridos vacíos           | No dejar realizar las opciones<br>Sí de guardado                                           |        |
| 2                             | Funcional      | Valores enteros                    | No aceptar valores float<br>Sí                                                             |        |
| 3                             | Comunicación   | Al dar clic en el botón Actualizar | Establecer comunicación.<br>Con la base de datos e insertar en las tablas correspondientes |        |

### 4.2.2. Caja blanca

## CASO N° 01: PCB-01: Validar usuario

TABLA XV.

## VALIDAR USUARIO

## FORMATO DE CASOS DE PRUEBA

---

|                         |                                                                                                                                                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipo de prueba:</b>  | Unitaria (caja blanca) del método que permite validar el usuario                                                                                      |
| <b>Objetivo:</b>        | Validar para que el usuario pueda acceder al sistema, con sus credenciales correspondientes y el estado activo<br>CASO N° 01: PCB-01: Validar usuario |
| <b>Descripción:</b>     | Datos correctos: credenciales y estado activo<br>Datos incorrectos: credenciales incorrectas y estado en modo inactivo                                |
| <b>Entradas:</b>        | Usuario y contraseña del usuario                                                                                                                      |
| <b>Salida esperada:</b> | Tipo de usuario administrador y especialista: Listar a los pacientes.<br>Tipo de usuario paciente: mostrar galería                                    |

---

Código:

```

$errores = array();
if (!empty($_POST)) {
    $usuario = $_POST["username"];
    $clave = sha1($_POST["password"]);

    $sql = "SELECT idusuario, docid, tipousuario, estado
            FROM usuario
            WHERE nomusu=? AND clave=? ";

    $sentencia = $cnx->prepare($sql);
    if ($sentencia->execute(array($usuario, $clave))) {
        $n = $sentencia->rowCount();

        if ($n == 1) {
            $reg = $sentencia->fetch(); //fetch solo devuelve el 1ro, fetchAll todos
            $idusuario = $reg['idusuario'];
            $docid = $reg['docid'];
            $tipousu = $reg['tipousuario'];

            if ($reg['estado'] == 'A') {
                //identificamos el nombre del usuario
                $nombre = nombreusu($docid, $tipousu);
                session_start();
                $_SESSION['idusuario'] = $idusuario;
                $_SESSION['nombre'] = $nombre;
                $_SESSION['tipo_usuario'] = $tipousu;
                $_SESSION['doc_id'] = $docid;
                //errores[]=$reg['estado'];
                header("location: persona.php");
            } else {
                //Usuario inactivo
                $errores[] = "Usuario inactivo";
                // sleep(3);
                // header("location: login.php");
            }
        } else {
            //Credenciales inválidas
            $errores[] = "Credenciales inválidas";
            //sleep(3);
            //header("location: login.php");
        }
    }
}

```

Diagrama de flujo sobre el código:

- I**: Inicio del script.
- 1 A**: Condición `if (!empty($_POST))`. Si es verdadero (V), se ejecuta el bloque de validación; si es falso (F), se salta directamente al final (**F**).
- 2**: Preparación de la consulta SQL.
- 3 B**: Condición `if ($sentencia->execute(...))`. Si es verdadero (V), se ejecuta el bloque de resultados; si es falso (F), se salta al final (**F**).
- 4**: Obtención del número de filas (`$n = $sentencia->rowCount()`).
- 5 C**: Condición `if ($n == 1)`. Si es verdadero (V), se ejecuta el bloque de un solo resultado; si es falso (F), se salta al final (**F**).
- 6**: Extracción de datos del registro (`$reg = $sentencia->fetch()`).
- 7 D**: Condición `if ($reg['estado'] == 'A')`. Si es verdadero (V), se ejecuta el bloque de usuario activo; si es falso (F), se salta al final (**F**).
- 8**: Bloque de código para usuarios activos (sesión, header).
- 9**: Bloque de código para usuarios inactivos.
- 10**: Bloque de código para credenciales inválidas.
- F**: Final del script.

Fig. 14. Fragmento de usuario para validar usuario-login.php

## Gráfico de flujo

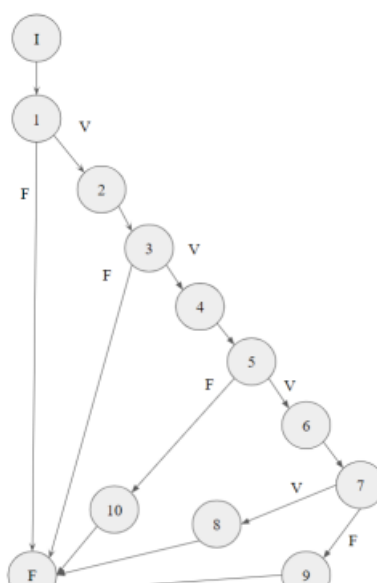


Fig. 15. grafo de flujo: validar usuario

El grafo presentado muestra cómo sería la secuencia que se sigue para que un usuario acceda correctamente al sistema. Para este caso el primer nodo implica que los campos de logueo estén completos en su totalidad, caso contrario muestra mensaje que los campos están vacíos.

Una vez completado se procede a realizar la conexión con la bd(tercer nodo), en caso se encuentre una falla de conexión el sistema manda un mensaje de que ha ocurrido problemas en entablar conexión, en caso sea exitosa se procede a evaluar si las credenciales ingresadas son correctas(quinto nodo), en caso las credenciales sean incorrectas se mostrará un mensaje se mostrara un mensaje de “credenciales invalidas”, psoteiormente a esto se procede a evaluar el estado del usuario(séptimo nodo), en caso el usuario se encuentre inactivo se muestra un mensaje que refiere esto, en caso que el usuario si esté activo se procede a listar los pacientes, si el tipo de usuario es un especialista o administrador, se mostrará lo anteriormente mencionado, y si es paciente se muestra la galería.

**Complejidad ciclomática  $VG = \text{Aristas} - \text{nodos} + 2 = 15 - 12 + 2 = 5$**

TABLA XVI.  
COMPLEJIDAD: VALIDAR USUARIO

| Camino                    | Entrada                                           | Salida                                                                                         |
|---------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, F | A=true, B= true, C= true,<br>D=true Administrador | Ejecución con éxito.<br>o<br>especialista: Listado de<br>pacientes.<br>Paciente: Carga galería |
| 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, F | A=true, B= true, C= true,<br>“Usuario<br>D=false  | Mensaje error<br>inactivo”                                                                     |
| 1, 2, 3, 4, 5, 10, F      | A=true, B= true, C= false<br>inválidas”           | Mensaje error: “Credenciales                                                                   |
| 1, 2, 3, F                | A=true, B= false                                  | Mensaje que indica<br>problemas de conexión con la<br>base de datos                            |
| 1, F                      | A=false                                           | Mensaje de completar campos                                                                    |

**CASO N° 02: PCB-02: Validar campos**

Tabla XVII.  
Complejidad: Validar campos

|                  |                                                                                                                                 |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de prueba:  | Unitaria (caja blanca) del método que permite validar campos                                                                    |
| Objetivo:        | <p>Usuario que registre paciente llene todos los campos con necesidad obligatoria</p> <p>CASO N° 02: PCB-02: Validar campos</p> |
| Descripción:     | <p>Datos correctos: valores no vacíos</p> <p>Datos incorrectos: valores vacíos</p>                                              |
| Entradas:        | DNI, nombres y apellidos                                                                                                        |
| Salida esperada: | Guardar la información del paciente                                                                                             |

Código:

```

//validar campos
function validaCampos() {
  var nombres = $("#txtnombres").val();
  var dni = $("#txtdni").val();
  var apellidos = $("#txtape").val();
  if ($.trim(dni) == "") {
    toastr.error("No ha ingresado DNI", "Aviso!");
    $("#txtdni").focus();
    return false;
  } else if ($.trim(nombres) == "") {
    toastr.error("No ha ingresado Nombres", "Aviso!");
    $("#txtnombres").focus();
    return false;
  } else if ($.trim(apellidos) == "") {
    toastr.error("No ha ingresado Apellidos", "Aviso!");
    $("#txtape").focus();
    return false;
  } else {
    guardar();
  }
}

```

Diagrama de flujo asociado al código:

- I**: Inicio del flujo.
- 1 A**: Condición `$.trim(dni) == ""`. Si es verdadero, se ejecuta el bloque de error y se devuelve `false`.
- 2**: Fin del bloque de error para DNI.
- 3 B**: Condición `$.trim(nombres) == ""`. Si es verdadero, se ejecuta el bloque de error y se devuelve `false`.
- 4**: Fin del bloque de error para nombres.
- 5 C**: Condición `$.trim(apellidos) == ""`. Si es verdadero, se ejecuta el bloque de error y se devuelve `false`.
- 6**: Fin del bloque de error para apellidos.
- 7**: Se ejecuta `guardar()`.
- F**: Fin del flujo.

Fig. 16.Fragmento de validar campos-personas.js

Este fragmento de código presentado lo que realiza es la validación que los campos no esten vacíos, antes de ser registrado el paciente.

### Grafo de flujo

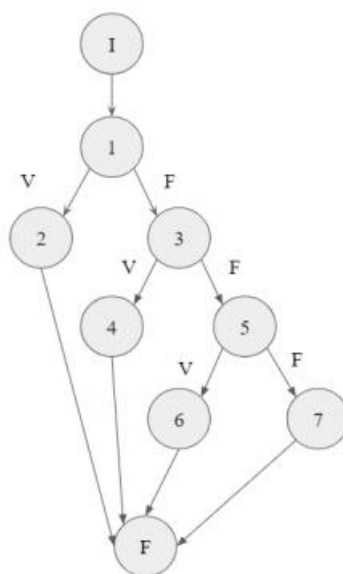


Fig. 17.Gráfico de flujos validar campos

El grafo presentado enseña la secuencia que sigue la funcionalidad para poder validar los campos al momento de ingresar la data de un paciente para que este no contenga valores nulos, al menos para los datos que no son obligatorio, Lo primero que se realiza es el documento de identidad(primer nodo), si este se encuentra vacío se procede a mostrar un mensaje indicando que no hay información ingresada en ese campo, en caso de que si se contenga la data, se procede a evaluar el campos de nombre(tercer nodo), si este se encuentra vacío se procede a mostrar un mensaje indicando que no hay información ingresada en ese campo, en caso que si contenga data se procede a evaluar el campos de apellidos (quinto nodo), si este campo no contiene data se muestra un mensaje informando esto, si el usuario completo correctamente los datos de los campos obligatorios entonces se procede a guardar la información del paciente.

**Complejidad ciclomática  $VG = Aristas - nodos + 2 = 11-9+2 = 4$**

TABLA XVIII.  
COMPLEJIDAD CICLOMATICA: VALIDAR CAMPOS

| Camino        | Entrada                     | Salida                                       |
|---------------|-----------------------------|----------------------------------------------|
| 1, 3, 5, 7, F | A=false, B= false, C= false | Se guarda la información d<br>paciente       |
| 1, 3, 5, 6, F | A=false, B= false, C= true  | Mensaje aviso “No ha<br>ingresado Apellidos” |
| 1, 3, 4, F    | A=false, B= true            | Mensaje aviso “No ha<br>ingresado Nombres”   |
| 1, 2, F       | A=true                      | Mensaje aviso “No ha<br>ingresado DNI”       |

### CASO N° 03: PCB-03: Crear usuario

|                                        |                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de prueba:                        | Unitaria (caja blanca) del método que permite crear usuario                                                                                            |
| Objetivo:                              | <p>Crear usuarios con diferentes tipos: administrador, especialista y paciente.</p> <p>CASO N° 03: PCB-03: Crear usuario</p>                           |
| Descripción:                           | <p>Datos correctos: fila seleccionada con data de la entidad a la que se quiere asignar un usuario</p> <p>Datos incorrectos: fila no seleccionada.</p> |
| Entradas                               | Fila seleccionada                                                                                                                                      |
| <p>Tabla XIX.</p> <p>Crear Usuario</p> |                                                                                                                                                        |
| Salida:                                | Mensaje que indica el correcto registro de usuario                                                                                                     |
| Código:                                |                                                                                                                                                        |

```

function crearUsuario(id) {
  var tipo_usuario = sessionStorage.getItem("tipo_usuario");
  $.ajax({
    type: "POST",
    url: "guardarUsuario.php",
    data: { id: id, tipo_usuario: tipo_usuario },
    success: function (response) {
      if (response == 0) {
        var pag = sessionStorage.getItem("pag");
        var ord = sessionStorage.getItem("ord");
        lista(pag, ord, tipo_usuario);
        switch (tipo_usuario) {
          case "A":
            var tipo_per = "Administrador";
            break;
          case "P":
            var tipo_per = "Paciente";
            break;
          case "D":
            var tipo_per = "Especialista";
            break;
        }
        toastr.success("Usuario de tipo " + tipo_per + " creado", "Ok!");
      } else {
        alert("Error al crear usuario!");
      }
    },
    error: function () {
      alert("Error: No se ha podido establecer la conexión con el servidor!");
    },
  });
}

```

Diagrama de flujo sobre el código:

- I**: Inicio de la función `crearUsuario(id)`.
- 1 A**: Línea de código `$.ajax({`.
- 2 B**: Línea de código `success: function (response) {`.
- 3**: Línea de código `if (response == 0) {`.
- 4**: Línea de código `switch (tipo_usuario) {`.
- 5 C**: Línea de código `case "A":`.
- 6**: Línea de código `var tipo_per = "Administrador";`.
- 7**: Línea de código `break;`.
- 8 D**: Línea de código `case "P":`.
- 9 E**: Línea de código `case "D":`.
- 10**: Línea de código `break;`.
- 11**: Línea de código `toastr.success("Usuario de tipo " + tipo_per + " creado", "Ok!");`.
- 12**: Línea de código `alert("Error al crear usuario!");`.
- 13**: Línea de código `error: function () {`.
- F**: Fin de la función.

Fig. 18. Fragmento de código para crear usuario-persona.js

Lo que se realiza en este código es capturar la lista desde donde se clickea para crear y asignarle sus privilegios correspondientes

### Grafo de flujo

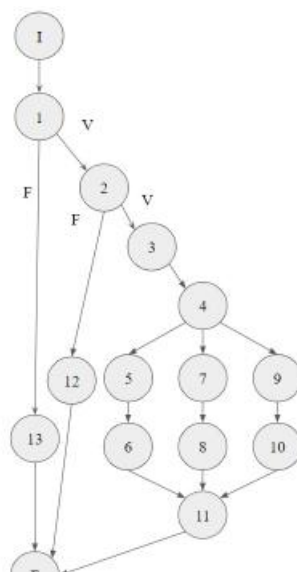


Fig. 19. Gráfico de flujo-crear usuario

El grafo presentado indica la secuencia para saber qué tipo de usuario se va a crear, Primeramente se intenta asignar una conexión del sistema con la base de datos(primer nodo), si la conexión falla se muestra un mensaje de error, caso contrario se guardan los datos en el servidor PHP(segundo nodo),si el servidor informa que la operación ha fracasado, se muestra un mensaje de error al crear el usuario, si lo que devuelve el servidor es correcto, se procede a la evaluación del tipo de usuario que se ha registrado(cuarto nodo), si este usuario es de tipo administrador se informa a través de un mensaje, si el tipo de usuario es especialista también se informa a través de un mensaje y de esta manera el bloque de código concluye

**Complejidad ciclomática VG = Aristas - nodos + 2 = 18-15+2 = 5**

TABLA XX.  
COMPLEJIDAD CICLOMATICA: CREAR USUARIO

| Camino                   | Entrada                 | Salida                                                                     |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1, 13, F                 | A=false                 | Mensaje de error: “No se ha podido establecer la conexión con el servidor” |
| 1, 2, 12, F              | A=true, B= false        | Mensaje de error: “Error al crear usuario”                                 |
| 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, F  | A=true, B=true, C= true | Mensaje éxito: “Usuario de tipo Administrador creado”                      |
| 1, 2, 3, 4, 7, 8, 11, F  | A=true, B=true, D=true  | Mensaje éxito: “Usuario de tipo Paciente creado”                           |
| 1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, F | A=true, B=true, E=true  | Mensaje éxito: “Usuario de tipo especialista creado”                       |

## CASO N° 04: PCB-04: Cambiar estado usuario

TABLA 50 Cambiar estado Usuario

### FORMATO DE CASOS DE PRUEBA

|                         |                                                                                                                                           |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Tipo de prueba:</b>  | Unitaria (caja blanca) del método que permite cambiar de estado a un usuario                                                              |
| <b>Objetivo:</b>        | Crear usuarios de los tipos: administrador, especialista y paciente.<br>CASO N° 04: PCB-04: Cambiar estado usuario                        |
| <b>Descripción:</b>     | Datos correctos: Pulsar botón correspondiente que contiene al usuario para cambiar su estado<br>Datos incorrectos: No pulsar ningún botón |
| <b>Entradas:</b>        | Fila seleccionada<br><br>Sistema informa mediante mensaje que el cambio de estado se ha                                                   |
| <b>Salida esperada:</b> | realizado con éxito                                                                                                                       |

#### Código

```
function cambiarEstadoUsuario(idusuario) {
    event.preventDefault();
    $.ajax({
        type: "POST",
        url: "cambiarEstadoUsuario.php",
        data: { idusuario: idusuario },
        success: function (response) {
            if (response == 0) {
                var pag = sessionStorage.getItem("pag");
                var ord = sessionStorage.getItem("ord");
                var tipo_usuario = sessionStorage.getItem("tipo_usuario");
                lista(pag, ord, tipo_usuario);
                toastr.success("Estado modificado", "Ok!");
            } else {
                alert("Error al cambiar estado!");
            }
        },
        error: function () {
            alert("Error: No se ha podido establecer la conexión con el servidor!");
        }
    });
}
```

Fig. 20. Fragmento de código para cambiar estado de usuario-persona.js

Lo que se realiza en el bloque de código presentado anteriormente es la actualización del usuario manipulado por el administrador

### Grafo de flujo

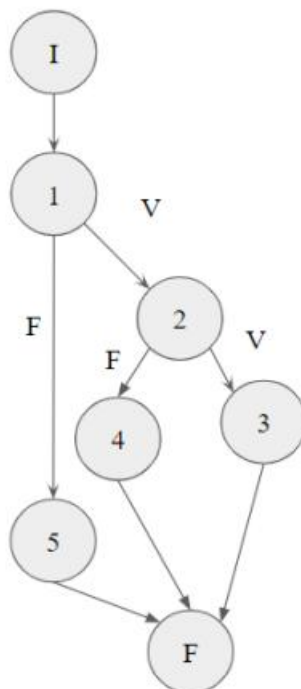


Fig. 21. Grafo de flujo- cambiar estado de usuario

El grafo presentado anteriormente indica la lógica que ha seguido para poder actualizar el estado de un usuario. Primeramente se intenta conectar el sistema con la bd por medio de Ajax(primer nodo), si la conexión falla, se muestra un mensaje de error donde se indica que ha fallado la conexión con el servidor, caso contrario se procede a evaluar la respuesta junto al servidor PHP(segundo nodo), en caso la respuesta sea negativa se procede a mostrar un mensaje en donde esto se informe que ocurrió un error al cambiar el estado. Si el servidor responde de manera positiva, se muestra un mensaje de confirmación diciendo que el estado se ha modificado y así concluye la lógica del grafo presentado.

**Complejidad ciclomática VG = Aristas - nodos + 2 = 8-7+2 = 3**

Tabla XXI.

Complejidad Ciclomática: Cambiar estado Usuario

| Camino     | Entrada          | Salida                                                                     |
|------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1, 5, F    | A=false          | Mensaje de error: “No se ha podido establecer la conexión con el servidor” |
| 1, 2, 4, F | A=true, B= false | Mensaje de error: “ Error al cambiar estado!”                              |
| 1, 2, 3, F | A=true, B=true   | Mensaje éxito: “Estado modificado”                                         |

### **CASO N° 05: PCB-05: Insertar especialista**

TABLA XXII.

INSERTAR ESPECIALISTA

| FORMATO DE CASOS DE PRUEBA |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de prueba:            | Unitaria (caja blanca) del método que permite insertar un especialista                                                                                                                                                                                                                   |
| Objetivo:                  | Registrar información de especialistas.                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                            | CASO N° 05: PCB-05: Insertar especialista                                                                                                                                                                                                                                                |
| Descripción:               | Datos correctos: Llenar al menos los campos obligatorios: DNI (solo números), nombres (solo letras), apellidos (solo letras), CMP (solo números) y RNE (solo números).<br>Datos incorrectos: Dejar incompleto los campos obligatorios. Completar con el tipo de dato que no corresponde. |
| Entradas:                  | DNI, nombres, apellidos, CMP, RNE, correo, teléfono                                                                                                                                                                                                                                      |

Salida esperada:      Mensaje de confirmación que indique que los datos del especialista se han guardado.

---

### **Fragmento de código**

```

function insertarEspecialista(tipo_usuario) {
    event.preventDefault();
    var nom = $("#txtnombres_esp").val();
    var dni = $("#txtdni_esp").val();
    var ape = $("#txtape_esp").val();
    var email = $("#txtemail_esp").val();
    var cmp = $("#txtcmp_esp").val();
    var rne = $("#txttrne_esp").val();
    var tlf = $("#txttlf_esp").val();
    var usuario=0;
    if( $('#chec_usul').prop('checked') ) {
        usuario=1;
    }

    $.ajax({
        type: "POST",
        url: "guardar.php",
        data: {
            dni: dni,
            nombres: nom,
            apellidos: ape,
            correo: email,
            cmp: cmp,
            rne: rne,
            tlf: tlf,
            tipo_usuario: tipo_usuario,
            usuario: usuario
        },
        success: function (response) {
            console.log(response);
            if (response == 0) {
                var pag = sessionStorage.getItem("pag");
                var ord = sessionStorage.getItem("ord");
                lista(pag, ord, tipo_usuario);
                $("#formulario_especialista").modal("toggle");
                $(".modal-backdrop").remove();
                limpiar();
                toastr.success("Especialista guardado", "Ok!");
            } else if (response == 2) {
                toastr.error("Especialista ya registrado", "Error!");
            } else {
                alert("Especialista: Error al registrar los datos!");
            }
        },
        error: function () {
            alert("Error: No se ha podido establecer la conexión con el servidor!");
        },
    });
}

```

Diagram annotations on the code:

- I**: Points to the `$.ajax({` line.
- 1 A**: Points to the `tipo_usuario: tipo_usuario,` line.
- 2B**: Points to the `usuario: usuario` line.
- 3**: A bracket grouping the success function body from `console.log(response);` to `limpiar();`.
- 4**: Points to the `toastr.success("Especialista guardado", "Ok!");` line.
- 5**: Points to the closing brace of the success function.
- F**: Points to the `error: function () {` line.

Fig. 22.Fragmento de código insertar especialista-persona.js

Lo que se realiza en este bloque de código consiste en enviar los datos ingresados por parte del administrador a un servidor localizado en PHP, para que este registre en la bd

## Grafo de flujo

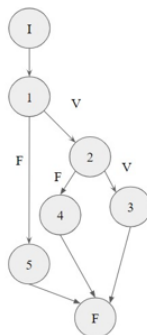


Fig. 23. Grafo de flujo:  
Insertar especialista

El grafo hace la representación lógica para poder enviar la data a in servidor en PHP, para proceder a realizar un registro de un especialista. Lo primero que se realiza es la petición al servidor de Ajax(Primer nodo), si la conexión falla, muestra un mensaje de error, donde se informa que la conexión con el servidor ha sido rechazada, si la conexión se completa se procede a brindar una evaluación con el servidor en PHP(segundo nodo), si la respuesta es incorrecta se indica que los datos del especialista no se han podido registrar, si el servidor responde de manera correcta entonces muestra un mensaje de éxito indicando que los datos del especialista están guardados y así culmina la lógica del grafo presentado.

**Complejidad ciclomática**  $VG = \text{Aristas} - \text{nodos} + 2 = 8 - 7 + 2 = 3$

Tabla XXIII.  
ESPECIALISTAS

| Camino     | Entrada          | Salida                                                                     |
|------------|------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 1, 5, F    | A=false          | Mensaje de error: “No se ha podido establecer la conexión con el servidor” |
| 1, 2, 4, F | A=true, B= false | Mensaje de error: “Especialista: ¡Error al registrar los datos!”           |

1, 2, 3, F

A=true, B=true

Mensaje

éxito:

“Especialista guardado”

### 4.2.3. Prueba de aceptación

TABLA XXIV.

PRUEBA DE ACEPTACIÓN: VALIDACIÓN DE USUARIO

| PRUEBA DE ACEPTACIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Número: 1</b></p> <p><b>Nombre de la prueba:</b> Validación del usuario</p> <p><b>Evaluación de la prueba:</b> Satisfactoria</p> <p><b>Descripción:</b></p> <p>Se autenticará que se pueda acceder al sistema web con la data del usuario correcta y su estado en modo activo.</p> <p><b>Condiciones de ejecución:</b></p> <p>El usuario debe ingresar los campos solicitado para poder entrar al sistema, el sistema no permite los campos vacíos, caso contrario se muestra un mensaje en donde se solicita que se llene, posteriormente los datos que ingresen al sistema deben ser los auténticos, sino se muestra un mensaje donde avisa que el usuario y/o contraseña no son los correctos</p> |

TABLA XXV.

PRUEBA DE ACEPTACIÓN: GESTIÓN DE PACIENTE

| PRUEBA DE ACEPTACIÓN                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Número: 2</b></p> <p><b>Nombre de la prueba:</b> Gestión de paciente</p> <p><b>Evaluación de la prueba:</b> Satisfactoria</p> <p><b>Descripción:</b></p> <p>Se comprueba que se pueda crear, modificar y eliminar un paciente</p> |

**Condiciones de ejecución:**

Cuando un paciente proceda a registrarse, no debe existir un registro con el DNI que se pretende registrar, de ser de esta manera muestra un mensaje de error diciendo que el DNI ya esta registrado, para la edición de los datos, se verifica que los campos que son de manera obligatoria no se encuentren vacíos, caso contrario no se podrá guardar los datos.

TABLA XXVI.

## PRUEBA DE ACEPTACIÓN: GESTIÓN DE ESPECIALISTA

**PRUEBA DE ACEPTACIÓN****Número: 3**

**Nombre de la prueba:** Gestión de especialista

**Evaluación de la prueba:** Satisfactoria

**Descripción:**

Se comprueba que se pueda crear, modificar y eliminar un especialista

**Condiciones de ejecución:**

Cuando un paciente proceda a registrarse, no debe existir un registro con el DNI, CMP o RNE que se pretende registrar, de ser de esta manera muestra un mensaje de error diciendo que el especialista ya está registrado, para la edición de los datos, se verifica que los campos que son de manera obligatoria no se encuentren vacíos, caso contrario no se podrá guardar los datos.

TABLA XXVII.

## PRUEBA DE ACEPTACIÓN: GESTIÓN DE ADMINISTRADOR

**PRUEBA DE ACEPTACIÓN****Número: 4**

**Nombre de la prueba:** Gestión de administrador

**Evaluación de la prueba:** Satisfactoria

**Descripción:**

Se comprueba que se pueda crear, modificar y eliminar un administrador

**Condiciones de ejecución:**

Cuando un paciente proceda a registrarse, no debe existir un registro con el DNI que se pretende registrar, de ser de esta manera muestra un mensaje de error diciendo que el DNI ya está registrado, para la edición de los datos, se verifica que los campos que son de manera obligatoria no se encuentren vacíos, caso contrario no se podrá guardar los datos.

TABLA XXVIII.

PRUEBA DE ACEPTACIÓN: PREDICCIÓN DE IMAGEN

**PRUEBA DE ACEPTACIÓN****Número: 5**

**Nombre de la prueba:** Predicción de imagen

**Evaluación de la prueba:** Satisfactoria

**Descripción:**

Se procede a verificar que la imagen que se envía al servidor contenga la aplicación realizada con Machine Learning

**Condiciones de ejecución:**

La imagen cargada debe tener formato de imagen, el sistema se encarga de validar esto, luego se verifica la conexión con el servidor de Flask si esta demora mucho, el sistema manda un mensaje y cuando la conexión con internet sea nula este proceso no se ejecutará ya que la imagen se valida con un método post a través de HTTP.

**4.3. En base a los objetivos de la investigación****4.3.1. OE1: Elaborar un algoritmo óptimo para el correcto desarrollo de la Red Neuronal Artificial.**

Para desarrollar un algoritmo óptimo para la red neuronal se hizo una comparativa de algoritmos basándose en diferentes criterios los cuales eran Aprendizaje, input Image que refiere a la data que se tenía que analizar, tiempo,

interoperación y Reusabilidad. La combinación de todo este ayuda a que el algoritmo sea explotado en todo su porcentaje para el análisis a profundidad y futuro diagnósticos de la data que se desea estudiar.

Cabe recalcar también que se hicieron diferentes procesamientos para que la data sea la adecuada al momento del entrenamiento tales como la limpieza de datos que refiere a imágenes que no cumplían con los estándares indicados por el profesional médico.

#### **4.3.2. OE2: Validar el funcionamiento de la Red Neuronal Artificial para que el profesional médico brinde un tratamiento de calidad**

Para el desarrollo de este objetivo se realizaron visitas constantes al consultorio médico para que el profesional medico nos brinde la data que se estudiaría, aparte de ello, se realizaron pruebas y testeos en acompañamiento de este, al finalizar el sistema web llamado “SISPRE”, se realizó una encuesta al profesional médico para verificar si cumplía con todos los requerimientos solicitados.

#### **4.3.3. OE3: Corroborar la efectividad del Sistema Basado en conocimiento para brindar un diagnóstico certero.**

Para el desarrollo de este objetivo, se tuvo en cuenta el porcentaje que la neurona mostraba en los resultados, un porcentaje significativo de aprobación refiere al 75% de este, para brindar un diagnóstico certero y tratamiento de calidad se hizo una comparativa del método tradicional para detectar preeclampsia y otro con el procesamiento del sistema basado en conocimiento, brindando resultados iguales con una reducción significativa en el tiempo de diagnóstico.

### **4.4. Impactos esperados**

#### **4.4.1. Impactos económicos**

El desarrollo del sistema basado en conocimiento llamado “SISPRE” tuvo un impacto económico al momento de reducir los tiempos de diagnósticos, ya que los pacientes eran atendidos de manera significativamente más rápida sin perder la calidad del diagnóstico hubo un incremento de pacientes en el centro médico.

#### **4.4.2. Impactos sociales**

Al momento de desarrollar un sistema basado en conocimiento, algunos pacientes se quedaban asombrados por el proceso de su diagnóstico, estos comentarios se expandían y el centro médico incrementaba su productividad significativamente.

#### **4.4.3. Impactos en tecnología**

Ya se han realizado sistemas basados en conocimientos para diagnóstico de enfermedades, pero específicamente en Perú no se ha encontrado ninguno, por ello esto es un avance de como la tecnología se puede implementar en la rama médica para beneficiarla de manera muy marcada

#### **4.4.4. Impactos ambientales**

Algunos pacientes veían sus diagnósticos en la plataforma web cosa que así se reducía las hojas necesarias para el informe médico, teniendo así un impacto de manera ambiental

#### **4.4.5. Impactos en la formación de cadenas productivas**

Se tiene un impacto inicial en la reputación del centro médico, esto conlleva a la satisfacción tanto de los clientes, como del profesional médico aumentando así la confiabilidad y aumento productivo, se mejora la economía del centro médico y con todos estos beneficios a favor si se pretende realizar una cadena comercial, esta nueva sede va a comenzar con todos los beneficios obtenidos por su sucursal principal.

### **4.5. Discusión**

En el trabajo de investigación realizado, con la finalidad de obtener un algoritmo idóneo de la neurona artificial para analizar la data requerida, se obtuvo un algoritmo que se acomoda necesariamente a la problemática que se desea dar frente.

El algoritmo empleado por Coronado [27] quien en el modelado realizaba clasificaciones de imágenes, a diferencia de la presente investigación, el autor se apoya de autocodificadores debido a los recursos que obtenía. Por otra parte, al momento de analizar los algoritmos se manifestó que el algoritmo tomado es el adecuado para tratar problemas de clasificación de imágenes más aún cuando es necesario el aprendizaje de la red sea supervisado, ya que la técnica de Coronado apoya esta.

Para validar el funcionamiento de la red Neuronal Artificial para que el profesional médico brinde un tratamiento de calidad nos referimos a que tal útil es el sistema basado en conocimiento para ellos, por eso con ayuda del modelo de aceptación tecnológica pudimos obtener una calificación de 37 puntos referentes a los 42 puntos máximos que se pueden alcanzar, alcanzando así “Sispre” una percepción de “muy útil” en utilidad y “muy fácil” en usabilidad evidenciando que los profesionales médicos tienen confiabilidad en nuestro sistema para iniciar un tratamiento. Hay muchas más maneras de obtener una asimilación en una propuesta tecnológica, como por ejemplo la muestra brindada por el autor Rodríguez [28] el cual por medio del método Servqual obtuvo un porcentaje de 78% en satisfacción por medio de los clientes con la implementación del software que este desarrolló. Con lo mencionado anteriormente podemos concluir que toda propuesta tecnológica debe ser validada por un método que pueda determinar el grado de asimilación y aceptación que este tenga.

Con la finalidad de corroborar la efectividad del Sistema basado en conocimiento para brindar un diagnóstico certero nos tenemos que basar en el porcentaje de sensibilidad ya que si este es alto el paciente es propenso a desarrollar una preeclampsia, por ello se realizó una matriz de confusión la cual nos arrojaba porcentajes de sensibilidad en un 87.15%, especificidad en un 72.48% y finalmente una precisión de 79.83%, validando también los falsos y verdaderos positivos y negativos se obtuvo que de 19 imágenes que presentan “preeclampsia”, el sistema marco con esta enfermedad 16 de estas, siendo un resultado altamente favorable, los resultados presentados por la autora Gamboa [29], quien obtuvo la manera para diagnosticar micosis en etapa preliminar a través de imágenes digitales trabajando con redes convolucionales y entrenamiento de datos (900 específicamente). El nivel de precisión se ve influenciado en diferentes factores como el tamaño de la imagen que se va a realizar, así como también la cantidad de píxeles.

## **V. CONCLUSIONES**

Al desarrollar el sistema basado en conocimiento para identificar preeclampsia en pacientes del consultorio médico ECO MUJER en Chiclayo para la presente tesis podemos concluir lo siguiente:

Al momento de la comparación de algoritmos de Machine Learning se identificó a Convolutional Neural Networks como el más idóneo para nuestro modelado, el cual alcanzó un porcentaje relativo con los diferentes criterios aplicados, también dicho algoritmo tuvo la facilidad de ajustarse a la solución brindada para tratar la problemática que se deseaba tratar.

En un escenario relativo, de una cantidad de data considerable, en donde se tomaron en cuenta estudio de 19 imágenes presentes con preeclampsia, se pudieron predecir correctamente 16 las cuales refieren a que el porcentaje de verdaderos positivos son confiables, diciéndonos que “SISPRE” tiene un alto grado de confiabilidad en resultados positivos.

Finalmente podemos concluir que con los resultados obtenidos al momento de realizar el modelo de propuesto de aceptación tecnológica TAM, “SISPRE” obtuvo una puntuación de 37 puntos de 42 máximos ubicándolo en el quintil 5 diciéndonos que este es útil para los especialistas médicos y también fácil de usar.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Tras la finalización del presente trabajo de investigación y desarrollo de sistema basado en conocimiento para identificar preeclampsia en pacientes del consultorio médico Eco Mujer en Chiclayo, podemos recomendar para futuras investigaciones lo siguiente:

Para la validación de las imágenes cuando se tenga un proyecto parecido o de mayor envergadura, se sugiere tener una data limpia y amplia para el estudio, para mejores resultados aumentar las capas y épocas de entrenamiento al momento de la implementación.

Se recomienda también trabajar con aplicaciones nativas en el caso de móviles, ya que con esto podemos aprovechar a gran envergadura el avance de la tecnología por lo mismo que hay más usuarios con acceso a celulares que a computadoras.

Para la creación del modelado y sistema web, se recomienda la programación en un lenguaje relativamente conocido y no uno que recién está creciendo, ya que se puede encontrar más soluciones en documentaciones antiguas.

## VII. REFERENCIAS

- [1] A.-B. Mona , S. Hossein, P. Reihaneh, G. Latif, G. Milad y M. Reza, «Differential expression of Hsa-miR-517a/b in placental tissue may contribute to the pathogenesis of preeclampsia,» *Original Investigation*, n° 22, p. 273, 2021.
- [2] K. Linghua, C. Xinxia , L. Yajun, F. Yvonne, G. Mika y C. Lavabratt, «Association of Preeclampsia and Perinatal Complications With Offspring Neurodevelopmental and Psychiatric Disorders,» *JAMA Network*, p. 1, 2022.
- [3] N. Somayedh y S. Moostafa, «Susceptibility to preeclampsia is associated with a 50-bp insertion/deletion polymorphism at the promoter region of the SOD1 gene,» *Original Investigation*, p. 268, 2021.
- [4] L. Yiwei, C. Can, D. Mengyuan, W. Yanli, Z. Ying y H. Wei, «Gene model-related m6A expression levels predict the risk of preeclampsia,» *BMC Medical Genomics*, vol. 15, n° 1, p. 1, 2022.
- [5] E. Guevara Rios, «LA PREECLAMPSIA, PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA,» *Revista Peruana de Investigación Materno Prenatal*, vol. 8, n° 2, pp. 7-8, 2019.
- [6] Ministerio de Salud del Perú, «dge.gob,» 03 noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/boletines/2018/44.pdf>. [Último acceso: 12 Mayo 2022].
- [7] J. Giarrantano y G. Riley, ««Introducción a lo sistemas expertos,» *de Sistemas expertos. Principios y propagación*, p. 2, 2001.
- [8] P. Amir Jamshidnezhad , M. Seyed Mohsen Hosseini, P. Javad Mohammadi-Asl y M. Mandana Mahmudi, «Un sistema inteligente de cribado prenatal para la predicción de Trisomía-21,» *Informatics in Medicine Unlocked*, p. 1, 2021.
- [9] S. Wang, J. Xu, A. Tahmasebi, K. Daniels, J.-B. Liu, J. Curry, E. Cottrill, A. Lyshchik y J. Eisenbrey, «Incorporation of a Machine Learning Algorithm With Object Detection Within the Thyroid Imaging Reporting and Data System Improves the Diagnosis of Genetic Risk,» *Frontiers in Oncology*, vol. 10, p. 1, 2020.
- [10] M. Ihssan, A. Admin, A. Ali y A. Sami, «A hybrid deep learning approach towards building an intelligent system for pneumonia detection in chest X-ray images,» *Revista Internacional de Ingeniería Eléctrica e Informática*, vol. 11, p. 5530, 2021.

- [11] A. Vidal, A. J. Lopez Riero, M. M. Merino Acera, M. J. Ruiz García y O. Arranz García, «Designing an Intelligent Virtual Educational System to Improve the Efficiency of Primary Education in Developing Countries,» *electronics*, vol. 11, p. 1487, 2022.
- [12] J. Rodriguez Torpoco, «Implementación de un sistema experto para el diagnóstico de neumonía en niños menores de 5 años en el centro de Salud Juan Parra del riego de Huancayo,» 2017.
- [13] J. Rodriguez Paredes, «Desarrollo de un sistema experto basado en reglas para el tratamiento preventivo correctivo de enfermedades gastrointestinales en mascotas caninas para la Sociedad protectora de Animales Sueño Compartido,» p. 10, 2018.
- [14] J. Ramón Cueva, «SISTEMA INTELIGENTE PARA APOYAR AL ANÁLISIS MAMOGRAFICO EN LA DETECCIÓN DE TUMORES DE MAMA FEMENINO ENTRE LAS EDADES DE 40 A 60 AÑOS EN EL HOSPITAL “LAS MERCEDES” DE CHICLAYO,» p. 8, 2021.
- [15] J. Reaño Cobeñas, «SISTEMA INTELIGENTE PARA LA IDENTIFICACIÓN DE DERMATOFITOSIS EN PACIENTES DE UN CENTRO DERMATOLÓGICO DE LA CIUDAD DE CHICLAYO,» p. 8, 2021.
- [16] H. Hala, «Artificial intelligence: what it was and what it is for,» *International Journal of Advanced Computing and Applications*, vol. 11, nº 6, p. 76, 2020.
- [17] M. J. Agüero, L. J. Ibañez y S. Badaró, «Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones,» *Ciencia y Tecnología*, nº 13, pp. 349-364, 2013.
- [18] A. J. Serrano, E. Soria y J. D. Martín, «Redes Neuronales Artificiales,» *Open VourseWare*, vol. 1, p. 135, 2010.
- [19] R. Gonzales Duque, «Python para todos,» *Creative Commons Reconocimiento*, vol. 1, p. 160, 2010.
- [20] F. Gary Cunningham, K. J. Lenevo, S. L. Bloom, J. S. Dashe, B. L. Hoffman, B. M. Casey y C. Y. Spong , «Williams Obstetricia,» *MC Graw Hill Education*, vol. 25, p. 711, 2019.
- [21] J. McCall, P. Richards y C. Walters, «Factors in Software Quality,» *General Electric Company*, 1997.
- [22] K. Linghua, C. Xinxia, L. Yajun, F. Yvonne, G. Mika y C. Lavabratt, «Association of preeclampsia and Perinatal Complications With offspring Neurodevelopmental and Psychiatric,» p. 268, 2021.

- [23] N. Somayedth y S. Moostafa, «Susceptibility to preeclampsia is associated with a 50-bp insertion/deletion polymorphism at the promoter region of the SOD gene,» *Original Investigation*, p. 268, 2021.
- [24] «Opencv,» opencv, 2020. [En línea]. Available: <https://opencv.org/>..
- [25] M. Maher, Medium, 2020. [En línea]. Available: <https://medium.com/analytics-vidhya/understanding-a-mouse-is-like-smelling-the-color-9-fe74534f4579..>
- [26] D. F., «Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology,» *MIS Quarterly*, vol. XIII, n° 3, p. 319, 1989.
- [27] R. Coronado, «Reconocimiento de patrones en imágenes no dermatoscópicas para la detección de enfermedades malignas en la piel, utilizando redes neuronales convolutivas y autocodificadores,» Arequipa, 2018..
- [28] J. Rodriguez, «Modelo de Gestión de Riesgos de Tecnologías de la información como apoyo en la continuidad del negocio en una empresa que brinda software como servicio,» Chiclayo, 2019.
- [29] J. Gamboa, «Aplicación móvil para el diagnóstico preliminar de micosis superficiales a través de fotografías digitales,» Lima, 2018.

## VIII. ANEXOS

**ANEXO N° 01. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO  
ACREDITABLE DE LA ENTIDAD DONDE SE EJECUTÓ LA TESIS**



**Ecografías 2D, 3D, 4D, 5D**

- ✓ Doppler
- ✓ Transvaginales
- ✓ Obstétricas
- ✓ Morfológicas
- ✓ I, II, III Trimestre
- ✓ Genética
- ✓ Pélvicas
- ✓ Mamarias
- ✓ Abdominales
- ✓ Renales
- ✓ Prostáticas
- ✓ Partes blandas

**Además**

- ✓ Descarte de Embarazo
- ✓ Consultas Obstétricas
- ✓ Consultas Ginecológicas
- ✓ Controles Prenatales
- ✓ Planificación Familiar
- ✓ Ovario Poliquístico
- ✓ Papanicolaou
- ✓ Atención de Partos
- ✓ Cesáreas
- ✓ Consejería
- ✓ Seguimiento Ovulatorio

**Análisis Clínicos**



**Eco Mujer\***  
...una mujer que sabe de mujeres...!!!

*Mg. Elisa María Ysabel Cumpa Castillo*  
C.O.P. 6519

**X. ANEXOS**

**ANEXO N° 01. CARTA DE ACEPTACIÓN DE LA INSTITUCIÓN  
PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

Chiclayo, 01 Marzo del 2022

**CARTA N°001 – 2022**

Señor  
Ing. Huilder Mera Castro  
Director de Escuela  
**INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

Por este medio de la presente haga constatar que el estudiante **CELIS CUMPA, KEVIN ROLDAN** identificado con **DNI 72552003**, de la escuela de **INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**, ha sido aceptado en nuestra empresa para llevar a cabo la realización de su proyecto de tesis.

Para la continuidad del proyecto del alumno en mención, le brindamos la información necesaria, las facilidades pertinentes, permisos y apoyo que amerite el caso.

**ATENTAMENTE**



*Elisa María Ysabel Cumpa Castillo*  
ESPECIALISTA EN ECOGRAFÍA OBSTÉTRICA  
COP. 6519

**Obst. Elisa María Ysabel Cumpa Castillo**  
**GERENTE**

 **Eco Mujer EIRL**

**Calle Alfonso Ugarte N° 620 - Chiclayo - Lambayeque**  
Telf.: 074-326908 / Cel. 961 638 411

## **ANEXO° 02. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**PARTICIPANTE:** Elisa María Ysabel Cumpa Castillo

**ENTREVISTADOR:** Kevin Roldan Celis Cumpa

**OBJETIVOS:** Conocer la realidad de la empresa

**FECHA:** 12 de mayo del 2022

### **1.- ¿Lugar de procedencia de sus pacientes?**

- Tumbes
- Piura
- Lambayeque
- La Libertad
- Cajamarca
- San Martin

Esas localidades son las más comunes, pero a lo largo que llevo atendiendo en este centro médico, he recibido pacientes de gran parte del Perú

### **2.- ¿Con que frecuencia suele tener pacientes con riesgos de preeclampsia?**

Mediana Frecuencia

### **3.- ¿Es engorroso diagnosticar la preeclampsia?**

Pues sí, incluso muy difícil para los ecografistas que no tienen la experticia en manejo del Doppler Obstétrico

### **4.- ¿Para una persona con poca experiencia en diagnósticos de preeclampsia, que tanto se le dificultaría en brindar uno?**

40 minutos a una hora

### **5.- ¿La preeclampsia se puede analizar con imágenes?**

Si, mediante la visualización de la forma de la onda de las arterias uterinas

### **6.- ¿Influye el ángulo de la muestra ecográfica?**

Claro que sí, la ecografía se ha convertido en una ayuda diagnóstica muy importante para el campo de la Obstetricia

### **7.- ¿Utiliza algún dispositivo tecnológico que colabore en su trabajo?**

Si, un ecógrafo y un dispositivo que contenga internet para poder acceder a las calculadoras fetales

**8.- ¿Emplea algún tipo de software o aplicación?**

Sí

**9.- ¿Creería usted certero el diagnóstico de una inteligencia Artificial para posible preeclampsia o prefiere de un profesional médico?**

Muy certero ya que me ayudaría en la precisión y rapidez en el Diagnóstico

**10.- ¿Si la Inteligencia Artificial daría diagnósticos certeros, usaría esa tecnología en su consultorio médico?**

Claro que sí

**ANEXO N° 03. ENTREVISTA PARA CONOCER LA REALIDAD DE LA EMPRESA**

**PARTICIPANTE:** Elisa María Ysabel Cumpa Castillo

**ENTREVISTADOR:** Kevin Roldan Celis Cumpa

**OBJETIVOS:** Conocer la realidad de la empresa

**FECHA:** 12 de mayo del 2022

**1.- ¿Cómo inicia el proceso para diagnosticar la enfermedad?**

Por lo general los pacientes se presentan a nuestro centro ecográfico, ya cuando llegan a nuestro consultorio nos indican el tipo de ecografía que requieren, se procede con el gestograma preguntarle la fecha de su última regla y se sugiere la ecografía que este acorde a su fecha probable de parto, muchas veces sucede que vienen por una ecografía y se terminan realizando otra(por falta de información), ya adentro la doctora se encarga de realizar el diagnóstico, historia clínica y si el paciente necesita medicación se le brindan muestras médicas.

**2.- ¿Si el paciente vuelve a su centro obstétrico, es fácil encontrar su historia clínica?**

La verdad que tenemos varios archivadores con los diferentes rangos de letras, estos rangos indican el primer apellido del paciente(paterno) y se procede a buscar su historia clínica es un proceso que puede tardar entre 3 a 5 minutos.

**3.- ¿Las ecografías genéticas, son frecuentes?**

La verdad que sí, ese tipo de ecografía si es frecuente, ahora ecografías genéticas en donde se detecte preeclampsia, la verdad ahí si no sabría decirle porque ese proceso es netamente del profesional médico

#### **4.- ¿Cómo es el proceso de diagnóstico de preeclampsia?**

Primero se inicia con la ecografía genética, se hace la ecografía y se miden las arterias uterinas, en estas se ven la anomalía por medio de la ecografía, se toman unas medidas tanto a la arteria uterina derecha como la izquierda y la medidas arrojadas son ingresadas a una calculadora que esta nos indica si el índice de pulsatilidad es alto o no, si es afirmativo es propenso a desarrollar preeclampsia y para evitar es necesario llevar un tratamiento ya que si la paciente se encuentra con preeclampsia, se tiene que interrumpir el embarazo

#### **5.- ¿Todo el proceso se realiza en el mismo consultorio?**

Claro que sí, solamente la interrupción del embarazo eso se tiene que hacer en una clínica.

#### **6.- ¿Qué otros procesos se realizan?**

Todo tipo de ecografías, Papanicolau, también se realizan partos naturales o por cesárea controles de embarazo, examen de sangre, orina, entre otros procesos.

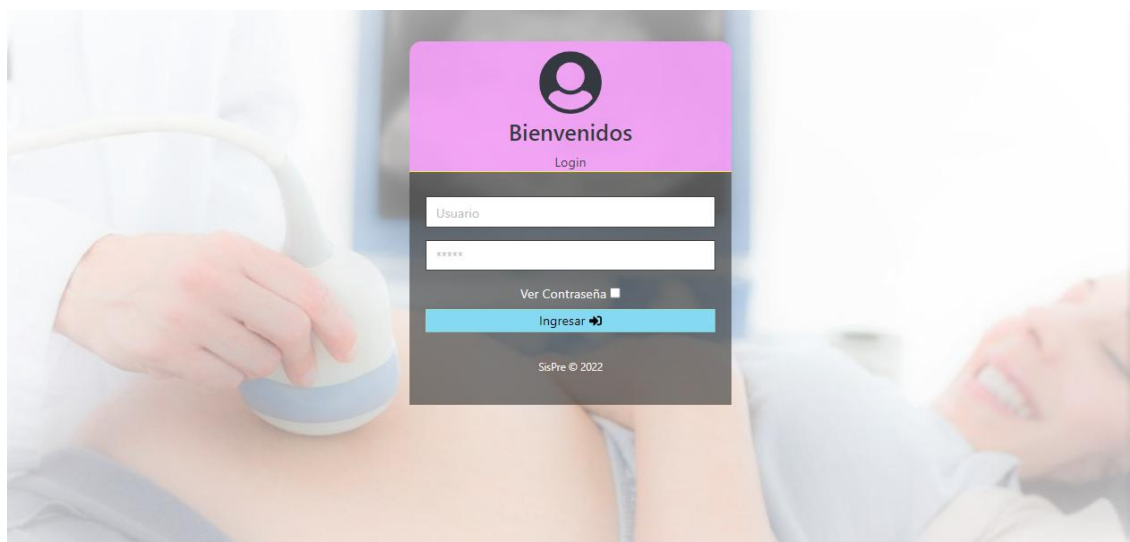
### **ANEXO N° 04. MANUAL DE USUARIO**

#### **SISPRE**

La finalidad presente en este manual de usuario es brindar conocimiento total de nuestro sistema web al usuario que lo desee usar.

En el presente manual se evidenciará procesos como Logueo, registros, actualizaciones, subir imágenes, editar, eliminar y reportes.

#### **Logueo del Sistema**



*Fig. 24. Logueo del Sistema*

Para ingresar al sistema lo que se tiene que realizar es lo siguiente:

1. Obtener unas credenciales brindadas por el administrador del sistema
2. Ingresar el usuario en la primera casilla llamada “usuario”
3. Ingresar la contraseña en la casilla denominada “contraseña”
4. Hacer click en el botón “ingresar”

NOTAS:

- Si se desea ver la contraseña, clickear el cuadro blanco al costado de la palabra “ver contraseña”

### Registro de Administradores:

| SP   SISPRE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |           |                 |                |          |        |    |            |         |           |          |          |  |    |          |         |                 |                |          |        |    |           |       |             |              |          |        |    |          |           |                 |           |          |        |     |          |       |       |           |          |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------------|----------------|----------|--------|----|------------|---------|-----------|----------|----------|--|----|----------|---------|-----------------|----------------|----------|--------|----|-----------|-------|-------------|--------------|----------|--------|----|----------|-----------|-----------------|-----------|----------|--------|-----|----------|-------|-------|-----------|----------|--------|
| <div> <div>  KEVIN CÉLIS CUMPA </div> <div> Mantenimiento Administradores Usuarios Especialistas Operaciones Reportes </div> </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            |           |                 |                |          |        |    |            |         |           |          |          |  |    |          |         |                 |                |          |        |    |           |       |             |              |          |        |    |          |           |                 |           |          |        |     |          |       |       |           |          |        |
| Registros                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |           |                 |                |          |        |    |            |         |           |          |          |  |    |          |         |                 |                |          |        |    |           |       |             |              |          |        |    |          |           |                 |           |          |        |     |          |       |       |           |          |        |
| <div>Nuevo Registro</div> <div>Campo de búsqueda</div> <table> <tr> <th>Id</th><th>DNI/Doc.Id</th><th>Nombres</th><th>Apellidos</th><th>Teléfono</th><th colspan="2">Acciones</th></tr> <tr> <td>11</td><td>87878787</td><td>Ignacio</td><td>Cardozo Baladán</td><td>65454777777777</td><td>Eliminar</td><td>Editar</td></tr> <tr> <td>15</td><td>101010908</td><td>Kevin</td><td>Célis Cumpa</td><td>Sin teléfono</td><td>Eliminar</td><td>Editar</td></tr> <tr> <td>23</td><td>28756390</td><td>Francisco</td><td>Salazar Salazar</td><td>985423183</td><td>Eliminar</td><td>Editar</td></tr> <tr> <td>154</td><td>72552003</td><td>kevin</td><td>cells</td><td>148544852</td><td>Eliminar</td><td>Editar</td></tr> </table> <div>1</div> |            |           |                 |                |          |        | Id | DNI/Doc.Id | Nombres | Apellidos | Teléfono | Acciones |  | 11 | 87878787 | Ignacio | Cardozo Baladán | 65454777777777 | Eliminar | Editar | 15 | 101010908 | Kevin | Célis Cumpa | Sin teléfono | Eliminar | Editar | 23 | 28756390 | Francisco | Salazar Salazar | 985423183 | Eliminar | Editar | 154 | 72552003 | kevin | cells | 148544852 | Eliminar | Editar |
| Id                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DNI/Doc.Id | Nombres   | Apellidos       | Teléfono       | Acciones |        |    |            |         |           |          |          |  |    |          |         |                 |                |          |        |    |           |       |             |              |          |        |    |          |           |                 |           |          |        |     |          |       |       |           |          |        |
| 11                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 87878787   | Ignacio   | Cardozo Baladán | 65454777777777 | Eliminar | Editar |    |            |         |           |          |          |  |    |          |         |                 |                |          |        |    |           |       |             |              |          |        |    |          |           |                 |           |          |        |     |          |       |       |           |          |        |
| 15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 101010908  | Kevin     | Célis Cumpa     | Sin teléfono   | Eliminar | Editar |    |            |         |           |          |          |  |    |          |         |                 |                |          |        |    |           |       |             |              |          |        |    |          |           |                 |           |          |        |     |          |       |       |           |          |        |
| 23                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 28756390   | Francisco | Salazar Salazar | 985423183      | Eliminar | Editar |    |            |         |           |          |          |  |    |          |         |                 |                |          |        |    |           |       |             |              |          |        |    |          |           |                 |           |          |        |     |          |       |       |           |          |        |
| 154                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 72552003   | kevin     | cells           | 148544852      | Eliminar | Editar |    |            |         |           |          |          |  |    |          |         |                 |                |          |        |    |           |       |             |              |          |        |    |          |           |                 |           |          |        |     |          |       |       |           |          |        |

*Fig. 25. Registro de Administradores*

Para realizar un registro de administrador se tiene que primero estar en el módulo Mantenimiento>Administradores, hacer click en el botón verde que diga “Nuevo registro”, en donde aparecerá la siguiente interfaz:

The screenshot shows the 'Nuevo Administrador' form in the SP | SISPRE system. The form is a modal window with the following fields and options:

- DNI/Doc.Id**: Text input field.
- Nombres**: Text input field.
- Apellidos**: Text input field.
- Correo**: Text input field.
- Teléfono**: Text input field.
- ☐ **Crear Usuario**: Checkbox option.
- Guardar**: Button to save the record.

The background shows the 'Registros' table with the following data:

| Id  | DNI/Doc.Id |
|-----|------------|
| 11  | 87878787   |
| 15  | 101010908  |
| 23  | 28756390   |
| 154 | 72552003   |

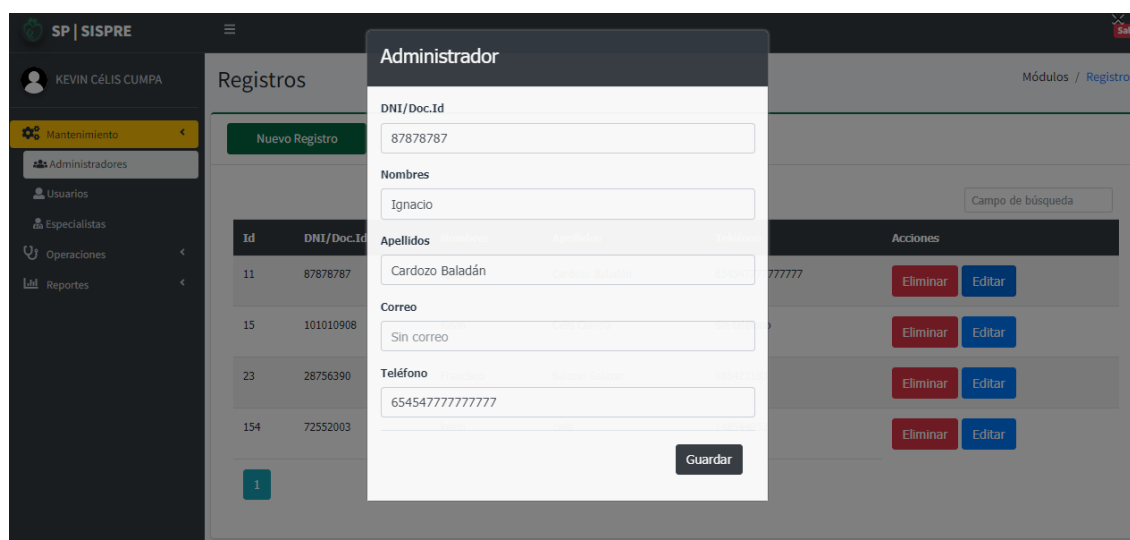
*Fig. 26. Nuevo Administrador*

#### Pasos:

1. Ingresar Dni / Documento de identidad en la casilla correspondiente
2. Ingresar Nombres en la casilla correspondiente
3. Ingresar apellidos en la casilla correspondiente
4. Ingresar correo en la casilla correspondiente
5. Ingresar teléfono en la casilla correspondiente
6. Hacer click en la casilla denominada “Crear Usuario”
7. Hacer click en el botón gris llamado “Guardar”

#### **Editar Administradores:**

En el apartado Mantenimiento>Administradores hacer click en el botón azul “Editar” en donde aparecerá el siguiente apartado



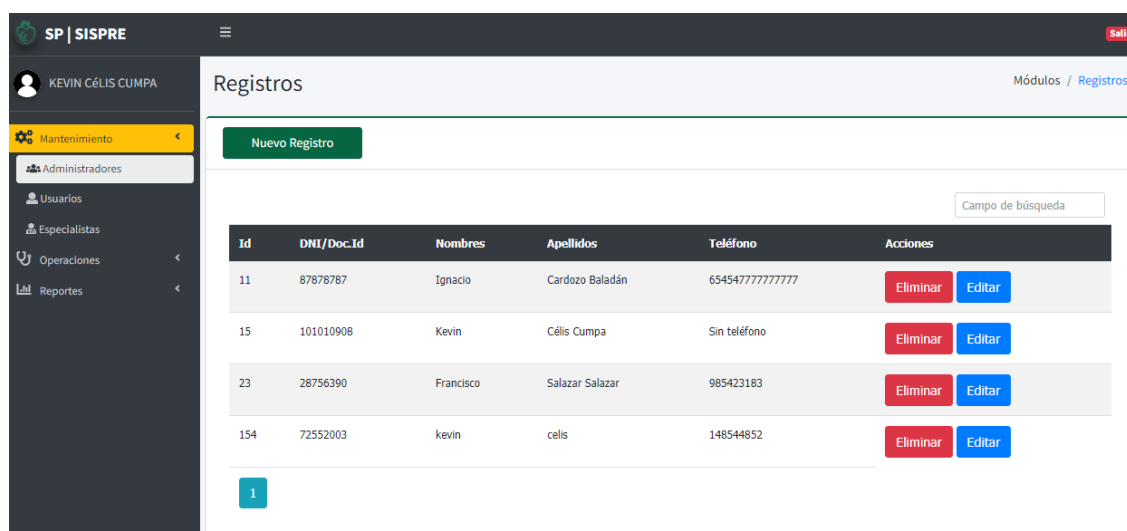
*Fig. 27. Editar Administrador*

#### Pasos:

1. Si se desea editar el DNI o Documento de identidad, reemplazar el valor en la casilla requerida
2. Si se desea editar el Nombre reemplazar el valor en la casilla requerida.
3. Si se desea editar el Apellido reemplazar el valor en la casilla requerida.
4. Si se desea editar el Correo reemplazar el valor en la casilla requerida.
5. Si se desea editar el Teléfono reemplazar el valor en la casilla requerida.
6. Hacer click en el botón gris llamado “Guardar”

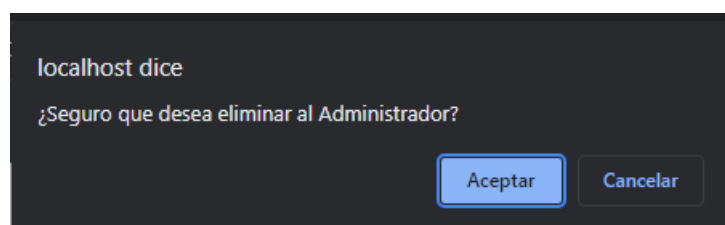
#### **Eliminar Administradores:**

En el apartado mantenimiento>Administradores hacer click en el botón rojo que dice “Eliminar”



*Fig. 28. Interfaz de Administrador*

En donde aparecerá la siguiente ventana emergente:



*Fig. 29. Cuadro de confirmación*

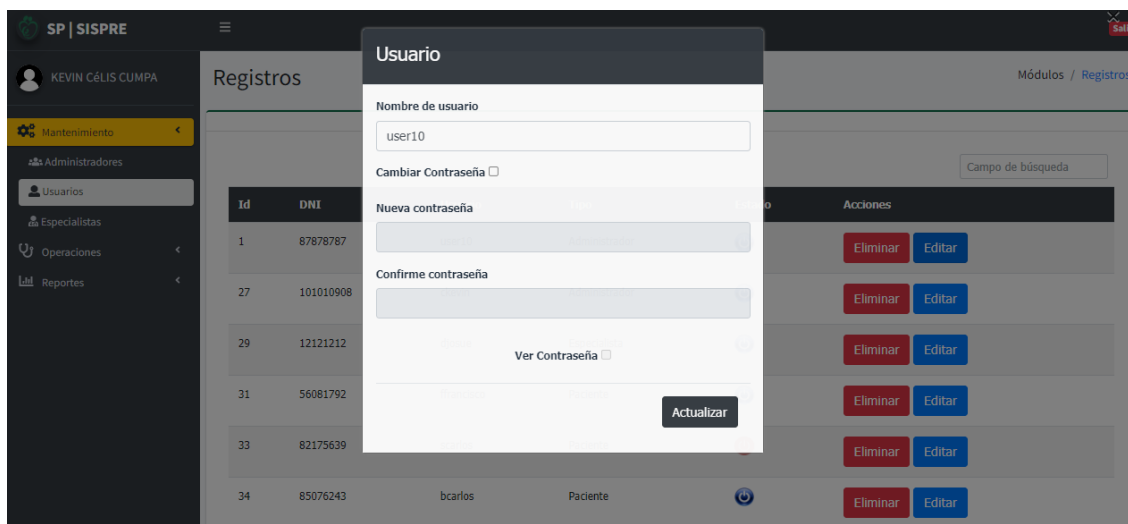
Pasos:

1. Si se desea eliminar un administrador, se clickea el botón “Aceptar”
2. Si se desea cancelar el proceso se clickea el botón “Cancelar”

**Usuarios:**

**Editar Usuarios:**

En el apartado Mantenimiento>Usuarios hacer click en el botón azul “Editar” en donde aparecerá el siguiente apartado



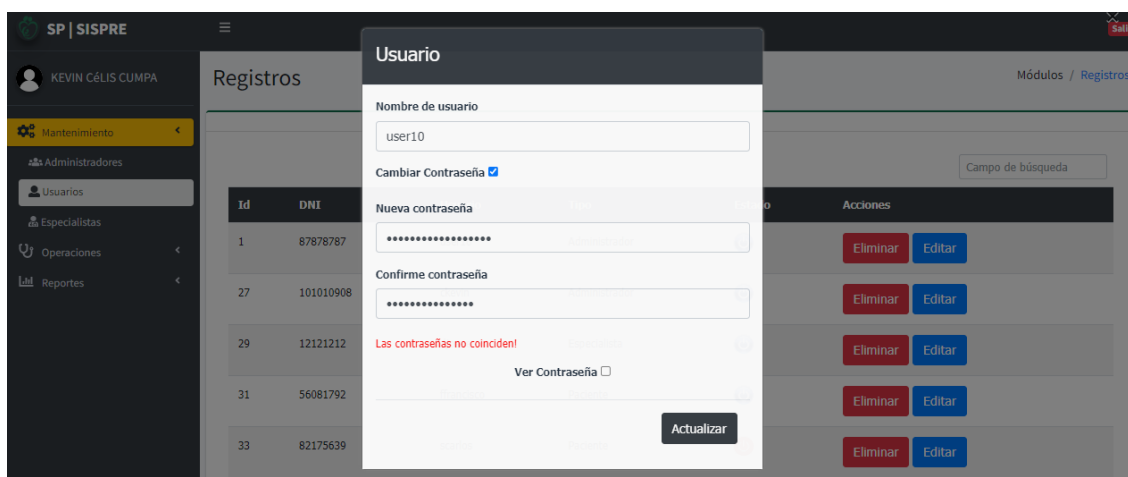
*Fig. 30. Interfaz editar usuario*

#### Pasos:

1. Si se desea editar el nombre de usuario, reemplazar el valor en la casilla requerida.
2. Si se desea cambiar la contraseña, se clickea la casilla llamada “Cambiar Contraseña”
3. Se procede a ingresar una nueva contraseña en la casilla requerida
4. Se procede a volver a escribir la contraseña en la casilla requerida
5. Clickear el botón gris llamado “Actualizar”

#### Notas:

- Si se desea ver las contraseñas, marcas la casilla denominada “ver Contraseñas”
- Si las contraseñas no coinciden el sistema alertará con un mensaje diciendo “las contraseñas no coinciden”



*Fig. 31. Editar usuario*

#### Eliminar Administradores:

En el apartado mantenimiento>Usuarios hacer click en el botón rojo que dice “Eliminar”

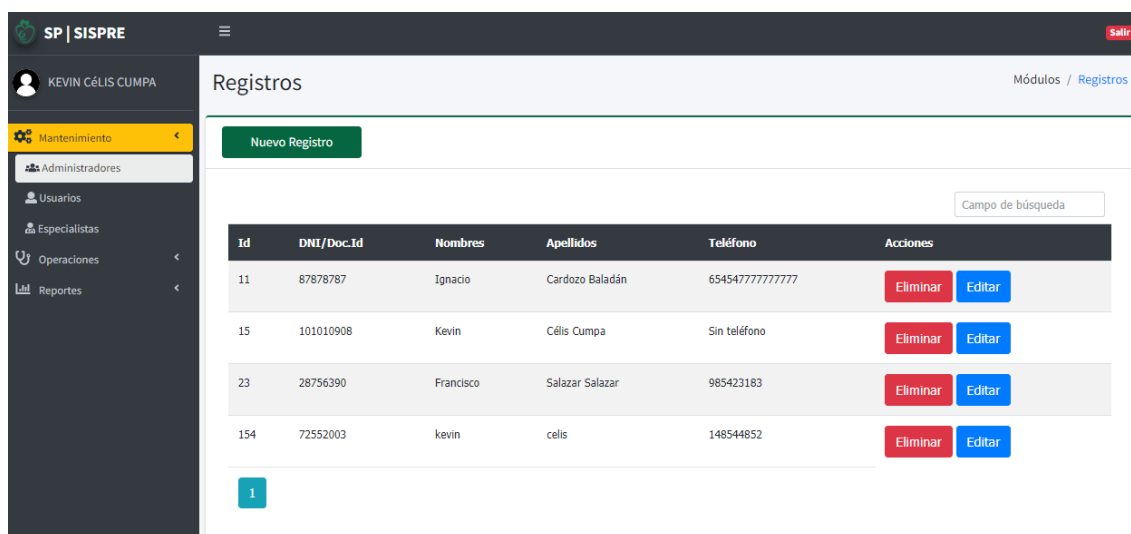


Fig. 32. Interfaz administrador

En donde aparecerá la siguiente ventana emergente:

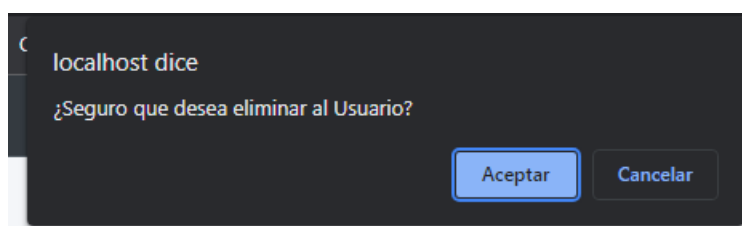


Fig. 33. Cuadro de confirmación

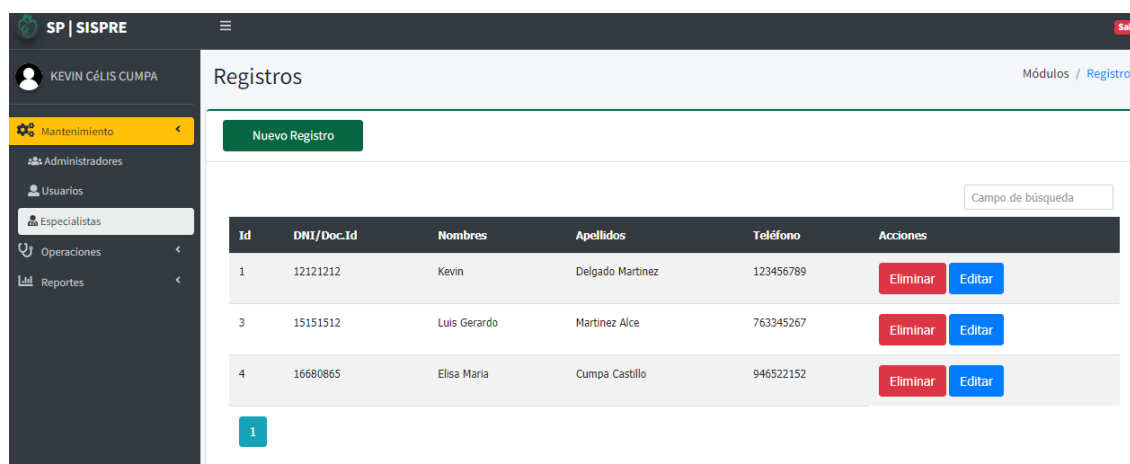
Pasos:

1. Si se desea eliminar un usuario, se clickea el botón “Aceptar”
2. Si se desea cancelar el proceso se clickea el botón “Cancelar”

## Especialistas

### Registrar Especialistas:

En el módulo Mantenimiento>Especialistas hacer click en el botón verde llamado “Nuevo Registro”



*Fig. 34. Interfaz especialista*

En donde aparecerá la siguiente interfaz:

**Especialista**

DNI

CMP RNE

Nombres

Apellidos

Correo

Teléfono

☐ Crear Usuario

Guardar

*Fig. 35. Cuadro de especialista*

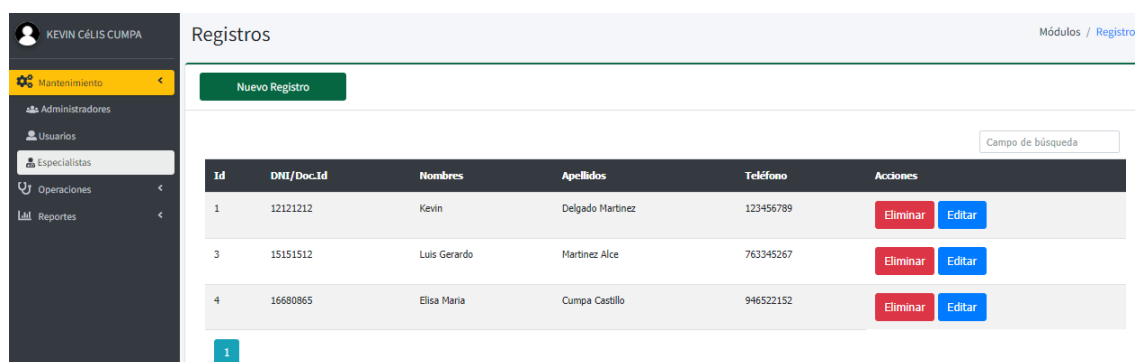
Pasos:

1. Ingresar Dni / Documento de identidad en la casilla correspondiente
2. Ingresar el CMP (Código médico del Perú) en la casilla correspondiente
3. Ingresar el RNE(Registro nacional de especialista) en la casilla correspondiente

4. Ingresar los Nombres en la casilla correspondiente
5. Ingresar el apellido en la casilla correspondiente
6. Ingresar correo en la casilla correspondiente
7. Ingresar teléfono en la casilla correspondiente
8. Hacer click en la casilla denominada “Crear Usuario”
9. Hacer click en el botón gris llamado “Guardar”

### Editar Especialistas:

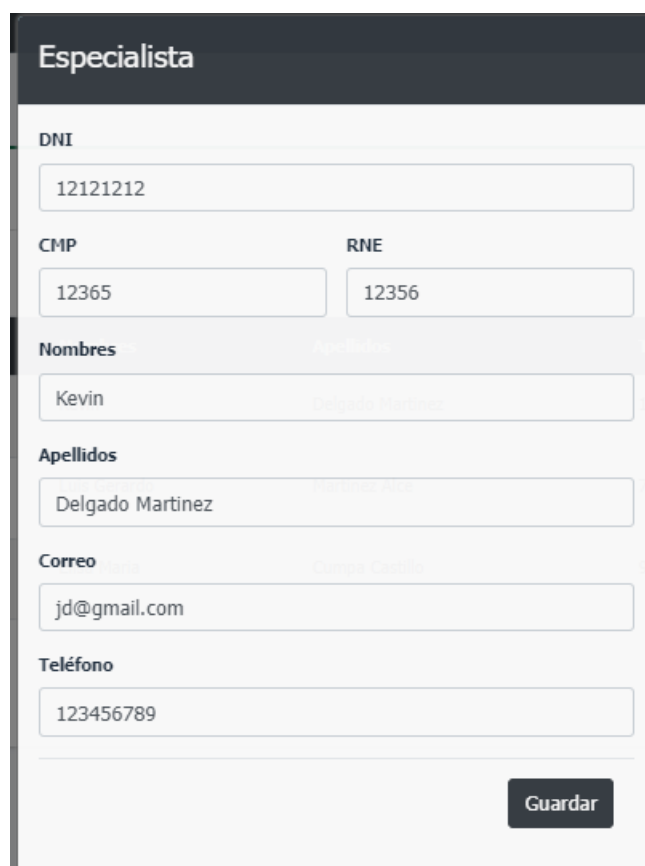
En el módulo Mantenimiento>Especialistas hacer click en el botón azul llamado “Editar”



| Id | DNI/Doc.Id | Nombres      | Apellidos        | Teléfono  | Acciones                                        |
|----|------------|--------------|------------------|-----------|-------------------------------------------------|
| 1  | 12121212   | Kevin        | Delgado Martinez | 123456789 | <a href="#">Eliminar</a> <a href="#">Editar</a> |
| 3  | 15151512   | Luis Gerardo | Martinez Alce    | 763345267 | <a href="#">Eliminar</a> <a href="#">Editar</a> |
| 4  | 16680865   | Elisa Maria  | Cumpa Castillo   | 946522152 | <a href="#">Eliminar</a> <a href="#">Editar</a> |

*Fig. 36. Interfaz especialista*

En donde aparecerá la siguiente interfaz:



El formulario, titulado "Especialista", contiene los siguientes campos de entrada:

- DNI:** Un campo con el valor "12121212".
- CMP:** Un campo con el valor "12365".
- RNE:** Un campo con el valor "12356".
- Nombres:** Un campo con el valor "Kevin".
- Apellidos:** Un campo con el valor "Delgado Martinez".
- Correo:** Un campo con el valor "jd@gmail.com".
- Teléfono:** Un campo con el valor "123456789".

En la parte inferior derecha del formulario hay un botón gris etiquetado como "Guardar".

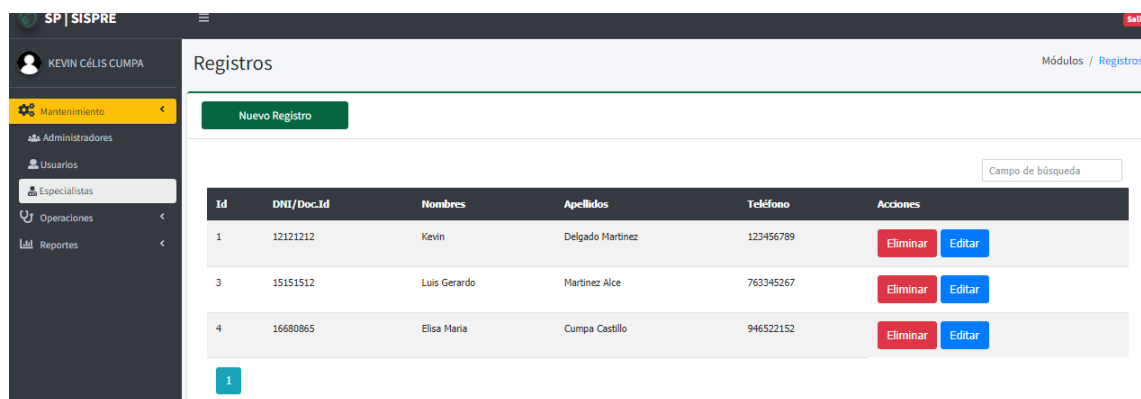
*Fig. 37. Cuadro para editar especialista*

**Pasos:**

1. Si se desea editar el DNI / Documento de identidad, ingresar el valor en la casilla correspondiente
2. Si se desea editar el CMP (Código médico del Perú) ingresar el valor en la casilla correspondiente
3. Si se desea editar el RNE (Registro Nacional de especialidad) ingresar el valor en la casilla correspondiente
4. Si se desea editar los nombres, ingresar el valor en la casilla correspondiente.
5. Si se desea editar los apellidos, ingresar el valor en la casilla correspondiente.
6. Si se desea editar el correo, ingresar el valor en la casilla correspondiente.
7. Si se desea editar el número de teléfono, ingresar el valor en la casilla correspondiente.
8. Hacer click en el botón click de color gris llamado "Guardar".

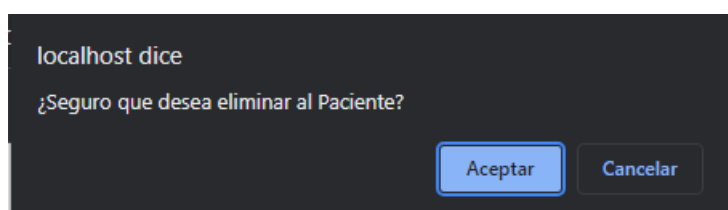
**Eliminar Especialistas:**

En el apartado mantenimiento>Especialistas hacer click en el botón rojo que dice "Eliminar"



*Fig. 38. Interfaz especialista*

En donde aparecerá la siguiente ventana emergente:



*Fig. 39. Cuadro confirmación para eliminar especialista*

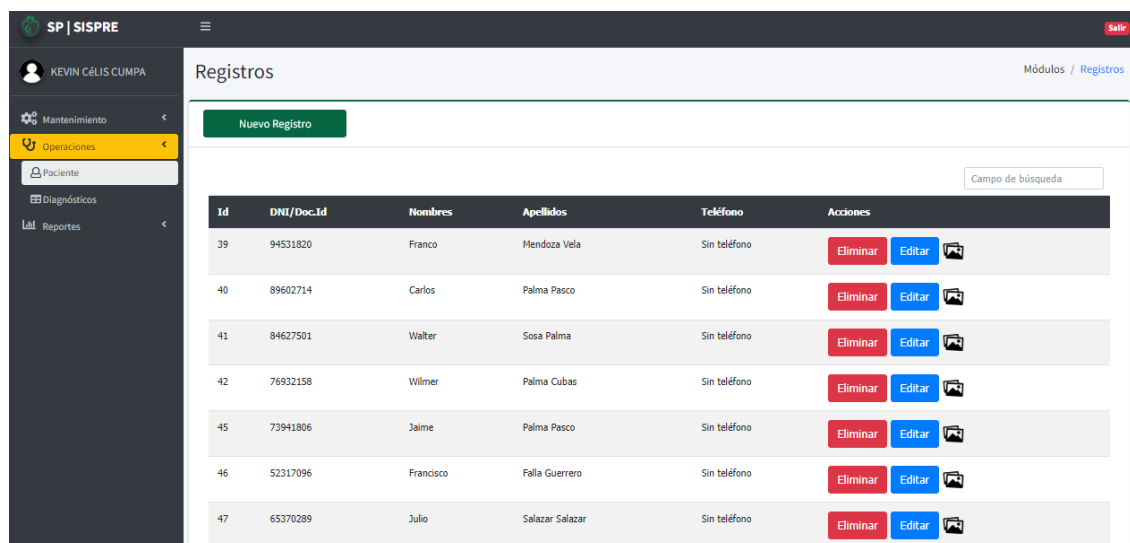
Pasos:

1. Si se desea eliminar un Especialista, se clickea el botón “Aceptar”
2. Si se desea cancelar el proceso se clickea el botón “Cancelar”

## Paciente

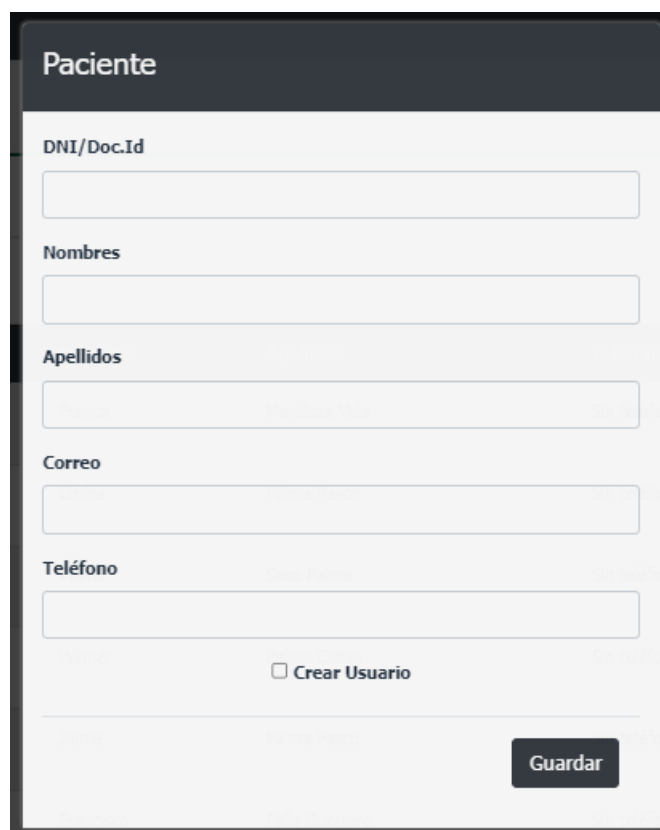
### Registrar Paciente:

En el módulo Operaciones>Paciente hacer click en el botón verde llamado “Nuevo Registro”



*Fig. 40. Interfaz de Paciente*

En donde aparecerá la siguiente interfaz:

El formulario tiene un encabezado oscuro con el título "Paciente" en blanco. Debajo, hay una serie de campos de entrada con sus respectivos labels: "DNI/Doc.Id", "Nombres", "Apellidos", "Correo" y "Teléfono". Cada campo tiene un texto de ejemplo grisáceo: "123456789", "Juan", "Pérez", "juan.perez@ejemplo.com" y "0999999999". Debajo de los campos, hay un checkbox con el label "Crear Usuario". En la parte inferior derecha, hay un botón gris con el texto "Guardar".

*Fig. 41. Cuadro datos de paciente*

Pasos:

8. Ingresar Dni / Documento de identidad en la casilla correspondiente
9. Ingresar Nombres en la casilla correspondiente
10. Ingresar apellidos en la casilla correspondiente
11. Ingresar correo en la casilla correspondiente
12. Ingresar teléfono en la casilla correspondiente
13. Hacer click en la casilla denominada “Crear Usuario”
14. Hacer click en el botón gris llamado “Guardar”

### **Editar Paciente:**

En el apartado Mantenimiento>Paciente hacer click en el botón azul “Editar” en donde aparecerá el siguiente apartado



El formulario, titulado "Paciente", contiene los siguientes campos:

- DNI/Doc.Id:** Un campo de texto con el valor "94531820".
- Nombres:** Un campo de texto con el valor "Franco".
- Apellidos:** Un campo de texto con el valor "Mendoza Vela".
- Correo:** Un campo de texto con el valor "fmendoza@yahoo.com".
- Teléfono:** Un campo de texto con el valor "Sin teléfono".

En la parte inferior derecha del formulario hay un botón gris con el texto "Guardar".

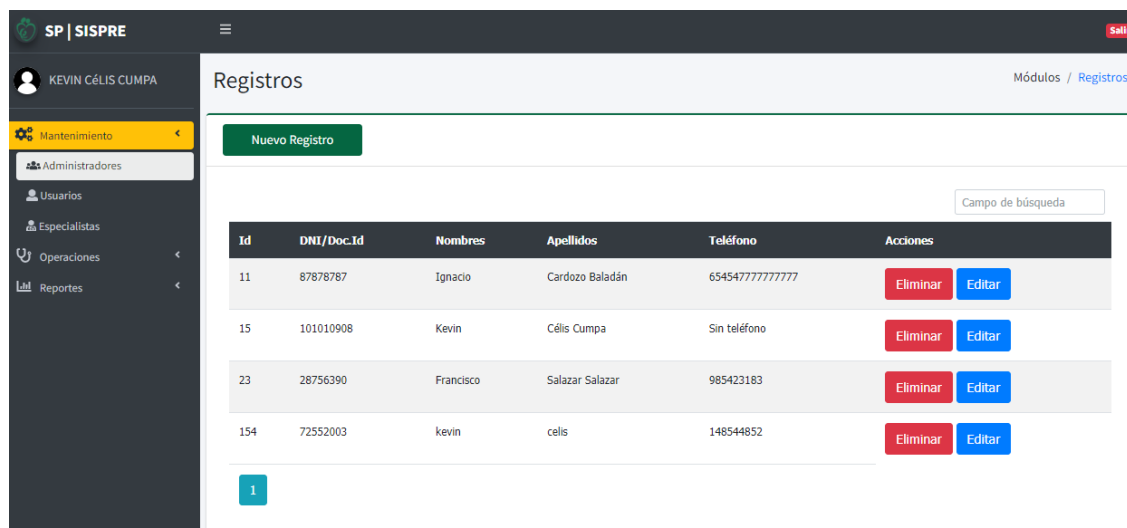
*Fig. 42. Cuadro datos de paciente*

**Pasos:**

7. Si se desea editar el DNI o Documento de identidad, reemplazar el valor en la casilla requerida
8. Si se desea editar el Nombre reemplazar el valor en la casilla requerida.
9. Si se desea editar el Apellido reemplazar el valor en la casilla requerida.
10. Si se desea editar el Correo reemplazar el valor en la casilla requerida.
11. Si se desea editar el Teléfono reemplazar el valor en la casilla requerida.
12. Hacer click en el botón gris llamado "Guardar"

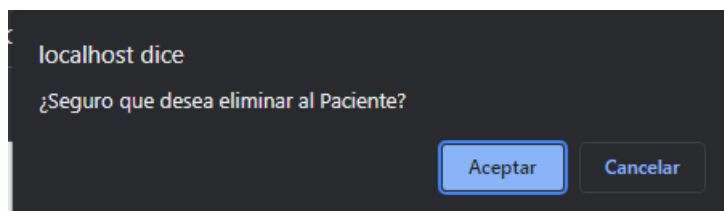
**Eliminar Administradores:**

En el apartado mantenimiento>Administradores hacer click en el botón rojo que dice "Eliminar"



*Fig. 43. Interfaz de administradores*

En donde aparecerá la siguiente ventana emergente:



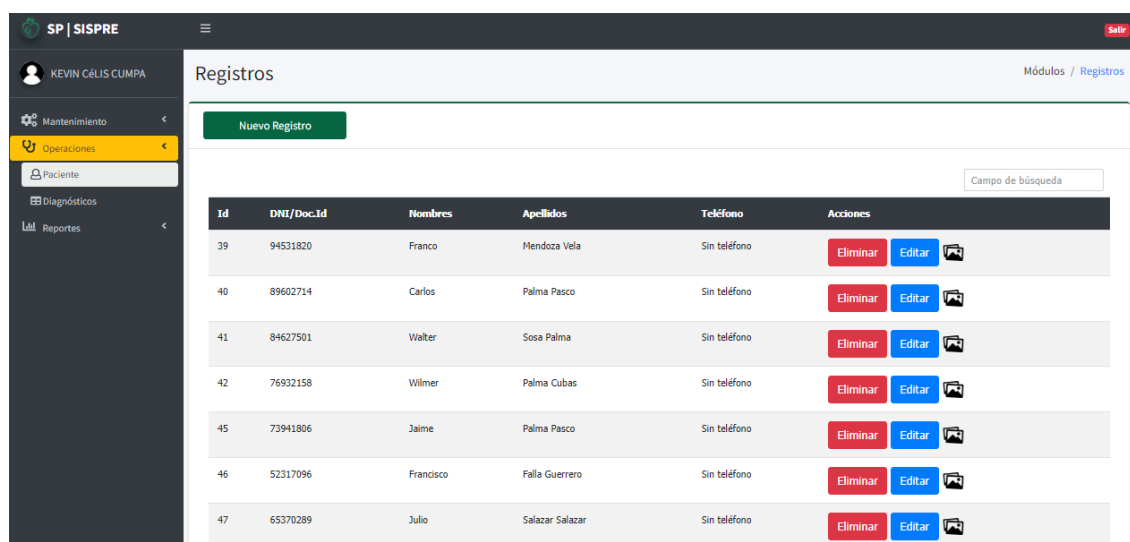
*Fig. 44. Cuadro de confirmación eliminar especialista*

Pasos:

3. Si se desea eliminar un paciente, se clickea el botón “Aceptar”
4. Si se desea cancelar el proceso se clickea el botón “Cancelar”

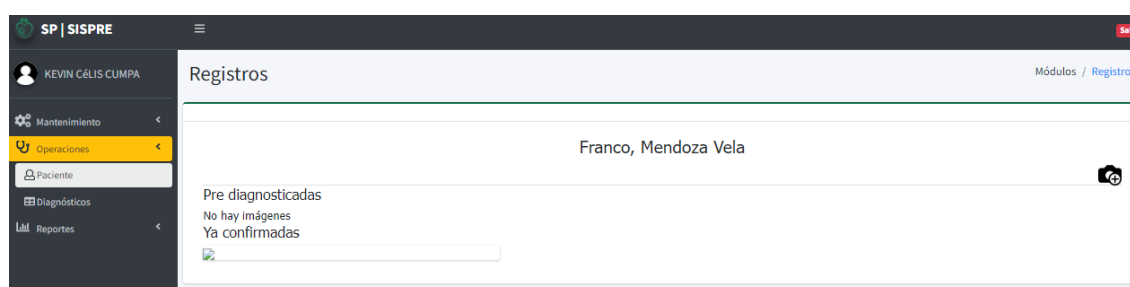
### **Ver Imágenes de Tratamiento:**

En el módulo Operaciones>Paciente hacer click en el botón de la figura de la imagen de paisaje



*Fig. 45. Interfaz gestión de Pacientes*

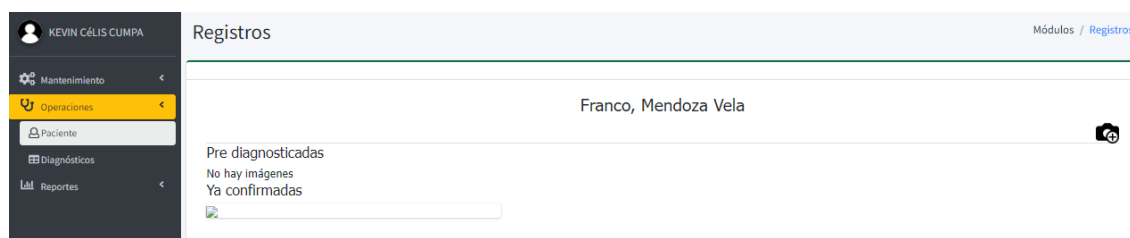
En donde aparecerá la siguiente interfaz:



*Fig. 46. Interfaz tratamiento de Paciente*

### Subir Imágenes de Tratamiento:

En la siguiente interfaz hacer click en la imagen de la cámara con el signo “+”



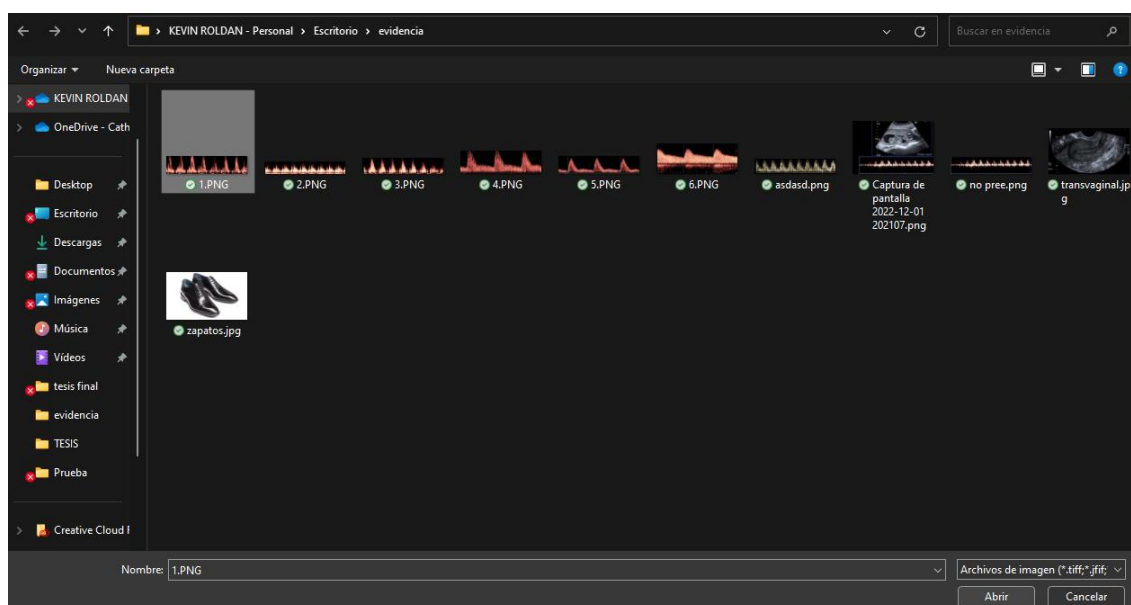
*Fig. 47. Interfaz tratamiento de Paciente*

En donde aparecerá la siguiente interfaz:

*Fig. 48. Interfaz subir imagen de paciente*

Pasos:

1. Se pulsa el botón “seleccionar archivo” el cual nos llevará al directorio de nuestra computadora y seleccionaremos la imagen que corresponda, para finalmente hacer click en el botón “Abrir”



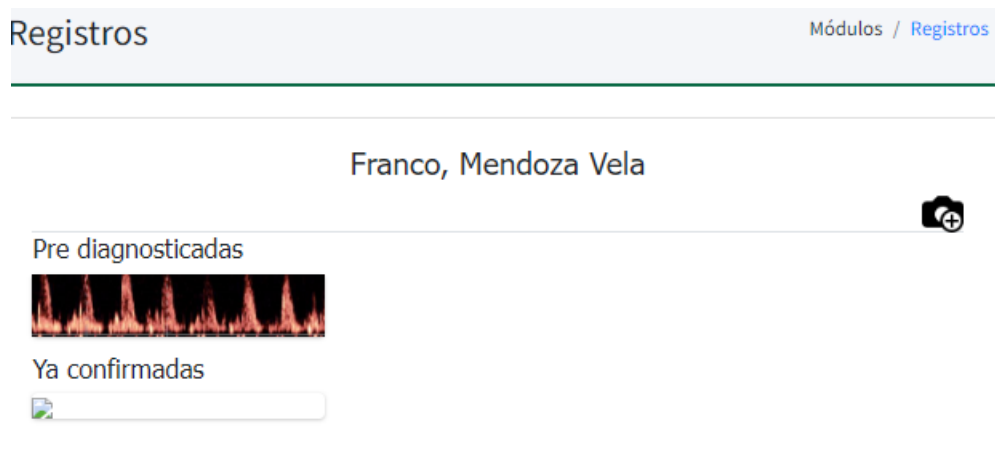
*Fig. 49. Explorador de archivos para seleccionar imagen*

2. Ingresar una descripción para el diagnóstico requerido.
3. Ingresar una descripción para el tratamiento.

4. Hacer click en el botón llamado “Subir Imagen”
5. La imagen aparecerá en el apartado “Pre-Diagnosticadas”

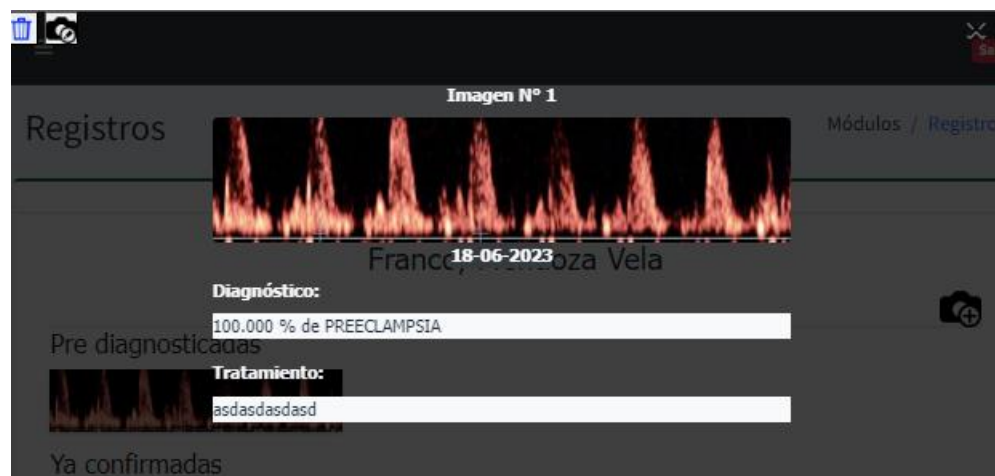
### Visualizar imágenes de Pacientes:

En el apartado Operaciones>Pacientes en la siguiente interfaz



*Fig. 50. Interfaz imágenes pre diagnosticadas*

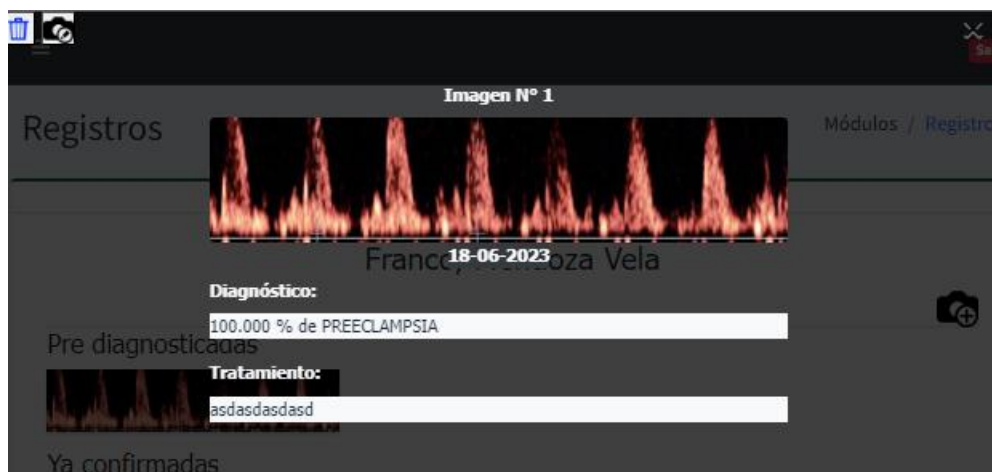
Hacer click en la imagen para visualizar la data y el tratamiento:



*Fig. 51. Interfaz de tratamiento*

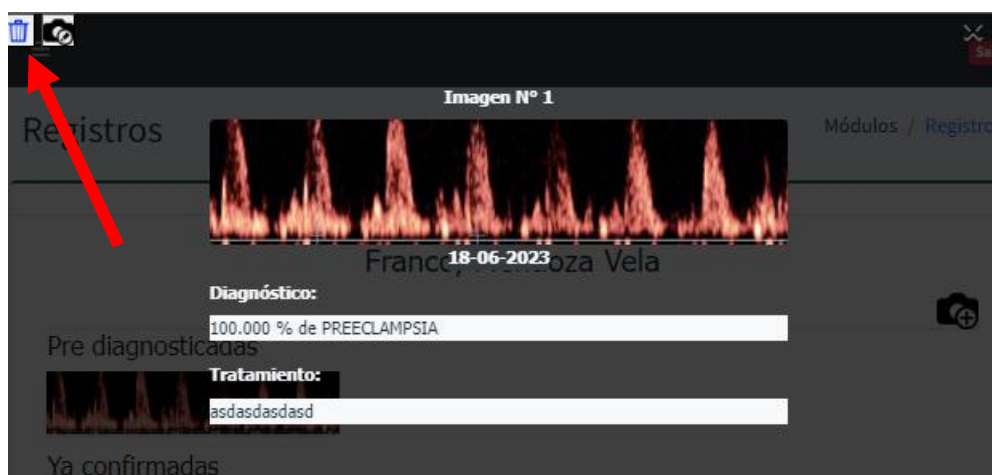
### Eliminar la imagen de Pacientes:

En la siguiente interfaz:



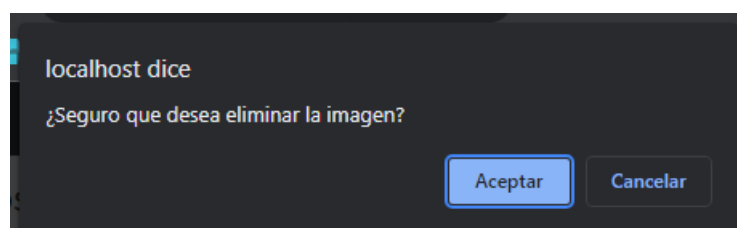
*Fig. 52. Interfaz de tratamiento de paciente*

Hacer click en la imagen del basurero en la esquina superior izquierda



*Fig. 53. Eliminar Imagen*

En donde aparecerá una mensaje de confirmación:

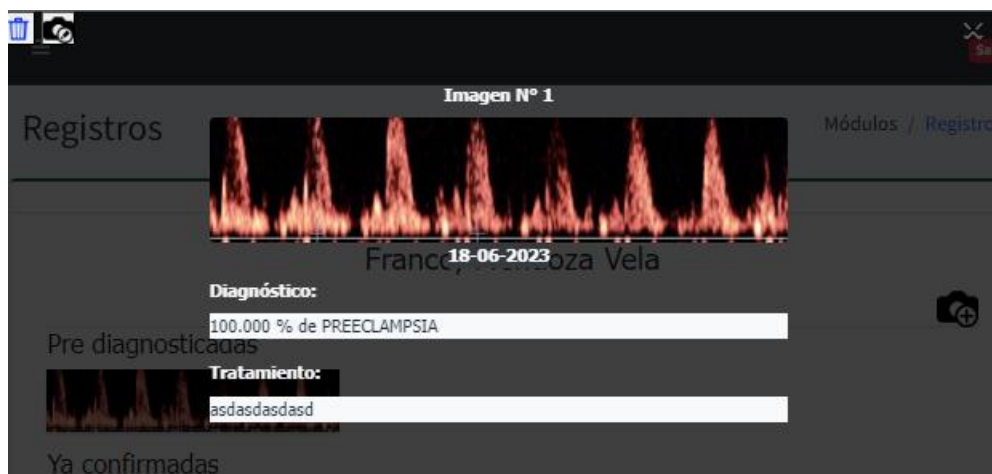


*Fig. 54. Cuadro de confirmación para eliminar imagen*

1. Si se desea Eliminar la imagen hacer click en “Aceptar”
2. Si se desea cancelar el proceso hacer click en cancelar.

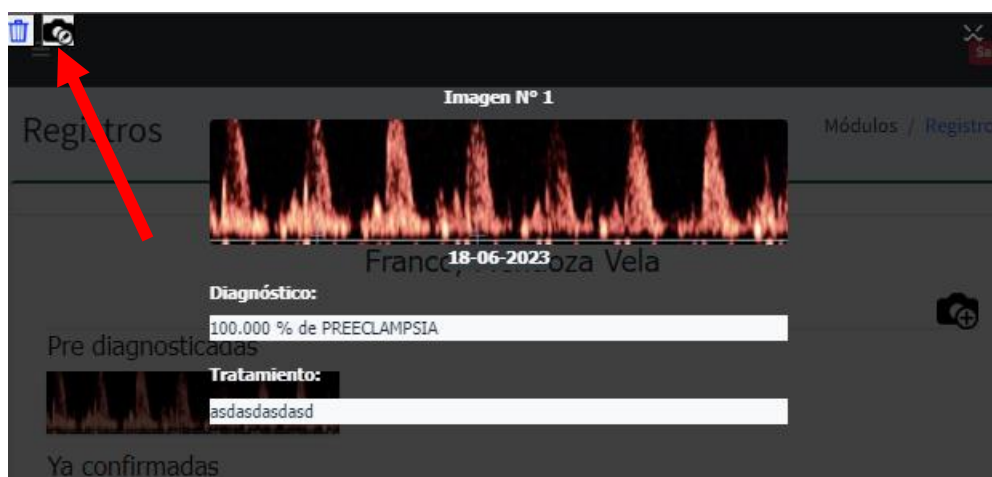
### **Confirmar la imagen de Pacientes:**

En la siguiente interfaz:



*Fig. 55.Imagen de paciente*

Hacer click en la imagen de la cámara fotográfica



*Fig. 56.Proceso de diagnóstico de imagen*

En donde la imagen se confirma y pasa a la siguiente interfaz

**Imagen Paciente**

18-06-2023

**Diagnóstico** Franco, Mendoza Vela

100.000 % de PREECLAMPSIA

**Tratamiento**

asdasdasdasd

**Actualizar**

*Fig. 57. Interfaz tratamiento de paciente*

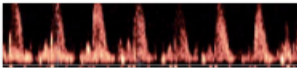
En donde se puede editar el diagnóstico y tratamiento de la imagen, al clickear actualizar, la imagen pasa al apartado “Ya Confirmadas”, como se muestra en la siguiente interfaz.

Franco, Mendoza Vela

Pre diagnosticadas

No hay imágenes

Ya confirmadas

*Fig. 58. Imágenes confirmadas*

## Diagnósticos

### Gestión de Diagnósticos:

En el apartado Operaciones>Diagnósticos nos aparecerá la siguiente interfaz

Registros Módulos / Registros

Campo de búsqueda

| Paciente           | Imagen      | Fecha      | Pre Diagnóstico             | Acciones       |
|--------------------|-------------|------------|-----------------------------|----------------|
| Walter Sosa Palma  | hokla.jfif  | 11-11-2022 | 99.99 % de NO PREECLAMPSIA  | Ver en Galería |
| Carlos Cubas Cubas | zapatos.jpg | 17-06-2023 | 98.234 % de NO PREECLAMPSIA | Ver en Galería |

1

*Fig. 59. Gestión de diagnósticos*

En donde se puede visualizar el Paciente, Imagen, fecha, Imágenes Pre Diagnosticadas y ver la galería del paciente

## Reportes

### Gráficos estadísticos:

En este apartado se pueden visualizar gráficos en Barras acerca de los tratamientos según sus estados ya sean “Completo”, “Incompleto” o “Transcurso” así como también los casos de preeclampsia por mes.

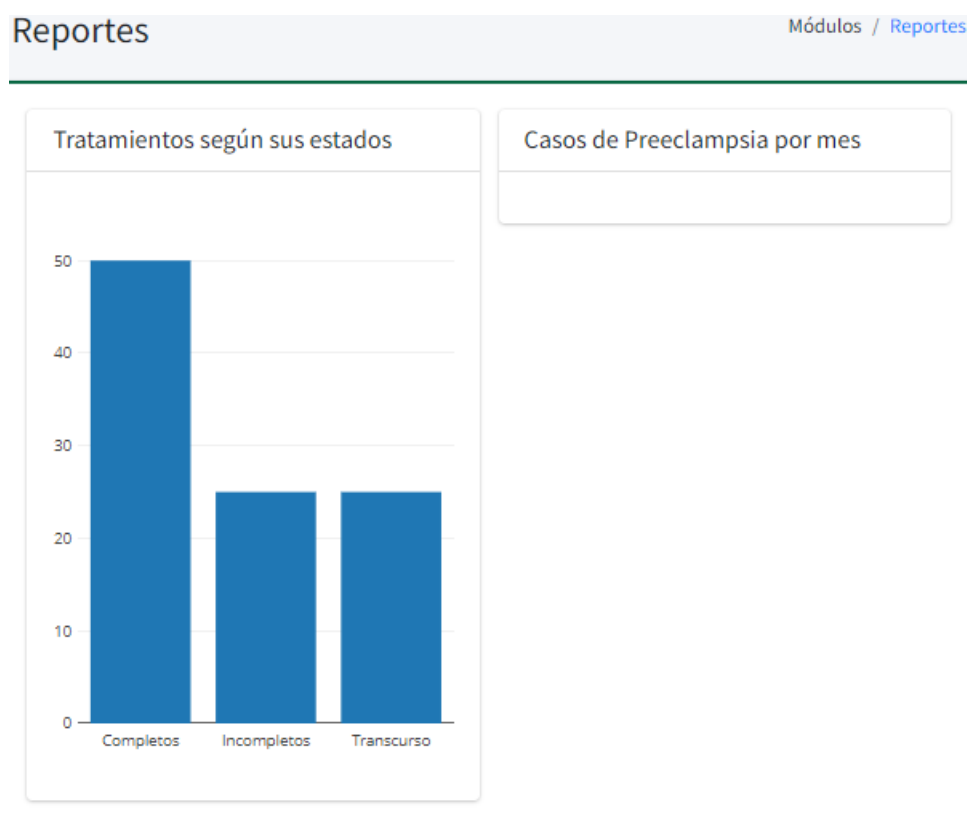


Fig. 60. Reporte de tratamientos y preeclampsia por mes

### Sesiones Futuras:

En este apartado se puede visualizar el Paciente, Teléfono, correo, Sesiones Futuras y días de diferencia para subir la siguiente imagen:

+ Exportar A PDF

Mostrar 10 registros por página

Buscar

| Paciente           | Teléfono     | Correo           | Sesión Futura | Días Dif. |
|--------------------|--------------|------------------|---------------|-----------|
| Carlos Cubas Cubas | Sin teléfono | ccubas@yahoo.com | 2             | 39        |
| Carlos Cubas Cubas | Sin teléfono | ccubas@yahoo.com | 3             | 59        |

Ningún registro disponible

Atrás Siguiente

Fig. 61. Reporte de sesiones futuras

En caso se requiera exportar los informes a PDF se clickear el botón rojo llamado “Exportar A PDF”

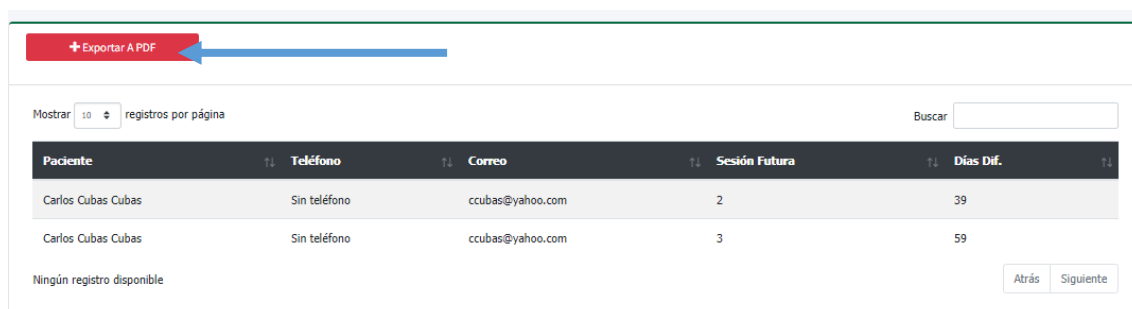


Fig. 62.Exportar reporte a PDF

En donde aparecerá el siguiente reporte en PDF:

|  <b>Sesiones futuras</b>  |              |                  |                    |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|--------------------|-----------|
| Generado por: Kevin Célis Cumpa                                                                                                                                                               |              |                  | Fecha : 18/06/2023 |           |
| PACIENTE                                                                                                                                                                                      | TELEFONO     | CORREO           | SESIÓN FUTURA      | DÍAS DIF. |
| Carlos Cubas Cubas                                                                                                                                                                            | Sin teléfono | ccubas@yahoo.com | 2                  | 39        |
| Carlos Cubas Cubas                                                                                                                                                                            | Sin teléfono | ccubas@yahoo.com | 3                  | 59        |

Fig. 63.Visualización de reporte en PDF

### Sesiones Incompletas:

En este apartado se puede visualizar el Paciente, Teléfono, correo, Sesiones Pendientes y la fecha de esta:

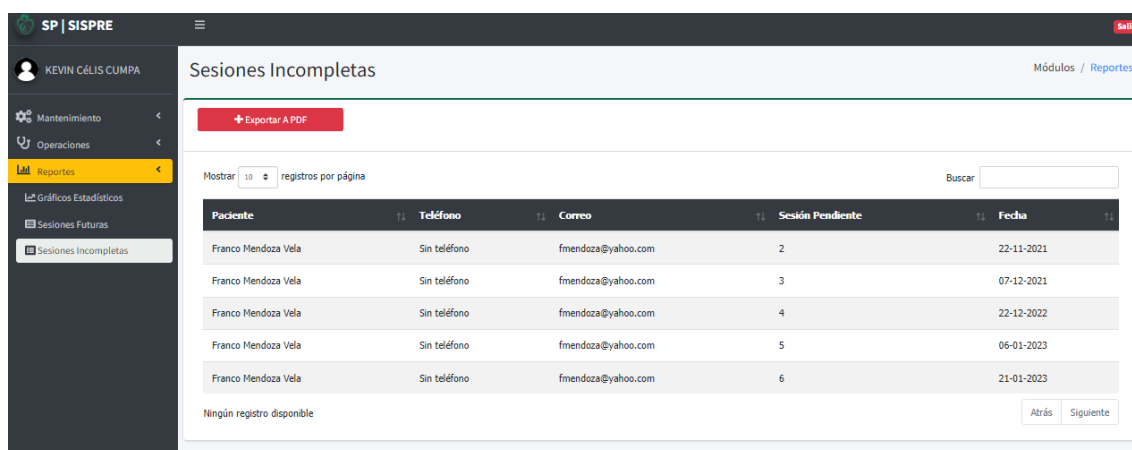


Fig. 64.Interfaz de reporte para sesiones incompletas

En caso se requiera exportar los informes a PDF se clickear el botón rojo llamado “Exportar A PDF”

SP | SISPRE

KEVIN CÉLIS CUMPA

Mantenimiento < Operaciones < Reportes < Gráficos Estadísticos < Sesiones Futuras < Sesiones Incompletas

Sesiones Incompletas Módulos / Reportes

+ Exportar A PDF

Mostrar 10 registros por página

Buscar

| Paciente            | T1. Teléfono | T2. Correo         | T1. Sesión Pendiente | T1. Fecha  |
|---------------------|--------------|--------------------|----------------------|------------|
| Franco Mendoza Vela | Sin teléfono | fmendoza@yahoo.com | 2                    | 22-11-2021 |
| Franco Mendoza Vela | Sin teléfono | fmendoza@yahoo.com | 3                    | 07-12-2021 |
| Franco Mendoza Vela | Sin teléfono | fmendoza@yahoo.com | 4                    | 22-12-2022 |
| Franco Mendoza Vela | Sin teléfono | fmendoza@yahoo.com | 5                    | 06-01-2023 |
| Franco Mendoza Vela | Sin teléfono | fmendoza@yahoo.com | 6                    | 21-01-2023 |

Ningún registro disponible

Atrás Siguiente

Fig. 65. Exportar reportes de sesiones incompletas a PDF

En donde aparecerá el siguiente reporte en PDF:

Sesiones incompletas

Generado por: Kevin Celis Cumpa Fecha: 18/06/2023

| PACIENTE            | TELEFONO     | CORREO             | SESIÓN PENDIENTE | FECHA      |
|---------------------|--------------|--------------------|------------------|------------|
| Franco Mendoza Vela | Sin teléfono | fmendoza@yahoo.com | 2                | 22-11-2021 |
| Franco Mendoza Vela | Sin teléfono | fmendoza@yahoo.com | 3                | 07-12-2021 |
| Franco Mendoza Vela | Sin teléfono | fmendoza@yahoo.com | 4                | 22-12-2022 |
| Franco Mendoza Vela | Sin teléfono | fmendoza@yahoo.com | 5                | 06-01-2023 |
| Franco Mendoza Vela | Sin teléfono | fmendoza@yahoo.com | 6                | 21-01-2023 |

Fig. 66. Reporte sesiones incompletas en PDF

Cerrar Sesión:

SP | SISPRE

KEVIN CÉLIS CUMPA

Mantenimiento < Operaciones < Reportes < Gráficos Estadísticos < Sesiones Futuras < Sesiones Incompletas

Registros Módulos / Registros

Nuevo Registro

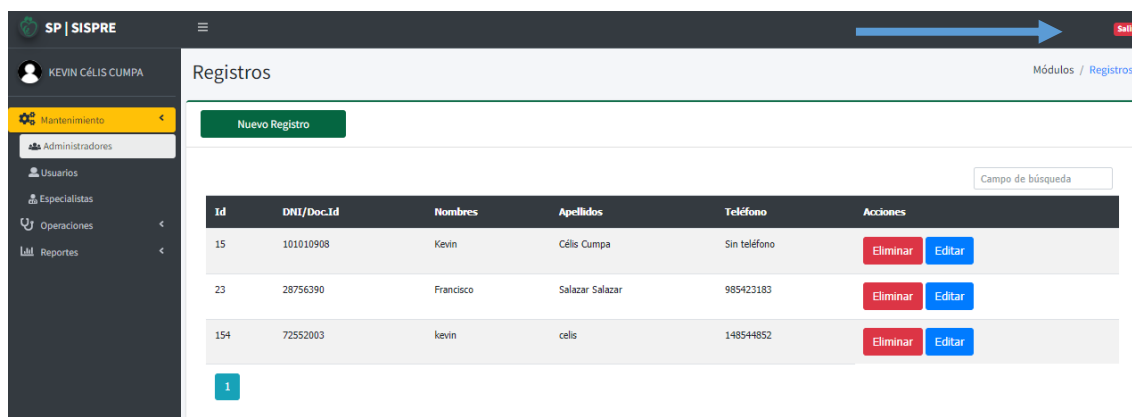
Campo de búsqueda

| Id  | DNI/Doc.Id | Nombres   | Apellidos       | Teléfono     | Acciones        |
|-----|------------|-----------|-----------------|--------------|-----------------|
| 15  | 101010908  | Kevin     | Célis Cumpa     | Sin teléfono | Eliminar Editar |
| 23  | 28756390   | Francisco | Salazar Salazar | 985423183    | Eliminar Editar |
| 154 | 72552003   | kevin     | celis           | 148544852    | Eliminar Editar |

1

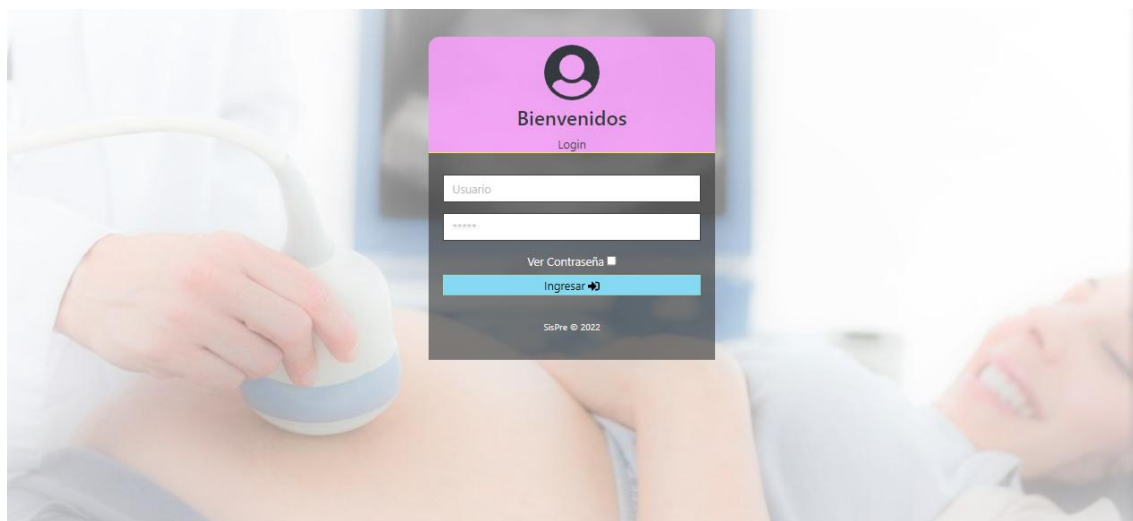
Fig. 67. Interfaz de administradores

En cualquier interfaz del sistema clicar el botón rojo llamado “Salir” en la parte superior derecha:



*Fig. 68.Cerrar sesión*

En donde nos llevará a la pantalla de Logueo nuevamente:



*Fig. 69.Interfaz Logueo del sistema*

## NOTAS:

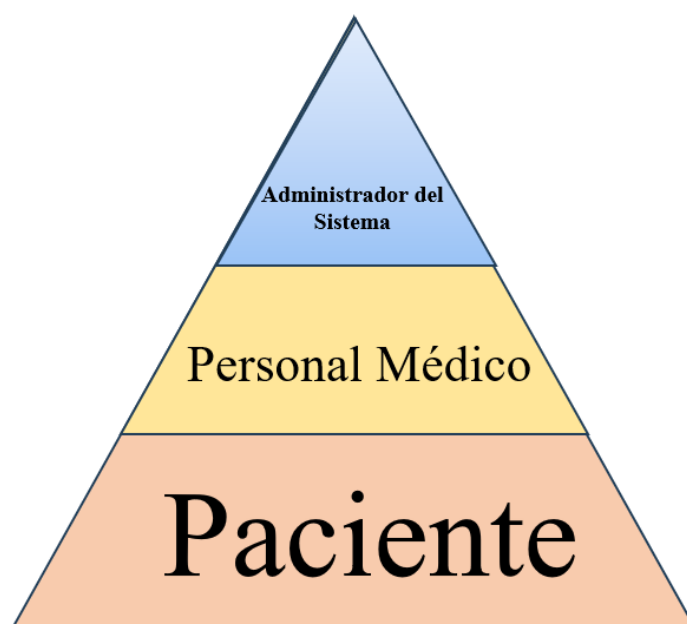
- En toda sección, se puede filtrar a cualquier paciente, administrador o personal médico filtrando por cualquier atributo requerido.

## Perfiles de Usuario:

Según el modelado de la empresa, existen 3 tipos de usuarios para acceder al sistema:

- Administrador del sistema: Este tipo de usuario tiene acceso a la funcionalidad del sistema, ya que esta persona es el encargado de toda la gestión de este y sería el rango más alto.

- Especialista: Este tipo de usuario tiene acceso a registro de paciente, gestión de tratamientos y también visualización de los reportes.
- Paciente: Este tipo de usuario tiene acceso a visualizar los reportes y también visualizar o subir imágenes referentes al tratamiento que se está llevando.



*Fig. 70. Pirámide de privilegios para usuarios*

## **ANEXO N° 05. ENCUESTA DE INVESTIGACIÓN: MODELO DE ACEPTACIÓN TECNOLÓGICA (TAM)**

Con el propósito de concretar la utilidad y usabilidad: Obtener de los usuarios una alta puntuación de aceptación para la usabilidad del sistema inteligente, se ha decidido aplicar el modelo de aceptación tecnológica propuesto por Davis [26] con el cual se busca conocer las perspectivas de los especialistas en cuanto a la utilidad y facilidad de uso percibida del sistema inteligente propuesto.

A continuación, se detalla el cuestionario que será utilizada como instrumento para recoger la información.

- **Utilidad percibida**

Indicador

Índice alto= Muy útil

Índice bajo= No útil

Escala tipo Likert de 7 puntos

TABLA XXIX.

UTILIDAD PERCIBIDA: ESCALA

| Improbable | 1              | 2        | 3           | 4       | 5           | 6        | 7              | Probable |
|------------|----------------|----------|-------------|---------|-------------|----------|----------------|----------|
|            | Extremadamente | Bastante | ligeramente | ninguno | Ligeramente | bastante | extremadamente |          |

Cuestionario

Por favor marque con una [X] según corresponda.

TABLA XXX.

UTILIDAD PERCIBIDA: CUESTIONARIO

|                                                                               | Calificación |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|
| 1. Usando SisPre en mi trabajo me permitiría realizar tareas más rápidamente. | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2. Usando SisPre mejoraría mi actuación en el trabajo.                        | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3. Usando SisPre aumentaría mi productividad.                                 | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4. Usando SisPre mejoraría mi efectividad en el trabajo.                      | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5. Usando SisPre me facilitaría hacer mi trabajo.                             | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 6. Encontraría a SisPre útil en mi trabajo.                                   | 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

- **Facilidad de uso percibida**

Indicador

Índice alto= Fácil

Índice bajo= Difícil

Escala tipo Likert de 7 puntos

TABLA XXXI.  
FACILIDAD DE USO PERCIBIDA: ESCALA

|            | 1              | 2        | 3           | 4       | 5           | 6        | 7              |          |
|------------|----------------|----------|-------------|---------|-------------|----------|----------------|----------|
| Improbable | Extremadamente | Bastante | Ligeramente | ninguno | ligeramente | bastante | extremadamente | Probable |

Cuestionario

Por favor marque con una [X] según corresponda.

Tabla XXXII.

Facilidad de uso percibida: cuestionario

| Calificación |
|--------------|
|--------------|

|                                                                   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Aprender a utilizar SisPre es fácil para mí.                   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2. Me resulta fácil hacer que SisPre haga lo que quiero que haga. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 3. Mi interacción con SisPre es clara y entendible.               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 4. Encuentro que SisPre es flexible para interactuar.             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 5. Sería fácil para mí llegar a ser hábil al usar SisPre.         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 6. Encuentro que SisPre es fácil de usar.                         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

**ANEXO N° 06. Firma de profesional médico constatando funcionalidad del sistema.**



Elisa María Ysabel Cumpa Castilla  
ESPECIALISTA EN ECOGRAFÍA OBSTETRICA  
COP. 6519